

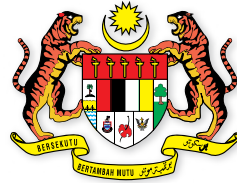


KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK

TINGKATAN 4





RUKUN NEGARA

Bahawasanya Negara Kita Malaysia
mendukung cita-cita hendak;

Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan
seluruh masyarakatnya;

Memelihara satu cara hidup demokrasi;

Mencipta satu masyarakat yang adil di mana kemakmuran negara
akan dapat dinikmati bersama secara adil dan saksama;

Menjamin satu cara yang liberal terhadap
tradisi-tradisi kebudayaannya yang kaya dan pelbagai corak;

Membina satu masyarakat progresif yang akan menggunakan
sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia,
berikrar akan menumpukan
seluruh tenaga dan usaha kami untuk mencapai cita-cita tersebut
berdasarkan prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA
KELUHURAN PERLEMBAGAAN
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG
KESOPANAN DAN KESUSILAAN**

(Sumber: Jabatan Penerangan, Kementerian Komunikasi dan Multimedia Malaysia)

MATA PELAJARAN ELEKTIF TEKNIKAL

PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK

TINGKATAN 4

Penulis

Adlan Ali
Azhar Sulaiman

Editor

Mohammad Zakuan Mohd Fadzil

Pereka Grafik

Noor Syazelin Zulkifeli

Ilustrator

Muhamed Azim Idris



No. Siri Buku: 0158

KPM2019 ISBN 978-967-2212-59-1

Cetakan Pertama 2019
© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Mana-mana bahan dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, ataupun dipindahkan dalam sebarang bentuk atau cara, baik dengan cara elektronik, mekanik, penggambaran semula mahupun dengan cara perakaman tanpa kebenaran terlebih dahulu daripada Ketua Pengarah Pelajaran Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan untuk Kementerian Pendidikan Malaysia oleh:
Aras Mega (M) Sdn. Bhd. (164242-W)
No. 18 & 20, Jalan Damai 2,
Taman Desa Damai, Sungai Merab,
43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan.
No. Telefon: 03-89258975
No. Faksimile: 03-89258985
Laman Web: www.arasmega.com

Reka Letak dan Atur Huruf:
Aras Mega (M) Sdn. Bhd.
Muka Taip Teks: Myriad Pro
Saiz Muka Taip Teks: 11 poin

Dicetak oleh:
Mudah Urus Enterprise
No. 143, Jalan KIP 8,
Taman Perindustrian KIP,
Bandar Sri Damansara,
52200 Kuala Lumpur.

PENGHARGAAN

Penghasilan buku ini melibatkan kerjasama banyak pihak. Sekalung penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang terlibat:

- Jawatankuasa Penambahbaikan Pruf Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Pembetulan Pruf Muka Surat, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Penyemakan Naskhah Sedia Kamera, Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pegawai-pegawai Bahagian Sumber dan Teknologi Pendidikan dan Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Jawatankuasa Peningkatan Mutu, Aras Mega (M) Sdn. Bhd.
- Kolej Vokasional Sultan Abdul Samad, Banting Selangor.

Semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam usaha menjayakan penerbitan buku ini.

KANDUNGAN

PENDAHULUAN	iv
PENERANGAN IKON	v
Modul 1	
DUNIA KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK	
1.1 Bidang dan Teknologi Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik	5
1.2 Kerjaya, Etika, dan Integriti Jurutera	8
1.3 Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan	16
1.4 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan	28
Modul 2	
PENGHASILAN ARUS TERUS (AT) DAN ARUS ULANG-ALIK (AU) DARIPADA PENUAIAN TENAGA BOLEH BAHARU	
2.1 Teknologi Hijau	35
2.2 Sumber Tenaga	41
2.3 Litar Arus Terus (AT)	46
2.4 Litar Arus Ulang-alik (AU)	85
2.5 Projek Mini Penuaian Tenaga Boleh Baharu	142
Modul 3	
SISTEM BEKALAN KUASA ARUS TERUS (AT)	
3.1 Bahan Separuh Pengalir	162
3.2 Diod	173
3.3 Projek Mini Bekalan Kuasa Arus Terus (AT)	191
LAMPIRAN	214
GLOSARI	214
RUJUKAN	215
INDEKS	217

PENDAHULUAN

Buku teks Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4 ini memfokuskan keseluruhan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP), Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik (PKE). Kandungan dalam buku ini merangkumi Standard Kandungan (SK) dan Standard Pembelajaran (SP) yang disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK), Kementerian Pendidikan Malaysia. Buku ini mengandungi tiga modul pembelajaran.

Modul 1

Dunia Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

Murid diajar tentang subbidang kejuruteraan elektrik dan elektronik dan sejarah perkembangan teknologi elektrik dan elektronik. Murid juga didedahkan berkaitan dengan laluan kerjaya, etika dan integriti, keselamatan dan kesihatan di tempat kerja, serta pengenalan proses reka bentuk kejuruteraan.

Modul 2

Penghasilan AT dan AU daripada Penuaian Tenaga Boleh Baharu

Murid diperkenalkan dengan pengetahuan dan kemahiran tentang teknologi hijau, sumber tenaga, dan litar AT dan litar AU. Murid juga diajar cara mengaplikasikan kemahiran dan pengetahuan untuk menghasilkan projek mini Penuaian Tenaga Boleh Baharu.

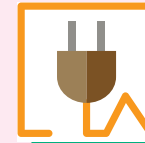
Modul 3

Sistem Bekalan Kuasa AT

Murid memperoleh pengetahuan dan kemahiran tentang bahan separuh pengalir dan diod. Murid juga diajar cara mengaplikasikan kemahiran dan pengetahuan untuk menghasilkan projek mini Bekalan Kuasa AT.

Bagi membantu dan mengukuhkan kefahaman murid, buku ini ditulis dengan pelbagai kaedah serta corak persembahan grafik seperti penggunaan gambar foto, gambar rajah, peta *i-Think*, carta dan ilustrasi. Diharapkan semoga segala usaha murni daripada pelbagai pihak dalam penerbitan buku teks ini dapat membantu guru dan murid bagi menjayakan objektif KSSM PKE dan Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

PENERANGAN IKON



Standard Kandungan

Pernyataan spesifik tentang perkara yang perlu diketahui oleh murid merangkumi aspek pengetahuan, kemahiran dan nilai.



Standard Pembelajaran

Menjelaskan dengan lebih terperinci tentang topik yang bakal diajar kepada murid di sekolah.



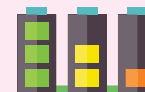
Tahukah Anda

Memberi maklumat tambahan yang berkaitan dengan topik yang dibincangkan di dalam buku teks.



KBAT

Mengemukakan soalan yang menggalakkan perkembangan murid berfikir dengan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi yang sesuai dengan keupayaan murid.



Info Tambahan

Menyediakan maklumat dan informasi tambahan berkaitan dengan topik yang dibincangkan.



Latihan

Menguji pemahaman murid pada setiap topik.



Sila Imbas

Layari laman sesawang yang disediakan untuk menonton video mengenai topik yang diperkenalkan kepada murid.



Aktiviti

Aktiviti tambahan yang disediakan bertujuan meningkatkan kefahaman murid untuk topik yang dipelajari.



Peranan Jurutera

Menerangkan peranan dan tanggungjawab jurutera dalam topik yang dibincangkan.

PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK

MODUL 1

1.0

DUNIA KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK



Standard Kandungan

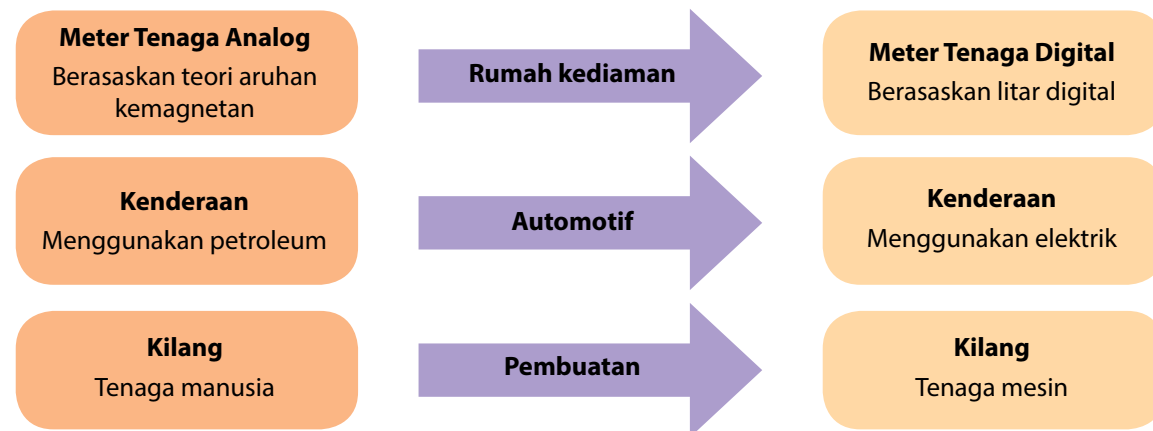
- 1.1 Bidang dan Teknologi Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik
- 1.2 Kerjaya, Etika, dan Integriti Jurutera
- 1.3 Keselamatan dan Kesihatan Pekerja
- 1.4 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

Pengenalan

Sesuatu ilmu teori mahupun kepakaran amali di dalam bidang sains secara asasnya boleh diterokai menerusi tiga cabang bidang utama iaitu kejuruteraan, teknologi kejuruteraan dan juga teknologi. Bidang kejuruteraan merupakan satu bidang yang menggabungkan pengetahuan, matematik dan pengalaman dalam mereka bentuk sesuatu objek. Profesional atau pengamal kejuruteraan umumnya dikenali sebagai jurutera. Manakala, teknologi merupakan satu bidang kemahiran digunakan untuk membuktikan teori serta membuat inovasi terhadap sesuatu produk atau kemahiran dalam melakukan sesuatu pekerjaan. Profesional atau pengamal teknologi pula umumnya dipanggil teknologis.

Bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik lebih signifikan pada masa ini disebabkan kebanyakan peralatan dan kelengkapan elektrik telah mengalami revolusi kemajuan teknologi daripada analog kepada digital. Revolusi teknologi ini telah meningkatkan kompleksiti terhadap sesebuah litar elektronik dalam peralatan atau kelengkapan elektrik.

Dalam kehidupan seharian misalnya, revolusi teknologi elektrik telah digunakan pada rumah kediaman, automotif dan bidang pembuatan. Rajah 1.1 di bawah merupakan revolusi teknologi dalam kehidupan seharian.



Rajah 1.1 Revolusi teknologi.

Selain itu, perkembangan teknologi dalam kejuruteraan elektrik dan elektronik telah memungkinkan mesin-mesin pembuatan boleh beroperasi dengan sendirinya tanpa memerlukan kawalan daripada manusia. Dunia kejuruteraan elektrik dan elektronik telah semakin berkembang dan mengalami perubahan yang drastik dalam memudahkan gerak kerja manusia.

Info Tambahan

Program sijil, diploma dan ijazah sarjana muda dalam bidang teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik yang ditawarkan oleh institusi latihan kemahiran awam dan universiti teknikal:

- Institut Kemahiran MARA (IKM)
- Institut Latihan Perindustrian (ILP)
- Institut Kemahiran Belia Negara (IKBN)
- Kolej Kemahiran Tinggi MARA (KKTM)
- Pusat Latihan Teknologi Tinggi (ADTEC)
- Institut Kemahiran Tinggi Belia Negara (IKTBN)
- Universiti Malaysia Perlis (UniMAP)
- Universiti Malaysia Pahang (UMP)
- Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM)
- Universiti Tun Hussein Onn (UTHM)
- Universiti Kuala Lumpur (UniKL)

1.1 Bidang dan Teknologi Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.1.1 Menerangkan subbidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.
 - (i) Kuasa
 - (ii) Telekomunikasi
 - (iii) Instrumentasi
 - (iv) Kawalan
- 1.1.2 Membandingkan teknologi dahulu dengan teknologi terkini dalam bidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.

1.1.1 Subbidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

(i) Kuasa

Sistem kuasa merupakan rangkaian yang menghubungkan stesen jana kuasa kepada pengguna. Sistem ini merangkumi bahagian penjanaan, penghantaran dan pengagihan. Foto 1.1 dan 1.2 menunjukkan contoh stesen jana kuasa tenaga elektrik dan pencawang masuk utama.

Tahukah Anda

Antara kerjaya yang berpotensi untuk diceburi ialah:

- Jurutera elektrik kuasa
- Jurutera sistem penjanaan
- Jurutera penghantaran
- Jurutera pengagihan
- Jurutera pengurusan permintaan tenaga
- Jurutera sistem perlindungan kuasa
- Jurutera perunding
- Jurutera penyenggaraan elektrik
- Jurutera perkhidmatan bangunan



Foto 1.1 Stesen jana kuasa tenaga elektrik.



Foto 1.2 Pencawang masuk utama.

(ii) Telekomunikasi

Sistem telekomunikasi merangkumi sistem audio, sistem video, sistem komunikasi analog, sistem komunikasi digital, sistem gelombang mikro, sistem komunikasi optik dan sistem pensuisan telekomunikasi. Sistem ini memerlukan perkakasan dan perisian yang menggunakan isyarat elektrik dan elektromagnet dalam proses penghantaran dan penerimaan maklumat. Foto 1.3 dan 1.4 menunjukkan contoh semikonduktor elektrik dan menara telekomunikasi.



Tahukah Anda

- Antara kerjaya yang berpotensi untuk diceburi ialah:
- Jurutera telekomunikasi
 - Jurutera rangkaian data
 - Jurutera rangkaian telefon
 - Jurutera jualan teknikal
 - Jurutera perisian
 - Pereka rangkaian gentian kaca
 - Jurutera komunikasi tanpa wayar
 - Jurutera penyiaran



Foto 1.3 Semikonduktor elektrik.



Foto 1.4 Menara telekomunikasi.

(iii) Instrumentasi

Sistem instrumentasi terdiri daripada perkakasan dan perisian yang digunakan untuk mengukur, memantau dan mengawal operasi sesuatu proses. Foto 1.5 dan 1.6 menunjukkan satu contoh sistem instrumentasi.



Foto 1.5 Pembuatan komponen elektrik.



Foto 1.6 Pembuatan papan litar elektrik.

(iv) Kawalan

Sistem kawalan merupakan alat atau satu set alat yang mengurus, mengarah atau mengawal atur tingkah laku sesuatu alat yang lain. Antara contoh sistem kawalan ialah *Programmable Logic Controller (PLC)* dan sistem kawalan motor elektrik. Foto 1.7 dan 1.8 menunjukkan contoh kerjaya dalam sistem kawalan.



Tahukah Anda

- Antara kerjaya yang berpotensi untuk diceburi ialah:
- Jurutera sistem kawalan
 - Jurutera sistem automasi
 - Jurutera robotik
 - Jurutera perunding
 - Jurutera jualan teknikal



Foto 1.7 Jurutera sistem kawalan.



Foto 1.8 Pembuatan komponen pesawat.

1.1.2

Perbandingan Teknologi Dahulu dengan Teknologi Terkini dalam Bidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

Inovasi di dalam bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik telah memberikan perbezaan yang ketara terutama dalam aspek kualiti, masa dan keselamatan. Beberapa perbandingan di antara teknologi dahulu dengan teknologi terkini dalam bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.1.

Jadual 1.1 Perbandingan antara teknologi dahulu dan terkini.

Teknologi	Berkaitan kejuruteraan elektrik dan elektronik	
	Teknologi dahulu	Teknologi terkini
Kenderaan	Tiada sensor	Dilengkapi sensor
Fotografi	Kamera berfilem	Kamera digital
Komunikasi	Telefon berwayar	Telefon bimbit
Peralatan elektrik	Tanpa <i>inverter</i>	Teknologi <i>inverter</i>



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/teknologi-baru/> untuk menonton video teknologi baru.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/revolusi-televisyen/> untuk menonton revolusi televisyen.



Peranan Jurutera

Seorang jurutera akan memaksimumkan penggunaan teknologi dalam gerak kerjanya bagi memudahkan proses mereka bentuk atau pengendalian yang berkaitan dengan elektrik dan elektronik.



1.2 Kerjaya, Etika dan Integriti Jurutera



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.2.1 Menyenaraikan kerjaya dan peranan jurutera dalam bidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.
- 1.2.2 Memberi contoh badan profesional dalam bidang kejuruteraan.
- 1.2.3 Melakar carta alir laluan untuk menjadi seorang jurutera profesional.
- 1.2.4 Menjelaskan lima Kod Tatakelakuan Profesional (Code of Professional Conduct) dalam kejuruteraan mengikut Lembaga Jurutera Malaysia.
- 1.2.5 Menilai kesan integriti seorang jurutera yang tidak mengamalkan Kod Tatakelakuan Profesional yang digariskan kepada sosial, ekonomi dan alam sekitar.
- 1.2.6 Mencadangkan langkah mengatasi isu berkaitan etika dan integriti di tempat kerja.

Kerjaya seorang jurutera amat mementingkan kualiti, kebolehpercayaan dan nilai estetik yang dimasukkan ke dalam suatu reka bentuk kejuruteraan. Oleh itu, seorang jurutera harus memiliki etika dan integriti yang tinggi ketika bekerja. Maksud etika adalah pertimbangan moral terhadap sesuatu situasi yang timbul manakala integriti pula melibatkan kejujuran terhadap penghasilan suatu projek, reka bentuk atau kerja-kerja perkhidmatan seperti penyenggaraan. Etika dan integriti yang diamalkan oleh seseorang jurutera itu akan menjadikan jurutera tersebut lebih berakuntabiliti dan bertanggungjawab terhadap kerja yang dilaksanakan.

Badan profesional dalam bidang kejuruteraan di Malaysia ialah Lembaga Jurutera Malaysia (LJM) ataupun *Board of Engineers Malaysia* (BEM). Lembaga ini dari semasa ke semasa akan sentiasa memberikan kursus, forum, seminar dan pelbagai aktiviti lain bagi menyampaikan maklumat tentang kerjaya seorang jurutera dan bagaimana kerjaya tersebut harus dilaksanakan dengan beretika dan berintegriti agar pembangunan negara dapat dicapai dengan berkesan.

1.2.1

Kerjaya dan Peranan Jurutera dalam Bidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik

Seorang jurutera perlu memberi keutamaan untuk memenuhi kehendak pengguna, mereka bentuk penyelesaian sesuatu masalah, membuat penambahbaikan produk sedia ada serta mencipta sesuatu dengan mengambil kira kelestarian alam sekitar, ekonomi dan sosial.

Jurutera dalam bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik bertanggungjawab dari sudut kajian dan penyelidikan (R&D), pembuatan, jaminan kualiti, kawalan kualiti, penyenggaraan, jualan dan latihan. Antara industri yang terlibat adalah industri aeroangkasa, elektrik, elektronik, automotif, teknologi maklumat, telekomunikasi, pembuatan, kuasa, pengangkutan, utiliti dan pembinaan.



Jurutera Elektrik Kuasa

Kerjaya jurutera elektrik kuasa melibatkan kerja mereka bentuk, membangunkan dan menguji sistem, peranti dan peralatan elektrik. Peranan tugas ini merangkumi bidang penjaanaan, penghantaran, pengagihan dan perlindungan kepada semua sektor industri.



Jurutera Reka Bentuk Litar Bersepadu

Kerjaya jurutera reka bentuk litar bersepadu melibatkan penyelidikan, perancangan dan pembangunan reka bentuk litar bersepadu bermula daripada reka bentuk konsep sehinggalah kepada pengeluaran produk.



Jurutera Penyenggaraan Elektrik

Kerjaya jurutera penyenggaraan elektrik melibatkan pemeriksaan, pembaikan dan penyelenggaraan mesin elektrik termasuklah penjana, pengubah, peralatan dan sistem elektrik.



Jurutera Kawalan

Melakukan proses dan automasi di industri termasuklah pengawal logik boleh aturcara, sistem kawalan dan pengaturcaraan sistem.



Jurutera Instrumentasi

Melakukan kerja pengujian litar dan peralatan elektrik dan elektronik, sistem kuasa elektronik, kawalan logik boleh aturcara dan sistem kawalan teragih.



Info Tambahan

Kerjaya	Jurutera reka bentuk litar bersepadu
	Jurutera elektrik kuasa
Peranan	Memenuhi keperluan dan kehendak pengguna
	Mencipta jalan penyelesaian sesuatu masalah
	Membuat penambahbaikan sedia ada produk, sistem dan sebagainya
	Mencipta sesuatu dengan mengambil kira kelestarian alam sekitar, ekonomi, sosial dan sebagainya



Aktiviti

Setiap murid dikehendaki menyenaraikan kerjaya dalam bidang elektrik dan elektronik.

1.2.2 Badan-badan Profesional dalam Bidang Kejuruteraan

Setiap negara yang mengikat perjanjian dalam Perjanjian Washington (*Washington Accord*) akan dikawal selia oleh badan profesional yang telah ditubuhkan di negara masing-masing. Jadual 1.2 merupakan badan profesional di setiap negara manakala Foto 1.9 adalah contoh logo-logo badan profesional dalam bidang kejuruteraan.

Jadual 1.2 Badan profesional dalam bidang kejuruteraan di setiap negara.

Negara	Badan Profesional
Malaysia	Board of Engineers Malaysia
Singapura	Institution of Engineers Singapore
Australia	Engineers Australia
New Zealand	Institution of Professional Engineers New Zealand
Hong Kong China	The Hong Kong Institution of Engineers
Taiwan	Institute of Engineering Education Taiwan
Korea	Accreditation Board for Engineering Education of Korea
Jepun	Japan Accreditation Board for Engineering Education
Turki	MUDEK (Association for Evaluation and Accreditation of Engineering Programs)
United Kingdom	Engineering Council United Kingdom
Ireland	Engineers Ireland
Rusia	Association for Engineering Education of Russia
Kanada	Engineers Canada
United States	Accreditation Board for Engineering and Technology
Afrika Selatan	Engineering Council of South Africa



Foto 1.9 Logo-logo badan profesional dalam bidang kejuruteraan.

Info Tambahan

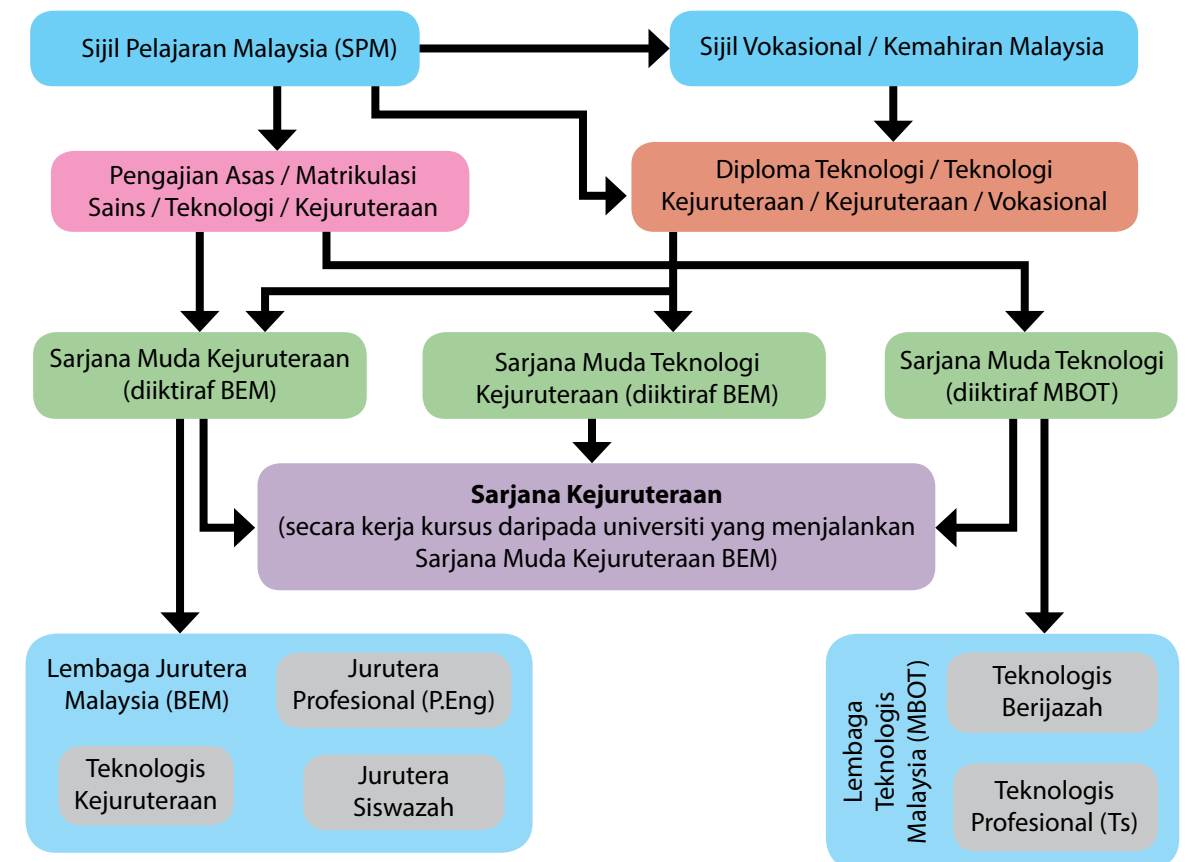
Peranan utama Lembaga Jurutera Malaysia (LJM) adalah mendaftar Jurutera, Pemeriksa Bertauliah, Teknologis Kejuruteraan, Pemeriksa Tapak dan syarikat Amalan Perunding Kejuruteraan seperti pemilik tunggal, perkongsian dan badan korporat yang menyediakan perkhidmatan kejuruteraan profesional. LJM juga mengawal selia kelakuan profesional dan amalan ahli berdaftar untuk melindungi kepentingan orang ramai.

1.2.3 Carta Alir Laluan untuk Menjadi Seorang Jurutera Profesional

Jurutera Bergraduat ialah individu yang berdaftar dengan Lembaga Jurutera Malaysia (LJM) di bawah Seksyen 10 (2) di bawah Akta Pendaftaran Jurutera 1967. Seorang Jurutera Profesional yang berdaftar di bawah Lembaga Jurutera Malaysia:

- Melakukan pekerjaan yang memerlukan beliau untuk melaksanakan kerja-kerja perkhidmatan kejuruteraan dalam bidangnya;
- Layak untuk menggambarkan dirinya atau menggunakan gelaran bagi dirinya:
 - Menggunakan perkataan "Jurutera Profesional" atau yang sama ertinya di dalam bahasa yang lain.
 - Menggunakan perkataan lain di dalam bahasa yang lain bagi tujuan untuk menyatakan bahawa beliau adalah seorang Jurutera Profesional; atau
 - Menggunakan singkatan "Ir." sebelum namanya atau pun singkatan "P.Eng" selepas namanya;
- Menggunakan atau memaparkan apa-apa kad, papan tanda atau apa-apa kaedah yang mewakili atau menunjukkan bahawa beliau adalah seorang Jurutera Profesional;
- Menggunakan cop yang telah ditetapkan oleh Lembaga Jurutera Malaysia.

Rajah 1.2 menunjukkan carta alir menjadi jurutera profesional.



Rajah 1.2 Carta alir laluan menjadi jurutera profesional.

Lima Kod Tatakelakuan Profesional (Code of Professional Conduct) dalam Kejuruteraan Mengikut Lembaga Jurutera Malaysia

Lima Kod Tatakelakuan Profesional dalam kejuruteraan mengikut Lembaga Jurutera Malaysia adalah:

1

Seorang Jurutera Berdaftar mestilah pada setiap masa memberi keutamaan terhadap keselamatan, kesihatan, dan kebajikan kepada orang awam.

2

Seorang Jurutera Berdaftar mestilah mengambil satu tugas jika hanya beliau sememangnya layak berdasarkan pendidikan dan pengalaman dalam bidang spesifik yang beliau ceburi.

3

Seorang Jurutera Berdaftar mestilah mengeluarkan kenyataan awam hanya secara objektif dan perilaku yang jujur.

4

Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak sebagai orang yang dipercayai ataupun pemegang amanah kepada majikan ataupun pelanggan.

5

Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak dengan jujur, bertanggungjawab, beretika dan mengikut lunas undang-undang demi memartabatkan kemuliaan, reputasi dan kebolegunaan profesion.

Sumber: Lembaga Jurutera Malaysia, Pekeliling Bilangan 3/2005, Garis Panduan untuk Kod Tatakelakuan Profesional.

Satu situasi bagaimana seorang jurutera yang beretika dan berintegriti semasa menjalankan tugas adalah seperti berikut:

Seorang jurutera reka bentuk elektrik telah ditugaskan untuk mereka bentuk satu sistem pengagihan yang akan dipelajari oleh pelajar universiti. Sistem ini akan dilengkapi dengan peralatan elektrik seperti pemutus litar voltan tinggi, pengubah, penjana, papan suis utama, peranti faktor kuasa dan beban. Dari segi sosial, jurutera ini telah melaksanakan reka bentuk sistem ini sebaik mungkin khususnya untuk memberikan kefahaman kepada pensyarah dan pelajar yang mengikuti program akademik yang terlibat. Dari segi ekonomi pula, jurutera ini mencadangkan peralatan yang terlibat di dalam reka bentuk tersebut terdiri daripada peralatan yang tahan lasak kerana akan digunakan berulang kali oleh pelajar kerana sebahagian daripada tugas makmal. Dari segi alam sekitar, jurutera ini memastikan bahawa penjana yang akan digunakan di dalam sistem ini adalah penjana bermotor dan bukannya penjana berenjin, demi memastikan tiada asap dan bunyi bising akan dihasilkan ketika penjana digunakan oleh para pelajar.

Kesan Integriti Seorang Jurutera yang Tidak Mengamalkan Kod Tatakelakuan Profesional yang Digariskan kepada Sosial, Ekonomi dan Alam Sekitar

SITUASI	KOD TATAKELAKUAN PROFESIONAL YANG DILANGGAR	KESAN
<p>Kes 1</p> <p>Seorang jurutera elektrik yang berkhidmat dengan sebuah syarikat utiliti air telah ditugaskan untuk mereka bentuk satu sistem bekalan air terawat moden untuk diagihkan kepada pengguna. Kontraktor pembekal pam motor telah menawarkan jurutera tersebut untuk melakukan penipuan dengan matlamat untuk mengurangkan kos sebenar, maka beliau telah mengubah spesifikasi teknikal untuk pam motor tersebut kepada spesifikasi pam motor yang kurang berkualiti dengan kos yang lebih rendah.</p>	Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak dengan jujur, bertanggungjawab, beretika dan mengikut lunas undang-undang demi memartabatkan kemuliaan, reputasi dan kebolegunaan profesion.	<p>Sosial Mendatangkan kesusahan kepada pengguna seperti rumah kediaman, sekolah, kedai makan, pasar, kilang, pejabat dan rumah ibadat (kuil, tokong, surau, masjid).</p> <p>Ekonomi Sering berlaku kerosakan kepada pam motor. Syarikat utiliti air terpaksa menanggung kos membaiki pulih kerosakan tersebut.</p> <p>Alam Sekitar Berpotensi mengakibatkan longkang tersumbat, wabak denggi dan pencemaran alam sekitar.</p>
<p>Kes 2</p> <p>Seorang jurutera elektronik yang berkhidmat dengan syarikat pembuatan kenderaan telah ditugaskan untuk mereka bentuk satu sistem penapisan asap ekzos kenderaan moden untuk model kenderaan baharu yang bakal dikeluarkan. Disebabkan kekangan masa, jurutera tersebut telah menghasilkan satu reka bentuk sistem penapisan asap ekzos kenderaan moden yang tidak mematuhi piawaian indeks pencemaran asap kenderaan di beberapa buah negara. Hasil daripada aktiviti promosi yang berkesan, beribu-ribu kenderaan ini telah mendapat tempahan untuk dieksport ke negara luar.</p>	Seorang Jurutera Berdaftar mestilah bertindak sebagai orang yang dipercayai ataupun pemegang amanah kepada majikan ataupun pelanggan.	<p>Sosial Perkara ini mendapat publisiti umum di semua media berita di seluruh dunia dan telah menjejaskan penjenamaan kenderaan ini terhadap orang awam.</p> <p>Ekonomi Pemilik kenderaan telah menyaman syarikat pengeluar kenderaan berkenaan melibatkan jutaan ringgit. Akibatnya, syarikat ini terpaksa menanggung kerugian yang amat tinggi dan berisiko untuk mufliis.</p> <p>Alam Sekitar Menyumbang kepada pencemaran udara, penipisan lapisan ozon dan meningkatkan kesan gas rumah hijau.</p>

SITUASI	KOD TATAKELAKUAN PROFESIONAL YANG DILANGGAR	KESAN
<p>Kes 3</p> <p>Seorang jurutera elektrik yang berkhidmat dengan sebuah kilang pengeluaran semikonduktor telah diberikan masa yang singkat untuk mewujudkan unit pengeluaran untuk produk baharu yang berteraskan teknologi moden. Kekangan masa telah menyebabkan beliau mencadangkan kepada pengurusan kilang untuk membeli mesin yang mudah untuk diperolehi, namun menghasilkan banyak sisa bahan kimia. Akibat kekurangan ruang untuk menyimpan sisa bahan kimia, jurutera tersebut telah membuat keputusan untuk membuang sisa bahan kimia tersebut ke dalam longkang pada waktu hujan.</p>	<p>Seorang Jurutera Berdaftar mestilah memberi keutamaan terhadap keselamatan, kesihatan dan kebajikan kepada orang awam pada setiap masa.</p>	<p>Sosial Berlaku keracunan gas kepada murid dan guru di sebuah sekolah berhampiran.</p> <p>Ekonomi Kilang tersebut diarahkan untuk menghentikan operasinya selama empat belas hari bagi membolehkan siasatan dibuat. Ini menyebabkan pekerja kehilangan sumber pendapatan dan pekerjaan.</p> <p>Alam Sekitar Menyumbang kepada pencemaran air, menyebabkan ikan di sungai mati kerana air yang telah tercemar.</p>

1.2.6 Langkah Mengatasi Isu Berkaitan Etika dan Integriti di Tempat Kerja

Etika dan integriti harus dibudayakan agar sebatik dalam diri setiap warga Malaysia melalui pembudayaan kerja yang berkualiti serta penunjuk prestasi yang ditetapkan dan bukannya kuantiti. Kuantiti tidak akan bermakna jika hasil kerja itu tidak berkualiti, tidak beretika dan berintegriti yang akan menjejaskan sosial, ekonomi dan alam sekitar sesebuah negara. Bagi mengatasi isu berkaitan etika dan integriti di tempat kerja, satu unit etika dan integriti wajar diwujudkan oleh setiap majikan. Unit ini akan menjalankan dua fungsi utama iaitu:

- (i) Memantau aktiviti kerja berdasarkan prosedur operasi piawai yang ditetapkan.
- (ii) Menyiasat sebarang laporan yang dikemukakan terhadap mana-mana kakitangan yang berkaitan dengan etika dan integriti.

Tindakan susulan daripada unit ini akan dibawa ke jawatankuasa tata tertib yang akan bersidang dan membicarakan kakitangan yang didakwa mempunyai isu etika dan integriti. Sekiranya kes yang dirujuk mempunyai kaitan dengan pihak luar, maka laporan kepada Suruhanjaya Pencegahan Rasuah Malaysia (SPRM) juga wajar dibuat.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/lembaga-jurutera-malaysia-3/> untuk mendapatkan maklumat berkaitan etika jurutera daripada Lembaga Jurutera Malaysia.



Electric Master Consultancy Services merupakan sebuah firma perunding yang mempunyai kepakaran di dalam bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik. Projek perundingan terkini yang sedang dikendalikan oleh firma di bawah seliaan Ir. Kamal ialah mereka bentuk sistem pencahayaan pintar untuk ruang pengujian kereta di kilang Honda Malaysia. Disebabkan kesibukan dan kekangan masa, Ir. Kamal telah mengemukakan cadangan reka bentuk sistem tersebut berasaskan kepada sistem yang dibekalkan oleh Syarikat Electro Ventures Sdn. Bhd. iaitu syarikat yang dimiliki oleh rakan karibnya Encik Selvam. Ir. Kamal mengetahui bahawa sistem tersebut tidak sepenuhnya mematuhi keperluan teknikal yang ditetapkan untuk ruang pengujian kereta, namun beliau tidak mempunyai pilihan lain selain daripada meneruskan cadangan tersebut. Adakah Ir. Kamal melanggar Peraturan Lembaga Jurutera Malaysia mengenai Kod Tatakelakuan Profesional? Huraikan jawapan anda.





1.3 Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.3.1 Menyatakan kepentingan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP).
- 1.3.2 Menerangkan jenis kemalangan elektrik di tempat kerja.
 - (i) Renjatan elektrik
 - (ii) Letupan
 - (iii) Kebakaran
- 1.3.3 Membezakan kesan renjatan elektrik kepada tubuh badan manusia mengikut kadar nilai arus.
- 1.3.4 Menentukan keutamaan langkah menjalankan pertolongan cemas terhadap mangsa renjatan elektrik.
- 1.3.5 Mencadangkan langkah mengatasi kemalangan di tempat kerja.

Keselamatan dan kesihatan pekerjaan ialah penyediaan persekitaran kerja yang kondusif dan langkah berjaga-jaga yang bersesuaian untuk mencegah pekerja mendapat kecederaan atau risiko kesihatan akibat aktiviti kerja yang dijalankan. Bagi menyokong tujuan ini, satu dasar keselamatan dan kesihatan pekerjaan telah diwujudkan dan akan melalui kajian semula dari semasa ke semasa.

Dasar Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan adalah secara berterusan meningkatkan kualiti produk, perkhidmatan serta prestasi keselamatan dan kesihatan kakitangan di samping mereka yang berkaitan. Pihak pengurusan dan kakitangannya akan sama-sama berusaha untuk mencegah sebarang potensi ketidakakuran produk dan perkhidmatannya serta sebarang kemungkinan kecederaan dan penyakit dari insiden yang berlaku di tempat kerja. Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP) komited untuk:

- 1 Menyediakan dan menyelenggara suatu tempat dan sistem kerja yang berkualiti, selamat serta sihat dari sebarang bahaya dan risiko.
- 2 Memastikan bahawa semua kakitangan adalah diberi maklumat, arahan, latihan dan penyeliaan berkenaan cara untuk menjalankan tugas dengan selamat dan tanpa risiko kepada kesihatan.
- 3 Menyiasat semua ketidakakuran produk dan perkhidmatannya, insiden, penyakit pekerjaan, keracunan pekerjaan dan kejadian berbahaya serta mengambil langkah-langkah untuk memastikan masalah tersebut tidak berulang lagi.
- 4 Mengenal pasti, mematuhi kehendak-kehendak pelanggan, perundangan dan lain-lain keperluan seperti yang ditetapkan di dalam Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994, peraturan-peraturannya dan tataamalan industri yang diluluskan.
- 5 Mempromosikan dan mencapai objektif kualiti, keselamatan dan kesihatan pekerjaan, prosedur kerja, peraturan-peraturan dan garis panduan keselamatan dan kesihatan pekerja di seluruh negara.

Sumber: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, Kementerian Sumber Manusia <http://www.dosh.gov.my/index.php/ms/about-us/dosh-policy>.

1.3.1

Kepentingan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (AKKP) atau *Occupational Safety and Health Act (OSHA)* oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP)

Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan telah digubal pada 25 Februari 1994 dan bertujuan bagi memastikan keselamatan, kesihatan dan kebajikan semua orang di tempat kerja. Akta ini telah digubal berdasarkan konsep peraturan sendiri dengan tanggungjawab utama bagi memastikan keselamatan dan kesihatan di tempat kerja terhadap orang yang mewujudkan risiko dan bekerja dengan risiko. Akta ini menyediakan proses perundangan pada peringkat dasar dengan penubuhan Majlis Negara bagi keselamatan dan kesihatan pekerjaan. Proses perundangan juga merangkumi program keselamatan dan kesihatan yang dilaksanakan oleh majikan dan wakil pekerja sebagai ahli jawatankuasa keselamatan dan kesihatan.

- 1 Memastikan keselamatan, kesihatan dan kebajikan orang-orang yang sedang bekerja terhadap risiko kepada keselamatan atau kesihatan yang berbangkit daripada aktiviti orang-orang yang sedang bekerja.
- 2 Melindungi orang-orang di tempat kerja selain daripada orang-orang yang sedang bekerja terhadap risiko keselamatan atau kesihatan yang berbangkit daripada aktiviti orang-orang yang sedang bekerja.
- 3 Menggalakkan suatu persekitaran pekerjaan bagi orang-orang yang sedang bekerja yang disesuaikan dengan keperluan fisiologi dan psikologi mereka.
- 4 Mengadakan cara yang menurutnya perundangan keselamatan dan kesihatan pekerjaan yang berkaitan boleh digantikan secara berperingkat-peringkat oleh sistem peraturan dan tatacara amalan industri yang diluluskan, yang berjalan secara bergabung dengan peruntukan akta ini yang dimaksudkan untuk mengekalkan atau memperbaiki standard keselamatan dan kesihatan.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/jabatan-keselamatan-dan-kesihatan-pekerjaan-malaysia/> untuk maklumat lanjut mengenai Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKKP).

Peraturan dan keselamatan di makmal atau bengkel mestilah dipatuhi semasa melaksanakan kerja. Dengan adanya peraturan yang ditetapkan, murid dilatih menjadi pekerja yang berdisiplin di samping menjalani kerja-kerja yang teratur dan lancar. Ini dapat mengelakkan daripada berlaku kemalangan ketika menjalankan kerja. Jenis-jenis kemalangan elektrik boleh diklasifikasikan kepada tiga:

(i) Renjatan elektrik

Renjatan elektrik berlaku apabila seseorang tersentuh atau terdedah kepada punca elektrik. Arus elektrik yang melalui tubuh badan (badan manusia adalah pengalir elektrik) berpotensi menyebabkan individu itu mengalami kecederaan pada bahagian yang tersentuh (*thermal burns*), berlakunya kecederaan dalaman pada otot atau organ dan gangguan pada degupan jantung.

Faktor

Faktor utama yang dikenal pasti sering menjadi penyebab kepada seseorang itu terkena renjatan elektrik adalah seperti berikut:

- (i) Kecuaian
- (ii) Arus bocor
- (iii) Pengalir atau kabel putus / terdedah
- (iv) Sentuhan langsung atau tidak langsung

Contoh

i Kecuaian

Jika pekerjaan yang dilakukan tanpa penumpuan yang sepenuhnya, kecuai dalam mengendalikan kerja itu akan berlaku. Contohnya, kerja-kerja senggaraan atau ujian dilakukan tanpa memutuskan bekalan.

ii Arus bocor

Arus bocor boleh menyebabkan bingkai logam menjadi hidup dan boleh mendatangkan bahaya kejutan elektrik apabila pengguna terpegang bingkai logam berkenaan.

iii Pengalir atau kabel putus/terdedah

Pengalir atau kabel putus/terdedah dan hidup adalah sangat bahaya. Elakkan daripada memegang kabel berkenaan dan mestilah melaporkan pada pihak yang bertanggungjawab dengan segera.

iv Sentuhan langsung atau tidak langsung

Sentuhan langsung bermaksud pengguna mendapat renjatan dengan menyentuh pengalir hidup secara langsung. Contohnya, memegang kabel rosak (tanpa penebat) atau menyentuh bahagian pengalir hidup yang terdedah.

Kejutan elektrik yang berlaku disebabkan sentuhan sesuatu yang bersambung dengan pemasangan elektrik tetapi bukan sentuhan secara langsung dengan pengalir hidup, mungkin disebabkan oleh kerosakan peralatan atau pemasangan. Kejutan ini mungkin berlaku disebabkan oleh sentuhan yang berlaku antara pengguna dengan pemasangan atau peralatan yang langsung tidak disambung dengan bekalan elektrik tetapi menjadi punca hidup bila berlaku kerosakan.

(ii) Letupan atau Lampau Kilat (*Flashover*)

Letupan atau lampau kilat merupakan keadaan di mana manusia berisiko tinggi untuk mengalami kecederaan atau kehilangan nyawa disebabkan oleh aliran arus elektrik yang gagal untuk digunakan dengan selamat.

Faktor

Letupan atau lampau kilat umumnya berlaku disebabkan oleh:

- (i) Litar pintas
- (ii) Percikan daripada sambungan elektrik yang tidak sempurna atau tidak ketat
- (iii) Aktiviti pensuisan yang melibatkan arus berkadaran tinggi

Contoh

(i) Litar pintas

Jenis litar pintas yang berpotensi mengakibatkan letupan adalah apabila kabel fasa (*live*) bersentuhan secara langsung dengan kabel neutral. Di antara perkara yang boleh menyebabkan litar pintas ialah tidak menggunakan kod warna kabel yang betul, usia pendawaian yang sudah terlalu lama dan penggunaan saiz kabel yang tidak memenuhi keupayaan membawa arus.

(ii) Percikan daripada sambungan elektrikal yang tidak sempurna atau tidak ketat

Tamatan (*termination*) yang tidak ketat juga boleh mengakibatkan lampau kilat untuk berlaku. Biasanya tamatan yang tidak ketat ini disebabkan oleh skru yang telah rosak ataupun kecuai individu yang melakukan tamatan tersebut.

(iii) Aktiviti pensuisan yang melibatkan arus berkadaran tinggi

Apabila sesuatu papan suis sedang mengendalikan beban dengan kadaran arus yang tinggi sangat berisiko untuk melaksanakan kerja-kerja pensuisan di papan suis tersebut. Namun begitu, tiada pengecualian tempat papan suis tersebut perlu disenggarakan. Sesentuh pada papan suis yang telah haus merupakan antara punca utama kejadian lampau kilat boleh berlaku.

(iii) Kebakaran

Kebakaran adalah bencana alam yang tidak dapat diduga oleh manusia. Apabila berlakunya kebakaran maka banyak harta benda yang musnah dan kehilangan nyawa. Banyak atau sedikitnya kemusnahan bergantung kepada besar atau kecilnya kebakaran tersebut. Kebakaran juga akan menyebabkan berlakunya trauma kepada mangsa disebabkan kehilangan harta benda atau nyawa.

Bagi mengelakkan berlakunya bencana ini, maka pengawasan dan kesedaran perlulah diberi keutamaan serta pengetahuan langkah-langkah pencegahan hendaklah dipelajari. Terdapat banyak alat-alat pencegahan kebakaran diperkenalkan kepada awam dan cara penggunaannya oleh pihak-pihak tertentu seperti Jabatan Bomba dan Penyelamat, Jabatan Perkhidmatan Awam dan lain-lain agensi.

Faktor

Kebakaran biasanya berlaku daripada kelalaian manusia sendiri. Namun begitu, kebakaran boleh dibahagikan kepada dua peringkat iaitu:

- (i) Kelalaian manusia
- (ii) Kerosakan elektrik

Contoh

i

Kelalaian manusia:

- Pembuangan puntung rokok
- Api lilin atau pelita minyak
- Pembakaran sampah
- Perbuatan khianat

ii

Kerosakan elektrik:

- Kerosakan alat elektrik
- Sambungan wayar atau kabel yang tidak mengikut peraturan
- Litar pintas atau kebocoran arus elektrik
- Kilat atau petir
- Kerosakan peralatan memasak

Info Tambahan

Kimia Kebakaran

Kebakaran adalah hasil tindak balas kimia yang melibatkan tiga elemen iaitu:

1. Haba
2. Bahan api
3. Oksigen

Sumber: Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.



Tahukah Anda

Setiap satu daripada tiga elemen ini boleh digunakan sebagai salah satu kaedah bagi pencegahan kebakaran seperti berikut:

1. Haba – menggunakan kaedah menyejukkan (*cooling*).
2. Bahan api – menggunakan kaedah melaparkan (*starvation*).
3. Oksigen – menggunakan kaedah melemaskan (*smothering*).

Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi kebakaran boleh dibahagikan kepada enam iaitu:

1 Api Kelas A

Kebakaran yang melibatkan bahan-bahan pepejal, biasanya terdiri daripada organik semula jadi atau yang mengandungi unsur karbon, di mana pembakaran biasanya berpunca daripada unggun api seperti kayu, kertas, kain dan sampah-sarap.

2 Api Kelas B

Kebakaran yang melibatkan cecair mudah terbakar atau bahan-bahan pepejal cecair ataupun cecair yang mengandungi hidrogen karbon seperti minyak petrol, gasolin, cat, plastik.

3 Api Kelas C

Kebakaran yang melibatkan gas mudah terbakar ataupun gas cecair mudah terbakar, di mana apabila bercampur dengan oksigen akan terbakar dengan hanya satu percikan api seperti butana, ammonia, hidrogen dan *acetylene*.

4 Api Kelas D

Kebakaran yang melibatkan logam yang boleh terbakar dengan reaktif dan pantas serta boleh mengakibatkan terjadinya letupan (terutamanya logam beralkali (lithium, potasium), logam bumi beralkali (magnesium, dan elemen daripada Kumpulan 4 seperti titanium, zirconium).

5 Api Kelas E

Kebakaran yang melibatkan peralatan dan perkakasan elektrik yang “hidup” termasuklah pendawaian dan papan pengagihan.

6 Api Kelas F

Kebakaran yang melibatkan medium masakan (lemak dan minyak sayuran atau haiwan) pada peralatan memasak.

Sumber: Jabatan Standard Malaysia, Malaysian Standard MS 1182:2017 - Klasifikasi Kebakaran, 2017 <http://www.jsm.gov.my/ms/standards>.

Info Tambahan

Jenis-jenis pemadam api yang digunakan di Malaysia:



Ringkasan yang mengaitkan antara kelas kebakaran, jenis kebakaran dan jenis pemadam api boleh dilihat seperti di Jadual 1.3 berikut:

Jadual 1.3 Ringkasan berkaitan kelas kebakaran, jenis kebakaran dan jenis pemadam api.

Kelas Kebakaran	Jenis Kebakaran	Jenis Pemadam Api
A	Kayu Kertas Kain Sampah-sarap	Alat Pemadam Api Jenis Air Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Air Semburan
B	Minyak Varnis Cat Plastik	Alat Pemadam Api Jenis Buih Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Alat Pemadam Api Jenis Gas Air Semburan
C	Gas butana Gas propana Gas acetylene	Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Alat Pemadam Api Jenis Karbon Dioksida Alat Pemadam Api Jenis Gas
D	Logam potasium Logam sodium Logam lithium Logam magnesium	Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Abu Soda Pasir Kering
E	Perkakas elektrik Papan agihan Pendawaian elektrik	Alat Pemadam Api Jenis Karbon Dioksida Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Air Semburan
F	Minyak masak yang digunakan secara komersial	Alat Pemadam Api Jenis Debu Kering Alat Pemadam Api Jenis Buih Air Semburan

Sumber: Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia.

1.3.3 Kesan Renjatan Elektrik kepada Tubuh Badan Manusia Mengikut Kadar Nilai Arus

Umumnya, tubuh setiap manusia mempunyai nilai rintangan yang berbeza-beza. Namun demikian, ketahanan tubuh manusia terhadap kekuatan renjatan adalah hampir sama seperti di Jadual 1.4 berikut:

Jadual 1.4 Ketahanan tubuh manusia terhadap kekuatan elektrik.

Kadaran Arus	Kesan kepada manusia
3 mA	Kejutatan lembut
7 mA	Kejutatan elektrik yang sakit
20 mA	Kesukaran bernafas
70 mA	Risiko kematian
700 mA	Tisu badan melecur
3000 mA	Jantung terhenti

Sumber: National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH).

1.3.4

Keutamaan Langkah Menjalankan Pertolongan Cemas Terhadap Mangsa Renjatan Elektrik

Pengertian pertolongan cemas ialah pertolongan yang diberikan kepada seseorang yang sakit atau cedera supaya dapat mengelak keadaan mangsa menjadi lebih teruk sementara menantikan ketibaan doktor atau sebelum dibawa ke hospital.

1. Matikan bekalan elektrik:

Matikan bekalan elektrik di suis utama.



2. Pisahkan mangsa dari sumber elektrik:

Guna objek penebat seperti kayu untuk memisahkan mangsa dari sumber elektrik. Pastikan berdiri di atas bahan penebat seperti alas kaki getah. Jangan sesekali cuba menyelamatkan mangsa jika insiden ini berlaku di kawasan bervoltan tinggi.



3. Jika mangsa sedarkan diri:

Rawat kecederaan seperti pendarahan, luka terbakar atau patah tulang.



Langkah-langkah yang perlu dilakukan ketika berhadapan dengan mangsa renjatan elektrik

6. Dapatkan bantuan kecemasan:

Hubungi ambulans dan paramedik. Awasi dan catatkan tanda vital mangsa dari semasa ke semasa hingga bantuan tiba.



5. Lindungi mangsa daripada suhu yang melampau:

Longgarkan pakaian yang ketat pada leher, dada dan pinggang. Selimutkan badan dan kaki mangsa jika perlu.



4. Lakukan CPR:

Jika mangsa tidak sedarkan diri, berikan pernafasan bantuan dan pemulihan pernafasan kardiopulmonari (CPR).



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/langkah-langkah-melakukan-cpr-kepada-mangsa-terkena-renjatan-elektrik/> untuk menonton video langkah-langkah melakukan CPR kepada mangsa yang terkena renjatan elektrik.

Kemalangan boleh mengakibatkan kecederaan, kecacatan anggota badan dan kehilangan nyawa. Kemalangan di tempat kerja boleh dielakkan sekiranya aspek-aspek keselamatan di tempat kerja dipatuhi sepenuhnya sepanjang masa. Peraturan keselamatan yang harus dipatuhi merangkumi keselamatan diri, keselamatan peralatan dan mesin, dan keselamatan persekitaran.

1. Keselamatan Diri:

(i) Cara berpakaian:



- Berpakaian kemas dan tidak memakai pakaian labuh dan terjuntaai seperti tali leher yang boleh mengganggu dan membahayakan.
- Tidak memakai barang-barang kemas seperti cincin, jam tangan, kalung, rantai dan sebagainya semasa bekerja dengan litar elektrik hidup.
- Memakai pakaian keselamatan seperti sarung tangan penebat, kasut keselamatan, topi keselamatan, penghadang muka dan sebagainya.

(ii) Sikap

- Sentiasa tenang dalam menjalankan tugas.
- Jangan panik atau cemas apabila berlaku sesuatu kemalangan.

(iii) Keadaan fizikal

- Memastikan diri dalam keadaan sihat.
- Tidak mengambil ubat yang mungkin menyebabkan mengantuk.
- Memastikan diri mendapat rehat yang secukupnya.

2. Keselamatan Sewaktu Menggunakan Alat atau Mesin:

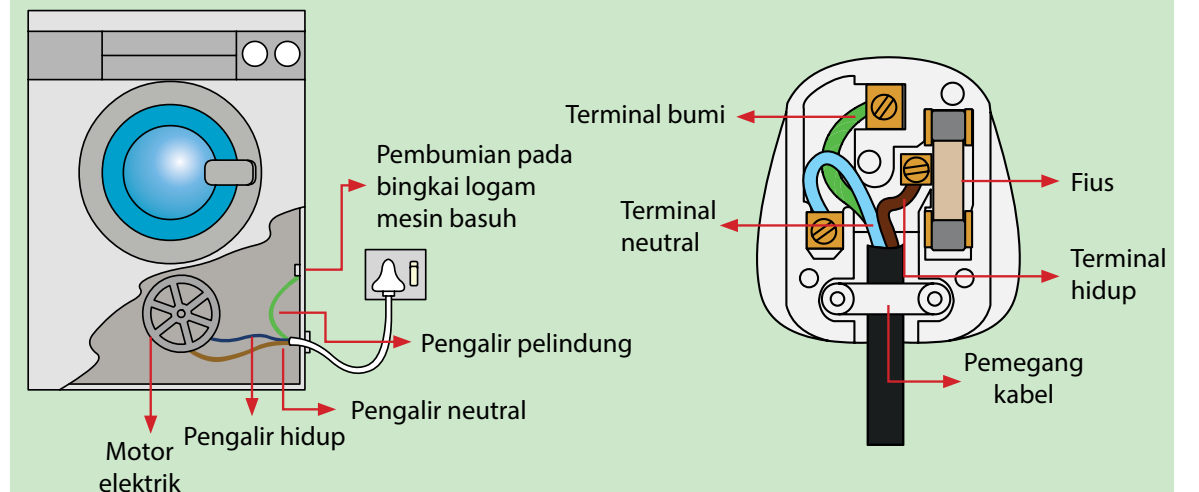
(i) Peraturan keselamatan sewaktu mengendalikan alat dan mesin adalah:

- Jangan menggunakan sesuatu alat atau mesin tanpa mengetahui cara penggunaan yang betul.
- Jangan menggunakan atau membaiki alat atau mesin tanpa keizinan guru.
- Alat atau mesin yang rosak atau mengalami sedikit kerosakan perlulah diperbaiki sebelum digunakan.
- Jangan cuba membaiki alat atau mesin tanpa pengetahuan guru.
- Peralatan kerja perlulah disimpan di tempat yang betul supaya mudah dicari apabila diperlukan.
- Bersihkan alatan setelah digunakan dan disimpan di tempat asal.
- Jangan biarkan mesin dihidupkan tanpa diawasi.
- Gunakan penutup mata (goggles), muka, telinga atau hidung di tempat kerja yang memerlukan.
- Patuhi peraturan penggunaannya walaupun anda telah biasa dengannya.
- Jangan ditutup atau dibuang tanda-tanda arahan atau amaran yang terdapat pada alat-alat atau mesin kerana pengguna lain mungkin tidak mengetahuinya.

(ii) Terdapat juga faktor keselamatan khusus yang perlu dipatuhi seperti yang digariskan oleh Suruhanjaya Tenaga (ST):

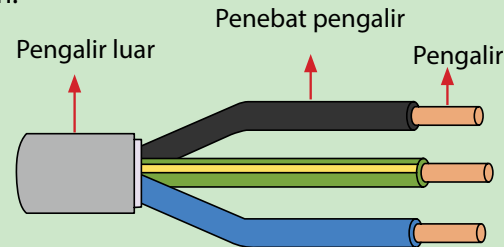
(a) Pengebumian

- Mewujudkan pengebumian yang sempurna. Pengebumian amat penting untuk melindungi pengguna daripada risiko renjatan elektrik jika berlaku sentuhan terus dengan bingkai logam pada peralatan atau mesin yang terdapat kebocoran arus elektrik.



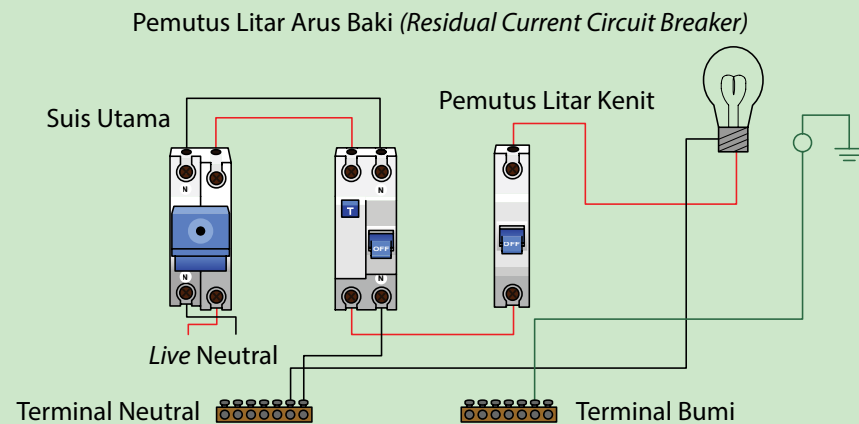
(b) Penebatan

- Memastikan penebatan yang betul dan dalam keadaan baik. Penebat digunakan untuk mengelakkan berlakunya litar pintas, letupan dan juga renjatan elektrik. Saiz penebat ditentukan berdasarkan keupayaan membawa arus oleh pengalir yang digunakan untuk memberikan bekalan elektrik kepada sesuatu peralatan atau mesin.



(c) Peranti pelindung

- Peranti pelindung digunakan untuk memberikan perlindungan dengan memutuskan litar sekiranya berlaku dua perkara iaitu arus bocor ke bumi dan arus lebih atau beban lampau. Kapasiti pemutusan peranti pelindung ditentukan berdasarkan kadar arus yang digunakan oleh sesuatu peralatan atau mesin.



Latihan

Berikut merupakan beberapa kes kecederaan dan kemalangan maut yang disebabkan oleh renjatan elektrik. Cadangkan langkah yang sewajarnya dilakukan agar kemalangan yang serupa boleh dielakkan daripada berulang kembali pada masa akan datang.

Kes 1

TAIPING 19 Dis. - Tiga pekerja subkontraktor Tenaga Nasional Berhad (TNB) melecur setelah terkena renjatan elektrik ketika menjalankan kerja-kerja pembaikan kabel di hadapan sebuah kilang di Jalan Perusahaan Tiga Kamunting di sini hari ini. Kejadian tersebut menyebabkan Mohd. Syawal Che Rose, 30, parah apabila melecur 50 peratus di beberapa bahagian badan termasuk tangan, muka dan kaki. Dua rakannya, G. Muniandy, 39, dan Ahmad Nor Fitri Saidin, 21, pula masing-masing melecur 20 dan 10 peratus di badan. Difahami, kejadian itu berlaku apabila jentera yang digunakan pekerja terbabit untuk mengorek tanah telah terkena kabel dan tiba-tiba meletup. Ketua Balai Bomba dan Penyelamat Kamunting, Muhamad Yassir Adnan berkata, enam anggota termasuk pegawai ke tempat kejadian sebaik sahaja menerima panggilan kecemasan pada pukul 11 pagi. "Kerja-kerja menyelamatkan mangsa yang melecur segera dijalankan, Mohd. Syawal dihantar ke Hospital Taiping menggunakan jentera Unit Bantuan Perkhidmatan Kecemasan (EMRS). "Dua lagi mangsa turut dibawa ke hospital sama menaiki ambulans bagi mendapatkan rawatan lanjut," katanya - UTUSAN ONLINE

Sumber: <http://www.utusan.com.my/berita/nahas-bencana/tiga-cedera-kena-renjatan-elektrik-ketika-korek-tanah-1.807557>

Kes 2

REMBAU 4 Dis. - Seorang remaja lelaki berusia 16 tahun meninggal dunia selepas terkena renjatan elektrik di rumahnya di Kampung Baru Gaing, Pedas, dekat sini semalam. Ketua Polis daerah, Deputy Superintenden Anuar Bakri Abdul Salam berkata, mangsa Mohd. Aidil Azzahar Zaharin ditemukan meninggal dunia dalam keadaan tertiarap di lantai bilik tidur oleh ibunya kira-kira pukul 12.45 tengah hari. "Ibu mangsa, Jamaiyah Amizah yang pulang dari bekerja cuba mengejutkan anaknya tetapi mangsa tidak bergerak dan seluruh badan anaknya sejuk. Pemeriksaan ke atas tubuhnya mendapati tiada kesan lebam atau luka tetapi di telinga sebelah kiri terdapat kesan darah. "Selain itu, sebuah telefon bimbit yang sedang dicas ditemukan berdekatan mangsa. Fon telinga pula masih terpasang di telinga kiri dan terdapat kesan terbakar," katanya dalam satu kenyataan, di sini hari ini. Anuar Bakri berkata, mayat pelajar itu dihantar ke Hospital Tuanku Ja'afar di Seremban dan hasil bedah siasat mengesahkan mangsa meninggal dunia akibat terkena renjatan elektrik - UTUSAN ONLINE

Sumber: <http://www.utusan.com.my/berita/nahas-bencana/remaja-maut-terkena-renjatan-elektrik-ketika-cas-telefon-1.799338>

3. Keselamatan Persekitaran:

- Memastikan ruang bekerja, makmal atau bengkel mendapat pencahayaan yang mencukupi.
- Ruang kerja haruslah dibersihkan setiap kali tugas amali selesai dijalankan.
- Kedudukan alat pemadam api perlu dikenal pasti supaya mudah digunakan apabila berlaku kebakaran.
- Kedudukan peti pertolongan cemas perlu dikenal pasti. Kandungan peti pertolongan cemas yang rosak, hilang atau habis perlulah dilaporkan kepada guru.
- Laluan kecemasan tidak dihalang atau ditutup oleh kerusi, meja dan sebagainya.
- Memastikan makmal atau bengkel dilengkapi dengan sistem pengudaraan yang baik.
- Tidak membuat bising agar arahan guru dapat didengari dan difahami dengan jelas.



1.4 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 1.4.1 Menyenaraikan aliran proses reka bentuk kejuruteraan.
- Mengenal pasti masalah
 - Menganalisis masalah
 - Mereka bentuk cadangan penyelesaian
 - Memilih penyelesaian
 - Membina prototaip
 - Menguji prototaip
 - Penambahbaikan reka bentuk mengikut keperluan

Seorang jurutera lazimnya akan terlibat dengan aktiviti kerja seperti mereka bentuk penyelesaian kejuruteraan bagi suatu permasalahan ataupun projek baharu. Sekiranya tugas tersebut bertujuan untuk penyelesaian masalah, maka seorang jurutera itu haruslah menggunakan pendekatan berdasarkan teori kawalan kualiti yang sesuai bagi mengenal pasti punca sebenar kepada permasalahan tersebut. Penyelesaian secara kekal harus dilakukan supaya masalah yang sama tidak timbul pada masa akan datang.

Sekiranya tugas tersebut merupakan suatu projek baharu, maka seorang jurutera itu haruslah mengambil kira faktor-faktor yang berkaitan dengan keperluan akta dan peraturan yang sedang berkuatkuasa. Hal ini bertujuan untuk mengelakkan projek tersebut berdepan dengan sebarang isu atau tindakan undang-undang apabila telah siap kelak.

Kepentingan Reka Bentuk

Reka bentuk adalah amat penting untuk diaplikasikan bagi tujuan:

- Menyelesaikan masalah
- Meningkatkan kualiti produk atau sistem
- Menjamin keselamatan pengguna dan kesejahteraan alam
- Memberikan saingan dan menguasai pasaran di industri

Info Tambahan

Proses reka bentuk kejuruteraan ini akan digunakan pada projek mini (langkah v hingga vii) dan juga secara keseluruhan pada projek akhir di Tingkatan 5.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/aktiviti-proses-reka-bentuk-kejuruteraan/> untuk aktiviti berkaitan proses reka bentuk kejuruteraan.

1.4.1

Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

1 Mengenal Pasti Masalah

- Mengenal pasti punca sebenar suatu masalah adalah penting agar masalah yang sama tidak akan berlaku pada masa akan datang.
- Antara pendekatan yang boleh digunakan bagi mengenal pasti punca sebenar suatu masalah ialah menggunakan kaedah "Kaizen" (penambahbaikan berterusan).
- Berdasarkan kaedah ini, punca sebenar suatu masalah akan dikenal pasti dengan melihat kepada empat faktor iaitu manusia, mesin, kaedah dan bahan.

2 Menganalisis Masalah

- Masalah yang telah dikenal pasti seterusnya akan dianalisis puncanya sama ada disebabkan oleh faktor alam semula jadi atau tingkah laku manusia.
- Aktiviti menganalisis yang boleh dilaksanakan termasuklah melakukan lawatan tapak, mengambil sampel, menemu duga saksi atau penduduk, membuat pembacaan ke atas rekod-rekod kes lama jika ada, merujuk kepada akta dan peraturan yang berkuatkuasa dan juga melakukan simulasi menggunakan perisian kejuruteraan tertentu.

3 Mereka Bentuk Cadangan Penyelesaian

- Berdasarkan kepada analisis terhadap masalah yang telah dikenal pasti, beberapa reka bentuk cadangan penyelesaian yang menggunakan pendekatan kejuruteraan akan dikemukakan.
- Setiap reka bentuk cadangan penyelesaian yang dikemukakan akan dirujuk kepada agensi-agensy kerajaan dan swasta, pihak berkuasa tempatan serta penduduk setempat.

4 Memilih Penyelesaian

- Kebarangkalian yang wujud hasil daripada simulasi perisian kejuruteraan dapat memberikan gambaran sama ada reka bentuk cadangan penyelesaian masalah itu akan berfungsi dengan baik ataupun sebaliknya.
- Reka bentuk penyelesaian akan dipilih setelah mengambil kira faktor-faktor penting seperti kos, jangka masa ketahanan, kesan kepada penduduk setempat, kesan kepada alam sekitar, keberkesanan dan nilai estetika.

5 Membina Prototaip

- Prototaip akan dibina berdasarkan kepada reka bentuk penyelesaian masalah yang dipilih berdasarkan spesifikasi teknikal yang ditetapkan.
- Implikasi kewangan amat signifikan untuk diambil kira bagi membina prototaip tersebut.
- Ada kemungkinan juga seseorang jurutera akan berurusan dengan pihak luar bagi membina prototaip tersebut berdasarkan kepakaran yang dimiliki.

6 Menguji Prototaip

- Prototaip perlu diuji untuk melihat kefungsiannya, keberkesanan operasinya, ketahanannya, keboleharapannya dan ketepatannya seperti yang telah ditetapkan di dalam reka bentuk penyelesaian masalah.
- Prototaip perlu diuji di dalam situasi yang pelbagai.

7 Penambahbaikan Reka Bentuk Mengikut Keperluan

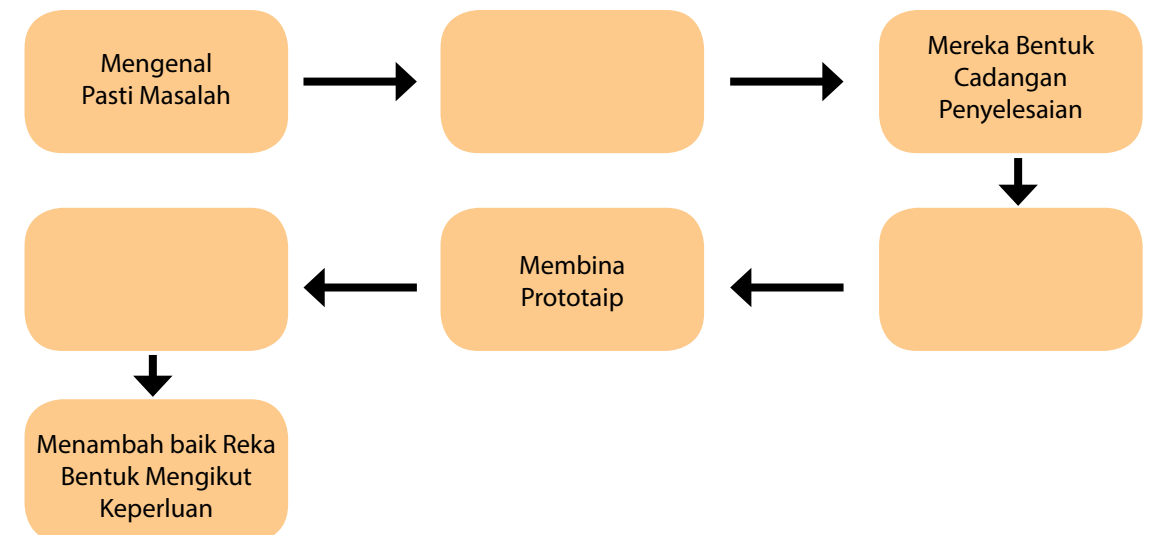
- Prototaip yang telah diuji akan memberikan jurutera maklumat dan merujuk semula reka bentuk penyelesaian masalah yang asal untuk sebarang penambahbaikan.
- Ini termasuklah sama ada membuat semula pengiraan teori ataupun membuat semula simulasi menggunakan perisian kejuruteraan.
- Segala kelemahan atau potensi kegagalan dapat dijangka dengan lebih awal dan langkah penyelesaian dapat dirangka seawal mungkin.
- Prototaip akhir yang dibina akan berfungsi dengan lebih baik dan memberikan input dengan lebih tepat sebelum reka bentuk penyelesaian tersebut dapat disahkan menjadi penyelesaian kekal kepada satu-satu masalah kejuruteraan.

Latihan

1. Senaraikan lima contoh badan profesional dalam bidang kejuruteraan di seluruh dunia yang telah menandatangani perjanjian Washington.
2. Berdasarkan Lembaga Jurutera Malaysia atau Institut Jurutera Malaysia, lakarkan carta alir laluan untuk seseorang itu menjadi jurutera profesional.
3. Isikan ruang kosong di bawah dengan kerjaya dan peranan jurutera di tempat kerja mengikut subbidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.

Bil.	Contoh Kerjaya	Peranan
1.		Melibatkan mereka bentuk, membangunkan dan menguji sistem, peranti dan peralatan elektrik. Peranan tugas ini merangkumi bidang penjana, penghantaran, pengagihan, perlindungan di semua sektor industri.
2.	Jurutera Reka Bentuk Litar Bersepadu	
3.		Melibatkan pemeriksaan, pembaikan dan penyelenggaraan mesin elektrik termasuklah penjana, pengubah, peralatan dan sistem elektrik.
4.		Melibatkan proses dan automasi di industri termasuklah pengawal logik boleh atur cara, sistem kawalan dan pengaturcaraan sistem.
5.	Jurutera Instrumentasi	

4. Terangkan dengan ringkas jenis kemalangan elektrik yang berpotensi berlaku di tempat kerja.
5. Apakah kesan kepada manusia sekiranya terkena renjatan arus elektrik yang berkadaran 7 mA?
 - (A) Kejutan lembut
 - (B) Kejutan elektrik yang sakit
 - (C) Kesukaran bernafas
 - (D) Risiko kematian
6. Apakah kesan kepada manusia sekiranya terkena renjatan arus elektrik yang berkadaran 70 mA?
 - (A) Kejutan lembut
 - (B) Kejutan elektrik yang sakit
 - (C) Kesukaran bernafas
 - (D) Risiko kematian
7. Berapakah kadar arus renjatan elektrik yang boleh menyebabkan jantung seseorang itu terhenti?
 - (A) 20 mA
 - (B) 70 mA
 - (C) 700 mA
 - (D) 3000 mA
8. Huraikan kesan integriti seorang jurutera yang tidak mengamalkan Kod Tatakelakuan Profesional dengan merujuk kepada kesan ke atas sosial, ekonomi dan alam sekitar.
9. Bincangkan langkah relevan yang boleh diambil bagi mengatasi isu berkaitan aspek etika, integriti serta keselamatan dan kesihatan di tempat kerja dalam bidang Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik.
10. Isikan ruang kosong di bawah yang berkaitan dengan aliran proses reka bentuk kejuruteraan.



MODUL 2

2.0

Penghasilan Arus Terus (AT) dan Arus Ulang-alik (AU) daripada Penuaian Tenaga Boleh Baharu

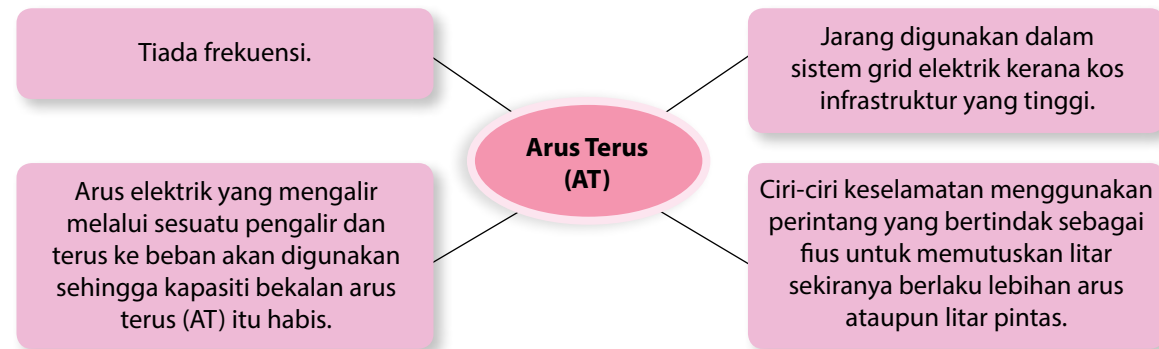


Standard Kandungan

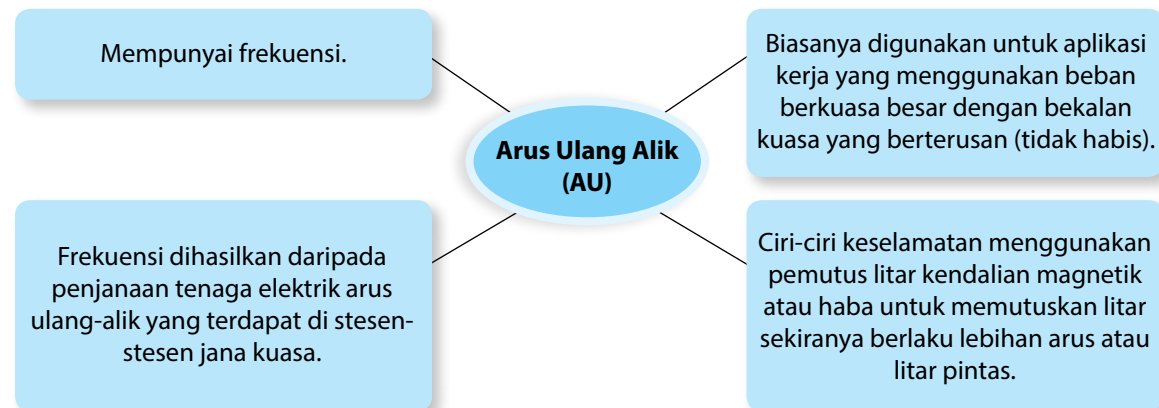
- 2.1 Teknologi Hijau
- 2.2 Sumber Tenaga
- 2.3 Litar Arus Terus (AT)
- 2.4 Litar Arus Ulang-alik (AU)
- 2.5 Projek Mini Penuaian Tenaga Boleh Baharu

Pengenalan

Arus terus (AT) dan arus ulang-alik (AU) adalah dua jenis arus elektrik yang boleh dihasilkan menggunakan beberapa kaedah tertentu yang berasaskan daripada prinsip penukaran tenaga. Kebanyakan penjana tenaga elektrik adalah berasaskan prinsip penukaran tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik. Contoh mudah yang boleh digunakan untuk menggambarkan situasi ini adalah pemasangan dinamo pada tayar basikal di mana apabila basikal dikayuh, maka dinamo akan turut berputar seterusnya akan menjana arus terus (AT) yang akan menjadi sumber bekalan kuasa kepada lampu atau mentol yang dipasang pada basikal untuk menyuluh pada waktu malam. Berikut menunjukkan ciri-ciri bagi arus terus (AT) dan arus ulang-alik (AU) pada Rajah 2.1 dan 2.2.



Rajah 2.1 Ciri-ciri arus terus (AT).



Rajah 2.2 Ciri-ciri arus ulang-alik (AU).

Tenaga boleh baharu pula merupakan satu bentuk tenaga yang diperolehi daripada alam semula jadi secara percuma dan apabila dimanfaatkan dapat membantu menjana tenaga elektrik sama ada arus terus (AT) mahupun arus ulang-alik (AU). Bekalan tenaga boleh baharu ini akan sentiasa wujud dan tidak akan habis. Kesan utama terhadap penggunaan teknologi ini dapat membantu mengurangkan kesan Rumah Hijau, perubahan iklim dunia dan juga mengurangkan kadar kenaikan suhu dunia. Namun begitu, terdapat kelemahan pada tenaga ini iaitu cirinya yang tidak konsisten dan menyukarkan kerja-kerja penjana tenaga elektrik.



Tahukah Anda

Di Malaysia, sistem bekalan elektrik di peringkat pengguna ialah 400 V, 50 Hz untuk bekalan tiga fasa, manakala 230 V, 50 Hz untuk bekalan satu fasa yang telah ditetapkan oleh Suruhanjaya Tenaga (Energy Commission).

2.1 Teknologi Hijau



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 2.1.1 Menyatakan definisi Teknologi Hijau.
- 2.1.2 Mengenal pasti impak Teknologi Hijau berdasarkan empat tonggak Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan.
 - i. Tenaga
 - ii. Alam Sekitar
 - iii. Ekonomi
 - iv. Sosial
- 2.1.3 Menyenaraikan tujuh sektor dalam Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan.

Empat sektor utama:

 - i. Sektor Bekalan Tenaga
 - ii. Sektor Pengurusan Sisa dan Air Sisa
 - iii. Sektor Bangunan
 - iv. Sektor Pengangkutan

Tiga Sektor Tambahan:

 - i. Sektor Industri
 - ii. Sektor ICT
 - iii. Sektor Pertanian dan Perhutanan
- 2.1.4 Mengesan impak Teknologi Hijau dalam Sektor Tenaga.
- 2.1.5 Menilai kesan tidak mengamalkan Teknologi Hijau dari aspek tenaga, ekonomi, sosial, dan alam sekitar.

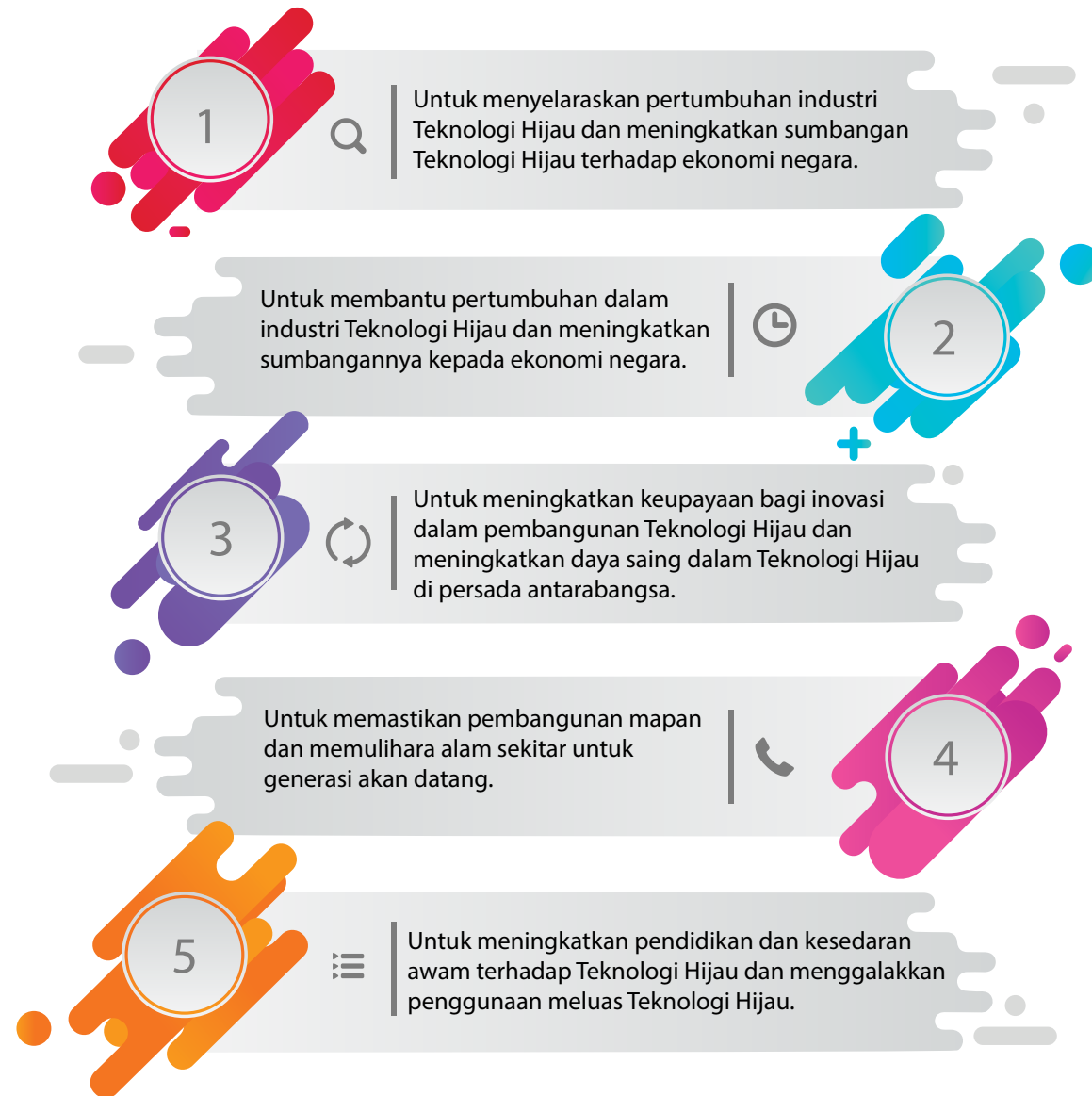
2.1.1 Definisi Teknologi Hijau

Teknologi Hijau merujuk kepada pembangunan dan aplikasi produk, peralatan serta sistem untuk memelihara alam sekitar dan alam semula jadi serta meminimumkan atau mengurangkan kesan negatif daripada aktiviti manusia.

Teknologi hijau merupakan teknologi rendah karbon dan lebih mesra alam berbanding dengan teknologi sedia ada. Amalan penggunaan teknologi hijau akan meminimumkan penggunaan sumber-sumber seperti tenaga, air dan sebagainya dalam menghasilkan sesuatu produk.

Aplikasi teknologi hijau juga adalah selaras dengan konsep pembangunan mapan (*sustainable development*) iaitu pembangunan yang dilaksanakan untuk memenuhi keperluan semasa tanpa menjejaskan keperluan generasi masa akan datang. Semua pihak bertanggungjawab dalam memastikan generasi akan datang dapat merasai dan menikmati kualiti kehidupan seperti mana yang dirasai pada masa sekarang. Pihak kerajaan juga telah memainkan peranan penting dalam memastikan tanggungjawab itu dapat dilaksanakan dengan mewujudkan Dasar Teknologi Hijau Negara.

Dasar Teknologi Hijau Negara merangkumi unsur ekonomi, alam sekitar dan sosial seperti yang digariskan oleh lima objektif yang berikut:



Sumber: Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA), Seminar Penambahbaikan Garis Panduan Perolehan ICT Kerajaan, "Dasar Teknologi Hijau dan Inisiatif Perolehan Hijau" 2016.

Info Tambahan

Perkataan "Teknologi" berasal daripada perkataan Greek iaitu "technologia". Penciptaan, pembangunan dan penggunaan teknologi menyebabkan berlakunya revolusi yang hebat sejak abad ke-18 yang lalu. Penerokaan sumber semula asli yang berlebihan melalui teknologi ini telah mengurangkan sumber-sumber berkenaan. Aplikasi Teknologi Hijau merupakan satu inisiatif dalam menangani isu berkaitan sumber tenaga dan alam sekitar di seluruh dunia.

Secara ringkasnya, Teknologi Hijau juga merujuk kepada produk, peralatan atau sistem yang memenuhi kriteria-kriteria berikut:



Sumber: Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA), "Taklimat Dasar Teknologi Hijau", 2011.

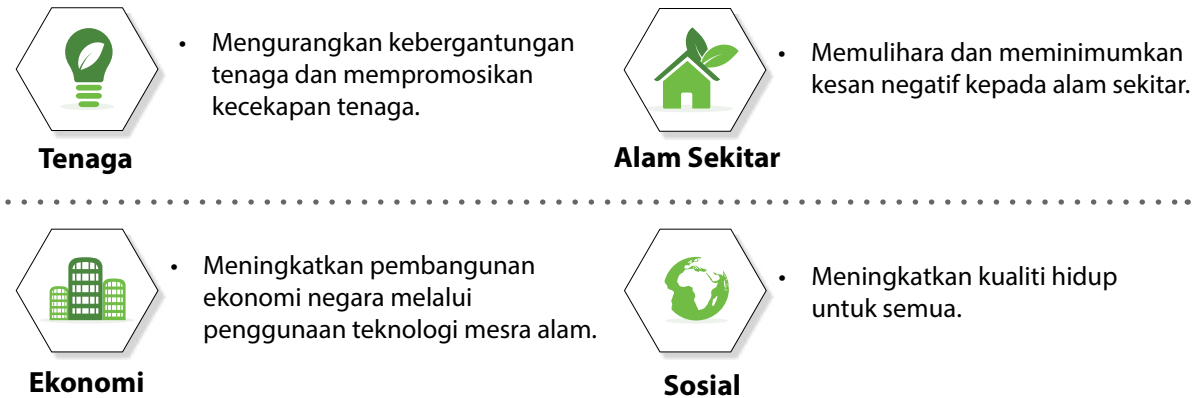
Aktiviti

Anda bertugas sebagai seorang jurutera elektrik di sebuah firma perunding kejuruteraan elektrik dan elektronik. Antara salah satu skop tugas perundingan yang dilaksanakan adalah menghasilkan reka bentuk elektrik yang mempunyai keakuran (*compliance*) dengan Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan. Bagi memahami skop tugas ini, anda perlulah meneliti:

- Apakah yang dimaksudkan dengan Teknologi Hijau?
- Mengapakah Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan diwujudkan?
- Siapakah yang bertanggungjawab terhadap Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan?
- Di manakah ruang lingkup pelaksanaan Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan?
- Mengapakah Perolehan Hijau juga dikatakan menyokong Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan?
- Bagaimanakah kerajaan boleh memastikan Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan ini dilaksanakan dan dipatuhi sepenuhnya?

2.1.2 Empat Tonggak Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan

Petunjuk Utama Negara merupakan kriteria yang ditetapkan untuk mengukur kejayaan Dasar Teknologi Hijau dan inisiatifnya. Petunjuk ini menyediakan mekanisme maklum balas dan peluang untuk memperbaiki atau mengukuhkan usaha. Petunjuk Utama Negara akan terus diperhalusi untuk menjadi Indeks Petunjuk Prestasi atau (KPI) kuantitatif dan kualitatif rancangan tahunan pelbagai kementerian dan agensi kerajaan:



Sumber: Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA), Seminar Penambahbaikan Garis Panduan Perolehan ICT Kerajaan 2016, "Dasar Teknologi Hijau dan Inisiatif Perolehan Hijau", 2016.



Peranan Jurutera

Jurutera harus peka dengan perkembangan teknologi hijau dan mengaplikasikan dalam penghasilan produk atau reka bentuk. Justeru itu, amalan ini dapat memberi kesan kepada pembangunan dan kualiti kehidupan yang lestari kepada masyarakat.

2.1.3 Tujuh Sektor dalam Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan

Dasar Teknologi Hijau Kebangsaan dapat memberikan impak dan kemajuan yang signifikan sama ada dalam empat sektor utama mahupun tiga sektor tambahan selari dengan kemajuan pembangunan negara. Empat sektor utama yang dimaksudkan adalah:

i. Sektor Tenaga

- Sektor Bekalan Tenaga
 - Aplikasi Teknologi Hijau dalam penjanaan tenaga dan pengurusan bekalan tenaga, termasuk penjanaan bersama (*co-generation*) di sektor industri dan komersial.
- Sektor Penggunaan Tenaga:
 - Aplikasi Teknologi Hijau dalam semua sektor penggunaan tenaga dan dalam program pengurusan permintaan tenaga.

ii. Sektor Air dan Pengurusan Sisa

Menerima pakai Teknologi Hijau dalam pengurusan dan penggunaan sumber air, rawatan kumbahan, sisa pepejal dan kawasan pelupusan sampah.

iii. Sektor Bangunan

Menerima pakai Teknologi Hijau dalam pembinaan, pengurusan, pemuliharaan dan pemusnahan bangunan.

iv. Sektor Pengangkutan

Memasukkan elemen Teknologi Hijau dalam prasarana pengangkutan dan kenderaan, khususnya biobahan api dan pengangkutan jalan awam.

Sumber: Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA), Dasar Teknologi Hijau Negara, Perpustakaan Negara Malaysia, *National Green Technology Policy*, Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air, 2009.

Tiga sektor tambahan:

i. Sektor Industri

- Kecekapan tenaga sebagai agenda utama bagi meningkatkan kesedaran terhadap Teknologi Hijau kepada sektor industri.
- Pengurusan karbon.
- Perancangan bandar hijau.

ii. Sektor ICT

- Green* ICT.
- Memasukkan elemen Teknologi Hijau di dalam perolehan kerajaan dengan menyasarkan sekurang-kurangnya 20% perolehan hijau menjelang tahun 2020 (RMK 11).

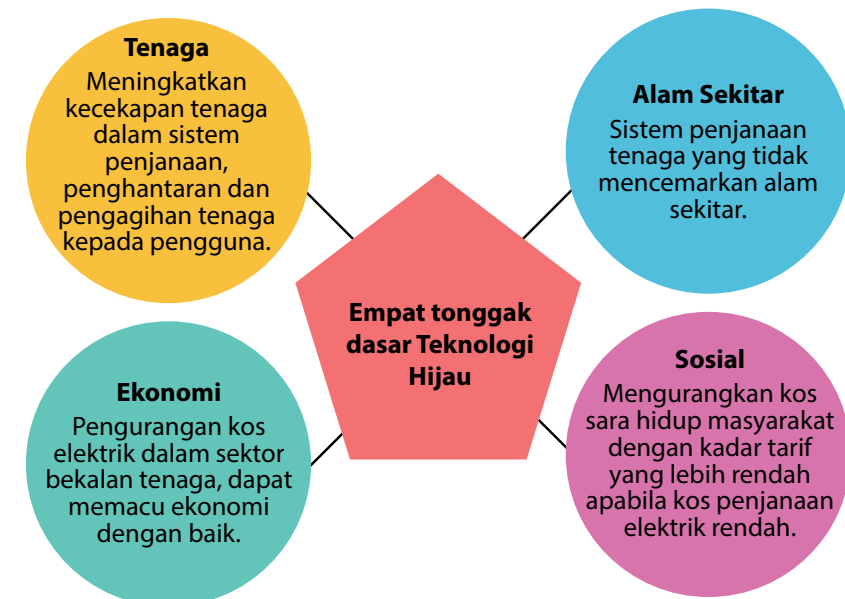
iii. Sektor Pertanian dan Perhutanan

- Pengurusan persekitaran – perlindungan alam sekitar.
- Penilaian jangka hayat tanaman dan hutan.
- Kawasan terestrial dan air daratan diwartakan sebagai kawasan perlindungan.

Sumber: Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA), "Taklimat Dasar Teknologi Hijau", 2011.

2.1.4 Impak Teknologi Hijau dalam Sektor Tenaga

Impak positif Teknologi Hijau dalam sektor tenaga adalah seperti di Rajah 2.3 berikut:



Rajah 2.3 Empat tonggak dasar Teknologi Hijau.

2.1.5

Kesan Tidak Mengamalkan Teknologi Hijau dari Aspek Tenaga, Ekonomi, Sosial dan Alam Sekitar

Antara kesan-kesan yang berpotensi berlaku kerana tidak mengamalkan Teknologi Hijau dalam sektor tenaga adalah seperti berikut:

1. Kesan dari aspek tenaga

- Penjana tenaga menggunakan petroleum dan gas asli akan kehabisan.
- Kehilangan tenaga yang banyak menyebabkan kecekapan sistem menurun.

2. Kesan dari aspek ekonomi

- Kos penjana tenaga elektrik akan tinggi dan menyebabkan kos sara hidup meningkat. Secara tidak langsung akan turut memperlambatkan perkembangan ekonomi.

3. Kesan dari aspek sosial

- Kos sara hidup akan meningkat disebabkan penggunaan tenaga elektrik yang banyak sekiranya pengguna tidak menggunakan teknologi hijau.

4. Kesan dari aspek alam sekitar

- Penjana tenaga tanpa penggunaan teknologi akan meningkatkan kadar pencemaran alam sekitar melalui pembebasan gas karbon dioksida yang boleh membawa kepada peningkatan kesan Gas Rumah Hijau.
- Kesan Gas Rumah Hijau iaitu perubahan iklim dan pemanasan global.



Tahukah Anda

Kereta elektrik ialah kenderaan yang mesra alam sekitar kerana tidak mendatangkan pencemaran udara mahupun pencemaran bunyi.



• Kadar tarif elektrik berpotensi untuk berkurangan apabila bekalan elektrik diperolehi daripada penjana tenaga boleh baharu.



• Panel volta boleh digunakan untuk menjana elektrik daripada sumber tenaga solar terutamanya bagi kawasan pedalaman yang masih belum menerima bekalan elektrik daripada pihak berkuasa pembekal.



Aktiviti

Situasi 1

Pasaran kenderaan yang menggunakan enjin elektrik masih amat rendah kerana harganya yang lebih mahal daripada kenderaan yang menggunakan enjin petrol atau diesel. Namun begitu, bagi setiap penggunaan kenderaan yang menggunakan enjin petrol atau diesel, gas karbon monoksida akan dilepaskan ke udara hasil daripada proses pembakaran di dalam enjin. Berdasarkan situasi ini, bagaimanakah Teknologi Hijau dapat memberi kesan dari aspek tenaga, ekonomi, sosial dan alam sekitar.



2.2 Sumber Tenaga



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

2.2.1 Menyatakan konsep Penuaian Tenaga serta contoh penggunaan.

- Tenaga Solar
- Tenaga Terma
- Tenaga Angin
- Tenaga Kinetik

2.2.2 Menyenaikan jenis sumber tenaga tidak boleh baharu dan boleh baharu.

- Sumber tenaga tidak boleh baharu – arang batu, minyak, gas asli, nuklear, dan sebagainya.
- Sumber tenaga boleh baharu – solar, hidro, angin, biomas, tekanan (piezo), ombak, dan sebagainya.

2.2.3 Menerangkan komponen dan proses penuaian tenaga yang terlibat dalam sumber tenaga boleh baharu kepada tenaga elektrik.

- Solar – matahari, panel fotovolta, bateri, penukar AT atau AU
- Hidro – pergerakan air, turbin, penjana, pengubah
- Angin – angin, bilah kipas, generator
- Piezoelektrik – getaran, panel piezoelektrik

2.2.4 Membezakan sumber tenaga boleh baharu dan sumber tenaga tidak boleh baharu.

2.2.1

Konsep Penuaian Tenaga serta Contoh Penggunaan

Penuaian tenaga penting dalam kehidupan manusia kerana sumber tenaga asli yang digunakan pada masa kini akan habis. Terdapat beberapa contoh penuaian tenaga yang digunakan dalam menjana tenaga elektrik seperti dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Jenis tenaga serta contoh penggunaannya.

Jenis Tenaga	Definisi	Contoh
(i) Tenaga Solar	Menukarkan tenaga cahaya kepada tenaga elektrik	<ul style="list-style-type: none"> • Bangunan kediaman • Bangunan komersial • Lampu jalan
(ii) Tenaga Terma	Menukarkan tenaga haba kepada tenaga elektrik	
(iii) Tenaga Angin	Menukarkan tenaga angin kepada tenaga elektrik	
(iv) Tenaga Kinetik	Menukarkan tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik	

2.2.2 Jenis Sumber Tenaga Tidak Boleh Baharu dan Boleh Baharu

Sumber tenaga yang tidak boleh baharu merupakan tenaga yang tidak boleh ditambah, diganti atau diperbaharui. Sumber ini terhad dan akan kehabisan pada masa akan datang. Sumber tenaga yang boleh baharu pula merupakan tenaga yang tidak akan kehabisan. Contoh di bawah merupakan sumber tenaga boleh baharu dan tidak boleh baharu.

Sumber tenaga tidak boleh baharu



Arang batu



Petroleum



Gas asli



Nuklear

Sumber tenaga boleh baharu



Tenaga hidroelektrik



Tenaga angin



Tenaga ombak



Tenaga biomas



Tenaga geoterma



Tenaga biogas



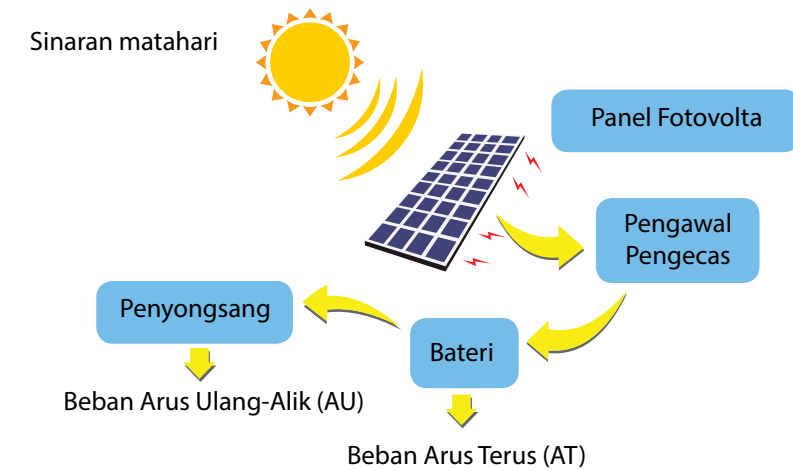
Tenaga solar



Tenaga tekanan (piezo)

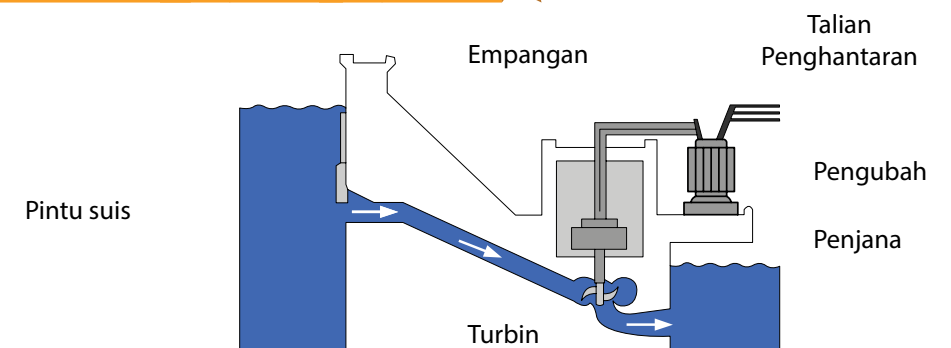
2.2.3 Komponen dan Proses Penuaian Tenaga

i Solar – matahari, panel fotovolta, bateri, penyongsang



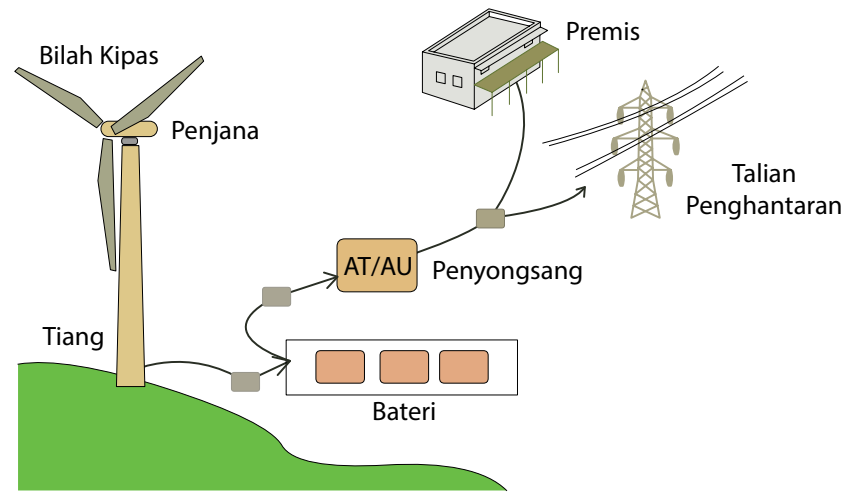
Panel fotovolta	Menghasilkan bekalan arus terus (AT) dari tenaga solar.
Pengecas	Mengawal pengaliran arus terus (AT) ke bateri dan beban.
Bateri	Menyimpan tenaga yang terhasil.
Penyongsang	Menukarkan arus terus (AT) kepada arus ulang-alik (AU).

ii Hidro – air, turbin, penjana, pengubah



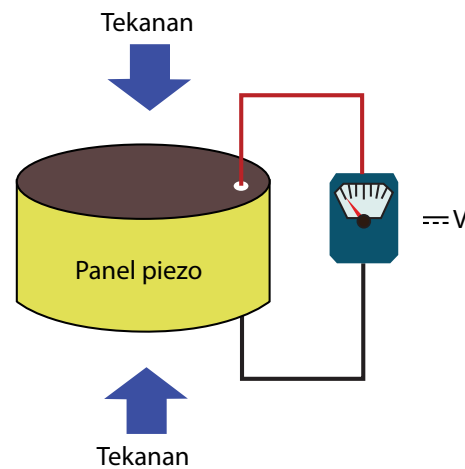
Empangan	Air dari empangan akan disalurkan ke turbin.
Pintu suis	Jumlah isi padu air sungai yang mengalir akan dikawal oleh pintu suis.
Turbin	Tenaga daripada air yang turun akan memutarakan turbin yang berperanan sebagai penggerak utama (<i>prime mover</i>).
Penjana	Menghasilkan arus ulang-alik (AU).
Pengubah	Meninggikan voltan arus ulang-alik (AU) bagi tujuan penghantaran tenaga.

iii Tenaga angin – angin, turbin, penjana, penyongsang



Turbin	Tenaga angin akan memutarakan bilah kipas yang akan menggerakkan turbin yang berperanan sebagai penggerak utama (<i>prime mover</i>).
Penjana	Menghasilkan arus ulang-alik (AU) atau arus terus (AT).
Bateri	Menyimpan tenaga yang terhasil.
Penyongsang	Menukarkan arus terus (AT) kepada arus ulang-alik (AU).

iv Tenaga piezoelektrik – panel piezoelektrik, penerus, pengatur voltan, bateri



Piezoelektrik	Menghasilkan tenaga arus terus (AT) dari hasil tekanan.
Pengatur voltan	Memastikan voltan keluaran berada pada julat tertentu.
Bateri	Menyimpan tenaga yang terhasil.

2.2.4 Perbandingan Dua Jenis Sumber Tenaga

Perbezaan atau perbandingan di antara tenaga boleh baharu dan tenaga tidak boleh baharu boleh dilihat melalui kelebihan dan kekurangan seperti di Jadual 2.2 berikut:

Jadual 2.2 Kelebihan dan kekurangan tenaga boleh baharu dan tenaga tidak boleh baharu.

	Tenaga boleh baharu	Tenaga tidak boleh baharu
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kos yang rendah 2. Mesra alam 3. Bekalan tidak akan habis 4. Tidak berisiko 5. Mengurangkan kesan Gas Rumah Hijau 6. Mengurangkan suhu dunia 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penghasilan tenaga yang konsisten 2. Tidak terjejas dengan cuaca 3. Penjana boleh dipasang di mana-mana
Kekurangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penghasilan tenaga tidak konsisten 2. Bergantung kepada cuaca 3. Bergantung kepada lokasi tertentu sahaja 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kos yang tinggi 2. Tidak mesra alam 3. Bekalan akan habis 4. Berisiko tinggi 5. Meningkatkan kesan Gas Rumah Hijau 6. Meningkatkan suhu dunia

Aktiviti

Dengan menggunakan peta minda, tunjukkan komponen-komponen utama yang terlibat di dalam proses penuaian tenaga boleh baharu yang dipilih. Huraikan dengan teliti bagaimanakah setiap komponen tersebut menjalankan fungsinya sehingga terhasilnya elektrik. Bekalan elektrik jenis apakah yang menjadi keutamaan, arus ulang-alik atau pun arus terus?





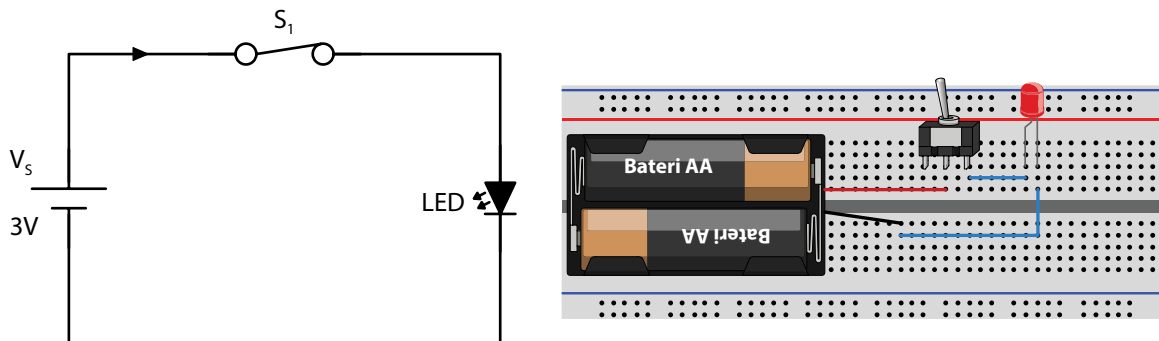
2.3 Litar Arus Terus (AT)



Standard Pembelajaran

- 2.3.1 Mengenal pasti kuantiti dan unit berkaitan litar AT.
 - (i) Cas (Q)
 - (ii) Arus (I)
 - (iii) Voltan (V)
 - (iv) Rintangan (R)
 - (v) Kuasa (P)
 - (vi) Tenaga (W)
- 2.3.2 Menyatakan definisi Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff.
- 2.3.3 Menggunakan hukum Arus Kirchhoff (HAK) dan Hukum Voltan Kirchhoff (HVK) bagi mendapatkan nilai arus dan voltan.
- 2.3.4 Menggunakan hukum pembahagi voltan dan pembahagi arus melalui pengiraan.
- 2.3.5 Membezakan ciri-ciri litar siri dengan litar selari.
 - (i) Penyambungan litar
 - (ii) Nilai susut voltan
 - (iii) Jumlah rintangan
 - (iv) Nilai arus
- 2.3.6 Menghitung nilai arus, voltan, rintangan dan kuasa dalam litar siri, selari dan siri-selari melibatkan litar dengan satu bekalan sahaja.
- 2.3.7 Menentukan nilai perintang menggunakan kod warna dan meter pelbagai.
- 2.3.8 Membina litar siri, selari dan siri-selari di atas papan reka dengan menggunakan bekalan kuasa arus terus boleh ubah.
- 2.3.9 Mengukur unit dan kuantiti berkaitan litar AT menggunakan meter pelbagai.

Arus terus (AT) ialah arus yang mempunyai magnitud tetap dan mengalir dalam satu arah sahaja. Contoh punca voltan AT ialah sel kering atau bateri. Rajah 2.4 menunjukkan rajah litar skematik dan penyambungan litar AT pada papan reka.



Rajah 2.4 Contoh penyambungan pada litar skematik AT dan papan reka.

2.3.1

Kuantiti dan Unit Litar AT

Pengetahuan mengenai kuantiti dan unit elektrik adalah penting dalam memahami proses pengoperasian litar elektrik. Kuantiti ialah bilangan sesuatu yang boleh diukur dan unit merujuk kepada nama pengukuran kuantiti tersebut. Bidang kejuruteraan elektrik khususnya, menggunakan unit pengukuran kuantiti yang memenuhi Piawaian Antarabangsa atau unit SI sebagai satu standard. Kuantiti yang terdapat dalam litar AT antaranya ialah Cas (Q), Arus (I), Voltan (V), Rintangan (R), Kuasa (P) dan Tenaga (W).



Info Tambahan

Unit SI

Maksud SI ialah *International System of Unit* yang diperkenalkan oleh National Bureau of Standards pada tahun 1964.



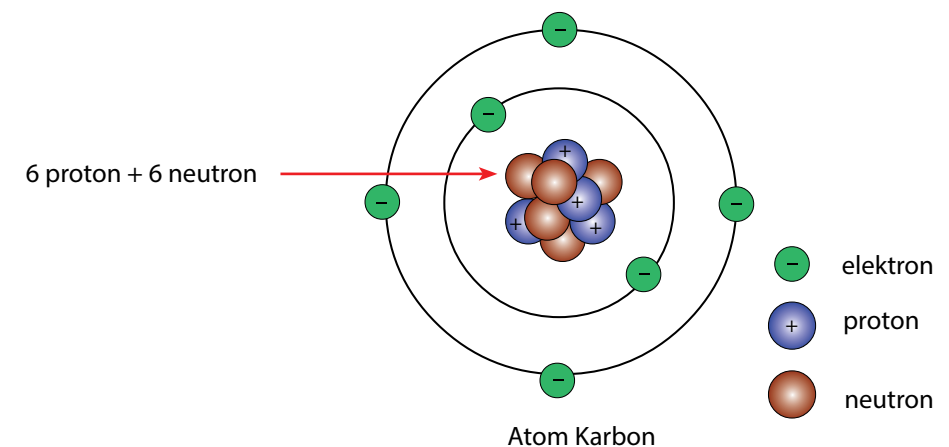
Cas (Q)

Cas ialah sifat fizik bagi jirim yang menyebabkannya mengalami daya apabila ditempatkan dalam medan elektromagnet. Terdapat dua jenis cas iaitu cas positif dan negatif. Cas diwakili oleh simbol Q dan unit SI bagi cas ialah coulomb (C) seperti di Jadual 2.3, 1 coulomb adalah bersamaan dengan 6.25×10^{18} elektron.

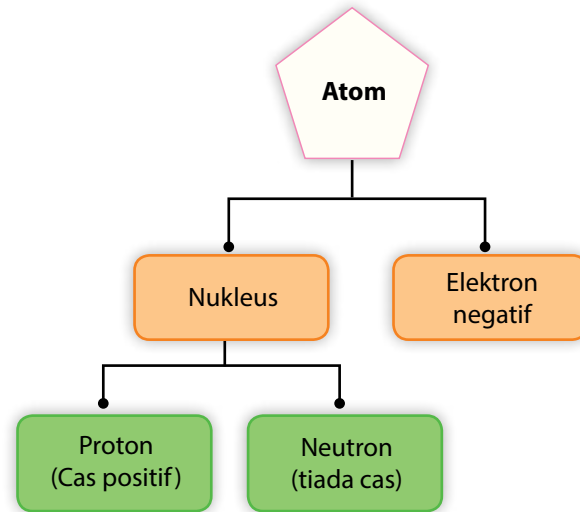
Jadual 2.3 Simbol dan unit cas.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Cas	Q	Coulomb	C

Setiap jirim terbentuk daripada zarah-zarah halus yang dikenali sebagai atom. Setiap satu atom ini mengandungi elektron, proton dan neutron seperti Rajah 2.5 (a). Proton dan neutron berada dalam nukleus yang terletak di tengah-tengah struktur atom manakala elektron mengelilingi nukleus pada orbit tertentu. Proton mempunyai cas $+1.602 \times 10^{-19} \text{C}$, neutron tidak mempunyai cas manakala elektron mempunyai cas $-1.602 \times 10^{-19} \text{C}$. Jika bilangan pembawa cas positif (proton) dan cas negatif (elektron) adalah sama, ini dikenali sebagai atom neutral.



Rajah 2.5 (a) Contoh struktur atom.



Rajah 2.5 (b) Binaan atom.

Bagi atom yang mempunyai bilangan proton dan elektron yang tidak sama dikenali sebagai ion. Ion positif bermaksud atom yang mempunyai bilangan elektron kurang daripada bilangan proton manakala ion negatif ialah atom yang mempunyai bilangan elektron melebihi bilangan proton.



Tahukah Anda

Greek Democritus (460-370 B.C.) mencadangkan sesuatu perkara atau benda itu terdiri daripada unit-unit kecil, tidak dapat dibezakan yang disebut "atomos". Beliau tidak pernah melihat atom, tetapi percaya asas binaan atom mempunyai bentuk dan saiz. Pandangan Democritus benar apabila pada masa sekarang saintis boleh "melihat" atom.

ii Arus (I)

Arus elektrik ialah kadar pergerakan cas yang melalui satu titik pada masa tertentu. Unit bagi arus elektrik ialah ampere (A). 1 ampere bersamaan dengan 1 coulomb cas yang bergerak dalam masa 1 saat seperti rumus berikut:

Perkaitan rumus arus elektrik

$$\text{Arus} = \frac{\text{Cas}}{\text{Masa}} \quad I = \frac{Q}{t}$$

.... (2.1)

Jadual 2.4 menunjukkan simbol dan unit bagi arus.

Jadual 2.4 Simbol dan unit arus.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Arus	I	Ampere	A

iii Voltan (V)

Voltan ialah beza upaya antara dua titik yang membolehkan arus mengalir dalam litar. Beza upaya ini dikenali sebagai daya gerak elektrik (dge). Jadual 2.5 menunjukkan simbol dan unit bagi voltan.

Jadual 2.5 Simbol dan unit voltan.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Voltan/beza upaya/ daya gerak elektrik	V	volt	V

Info Tambahan

Pertukaran unit kuantiti:

Milliampere (mA)	10^{-3} ampere (A)
Microampere (μ A)	10^{-6} ampere (A)
Nanoampere (nA)	10^{-9} ampere (A)
Picoampere (pA)	10^{-12} ampere (A)

iv Rintangan (R)

Rintangan merupakan sifat penentangan terhadap pengaliran arus elektrik. Rintangan yang rendah akan membolehkan arus elektrik yang tinggi mengalir manakala rintangan yang tinggi akan menyebabkan arus elektrik mengalir pada nilai yang rendah. Sifat ini yang menentukan sama ada sesuatu bahan tersebut menjadi pengalir atau penebat. Pengalir yang baik mempunyai rintangan yang sangat rendah manakala penebat yang baik mempunyai rintangan yang sangat tinggi. Rintangan (R) diukur dalam unit Ohm (Ω). Jadual 2.6 menunjukkan simbol dan unit rintangan.

Jadual 2.6 Simbol dan unit rintangan.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Rintangan	R	Ohm	Ω

Info Tambahan

Bagi memahami lebih lanjut berkaitan perintang seperti menentukan nilai perintang menggunakan kod warna dan meter pelbagai, murid boleh merujuk **Standard Pembelajaran 2.3.7** pada muka surat 69.

v Kuasa (P)

Kuasa ialah kadar melakukan kerja. Kuasa yang dilesapkan oleh perintang adalah sama dengan arus elektrik yang mengalir melalui perintang dan voltan susut yang merentasinya. Jadual 2.7 menunjukkan simbol dan unit kuasa.

$$P = IV = \frac{\text{Cas, Q}}{\text{Masa, t}} \times \frac{\text{Tenaga, W}}{\text{Cas, Q}} = \frac{\text{Tenaga, W}}{\text{Masa, t}}$$

.... (2.2)

Jadual 2.7 Simbol dan unit kuasa.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Kuasa	P	Watt	W

vi Tenaga (W)

Tenaga ialah kemampuan untuk melakukan kerja pada sesuatu masa. Tenaga diukur dalam unit joule (J). Satu joule bersamaan dengan satu watt-saat. Kiraan penggunaan tenaga elektrik di kediaman untuk satu unit tenaga elektrik bersamaan satu kilowatt-jam (1kWj). Jadual 2.8 menunjukkan simbol dan unit bagi tenaga.

Jadual 2.8 Simbol dan unit tenaga.

Kuantiti	Simbol	Unit	Simbol Unit
Tenaga	W	Joule	J

2.3.2 Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff

(a) Takrifan Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahawa arus (I) yang mengalir melalui beban berkadar terus dengan voltan (V) yang merentasi beban dan berkadar songsang dengan rintangan (R) beban tersebut dengan syarat pada suhu tetap seperti Jadual 2.9.

Jadual 2.9 Hukum Ohm.

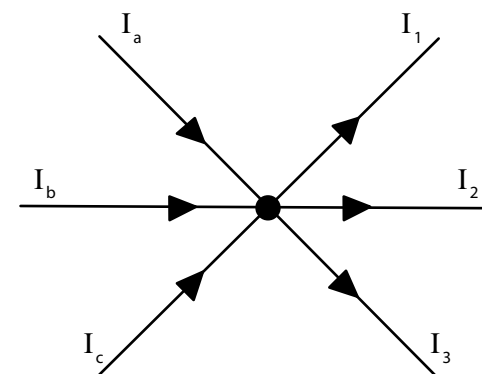
	Untuk mencari nilai voltan, V: $V = IR$
	Untuk mencari nilai arus, I: $I = \frac{V}{R}$
	Untuk mencari nilai rintangan, R: $R = \frac{V}{I}$

(b) Takrifan Hukum Kirchhoff

(i) Hukum Arus Kirchhoff (HAK)

Hukum Arus Kirchhoff (HAK) menyatakan, jumlah algebra arus yang masuk dan keluar pada satu nod bersamaan dengan sifar.

Rajah 2.6 menunjukkan penggunaan HAK



Rajah 2.6 Hukum Arus Kirchhoff.

$$\sum I = 0$$

$$I_a + I_b + I_c - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$I_a + I_b + I_c = I_1 + I_2 + I_3$$

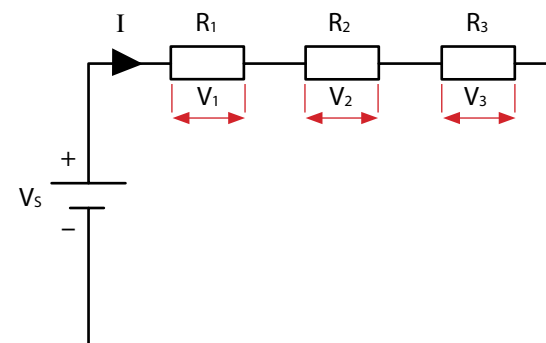
Jumlah I masuk = Jumlah I keluar

Info Tambahan
Simbol '+' dan '-' ditentukan dari arah pergerakan arus.

(ii) Hukum Voltan Kirchhoff (HVK)

Hukum Voltan Kirchhoff (HVK) menyatakan bahawa jumlah algebra voltan susut pada satu gelung tertutup bersamaan dengan sifar. Rajah 2.7 menunjukkan penggunaan HVK pada litar AT.

$$V_s = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad \dots (2.3)$$



Rajah 2.7 Hukum Voltan Kirchhoff.

$$\sum V = 0$$

$$V_s - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

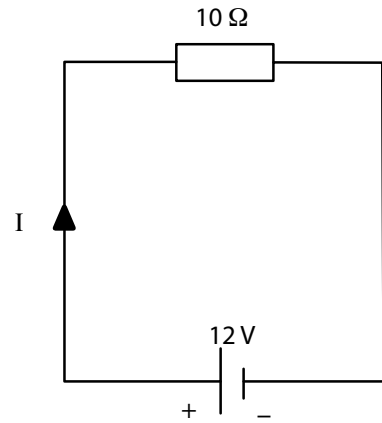
$$V_s = V_1 + V_2 + V_3$$

Jumlah voltan punca = Jumlah susut voltan

Info Tambahan
Simbol '-' dan '+' ditentukan oleh arah masukan arus pada polariti komponen.

Contoh

1. Diberi, V dan R, Hitung I



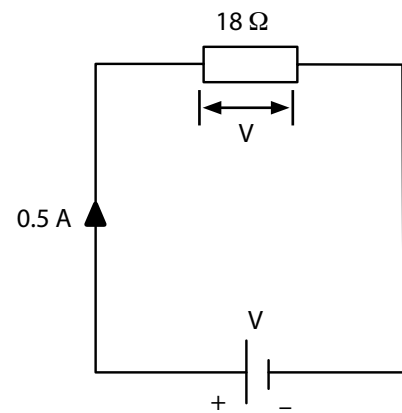
Penyelesaian:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{12V}{10\Omega}$$

$$I = 1.2A$$

2. Diberi, I dan R, Hitung V



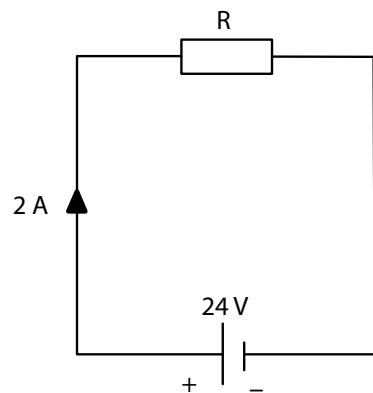
Penyelesaian:

$$V = I \times R$$

$$V = 0.5A \times 18\Omega$$

$$V = 9V$$

3. Diberi, I dan V, Hitung R



Penyelesaian:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{24}{2}$$

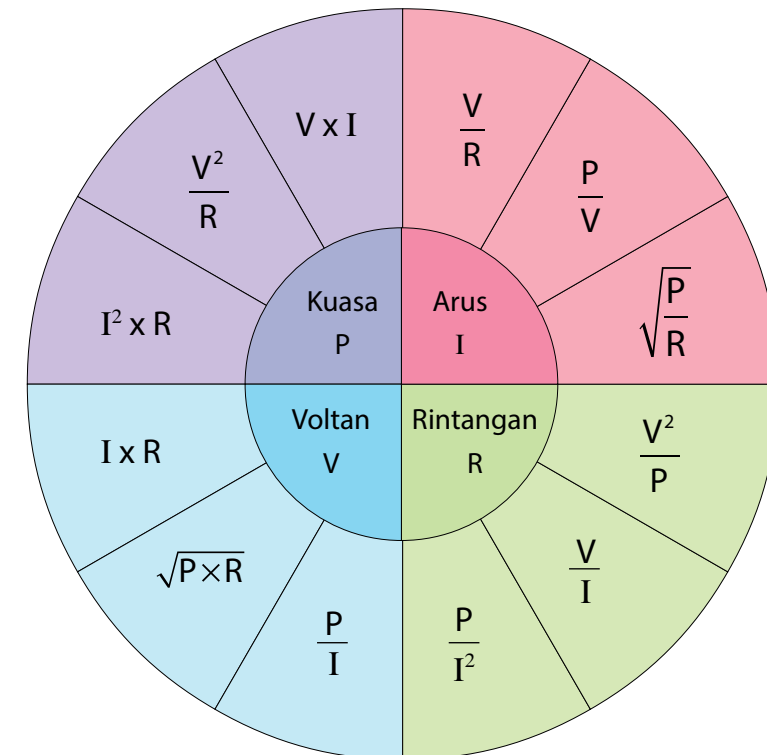
$$R = 12\Omega$$

Hubung kait antara voltan, arus, rintangan dan kuasa

Kuasa yang dibekalkan oleh punca voltan dan lesapan kuasa pada beban dapat dihitung menggunakan formula $P = IV$ seperti Jadual 2.10. Hubung kait antara voltan, arus, rintangan dan kuasa ditunjukkan seperti Rajah 2.8.

Jadual 2.10 Hubung kait kuasa dalam litar elektrik.

	Untuk mencari kuasa dalam litar, P:
	$P = IV$
	$I = \frac{P}{V}$
	$V = \frac{P}{I}$



Rajah 2.8 Hubung kait antara voltan, arus, rintangan dan kuasa.

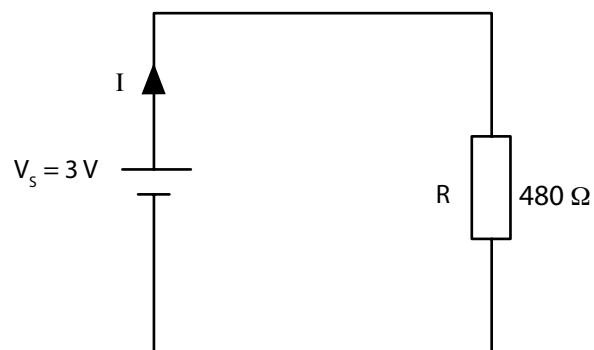


Aktiviti

Buktikan rumus yang terdapat pada Rajah 2.8 di atas.

Latihan

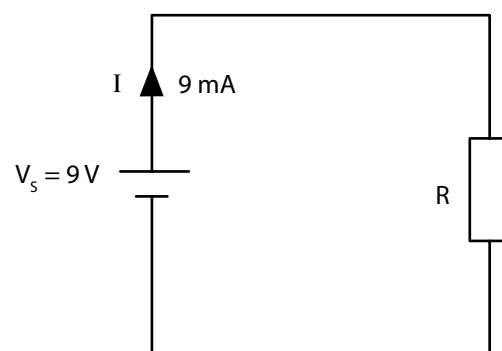
- Rajah 2.9 menunjukkan suatu sambungan litar siri yang mengandungi voltan bekalan AT dan perintang.



Rajah 2.9

Hitung:

- Arus yang mengalir dalam litar.
 - Lesapan kuasa pada perintang, R.
 - Kuasa yang dibekalkan oleh voltan bekalan.
- Rajah 2.10 menunjukkan satu litar AT.



Rajah 2.10

Hitung:

- Nilai rintangan, R.
- Lesapan kuasa pada perintang, R.
- Kuasa yang dibekalkan oleh voltan bekalan.



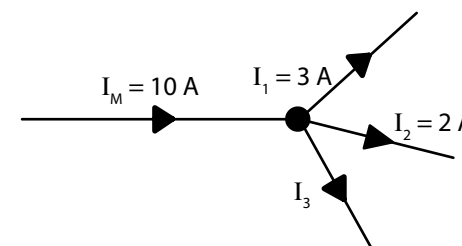
Hitungkan nilai kuasa yang dilesapkan apabila nilai rintangan ∞ . Jelaskan jawapan anda.

2.3.3

Aplikasi Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff

Contoh

- Rajah 2.11 menunjukkan arus pada satu nod. Hitungkan nilai I_3 .



Rajah 2.11

Penyelesaian:

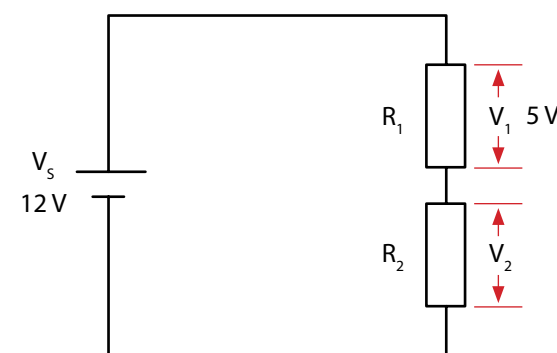
$$I_M = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_3 = I_M - (I_1 + I_2)$$

$$I_3 = 10 \text{ A} - (3 \text{ A} + 2 \text{ A})$$

$$I_3 = \mathbf{5 \text{ A}}$$

- Rajah 2.12 menunjukkan satu litar perintang siri. Menggunakan Hukum Voltan Kirchhoff, hitungkan nilai voltan pada R_2 .



Rajah 2.12

Penyelesaian:

Persamaan voltan dengan menggunakan Hukum Voltan Kirchhoff,

$$-V_s + V_{R_1} + V_{R_2} = 0$$

$$-12 \text{ V} + 5 \text{ V} + V_{R_2} = 0$$

$$V_{R_2} = 12 \text{ V} - 5 \text{ V}$$

$$= \mathbf{7 \text{ V}}$$



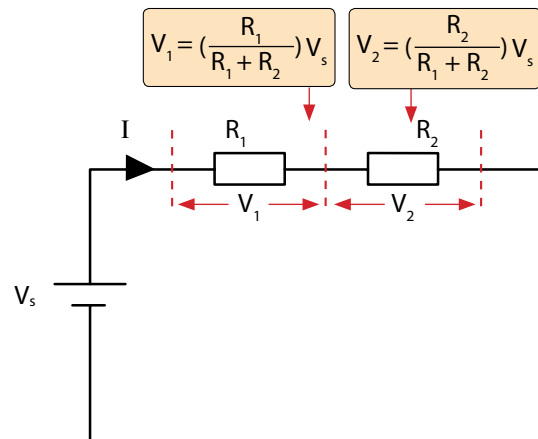
Aktiviti

Uji litar menggunakan perisian yang sesuai sebagai contoh *Circuitmod*, *Livewire* atau lain-lain perisian yang boleh digunakan oleh murid.

2.3.4 Pembahagi Voltan dan Pembahagi Arus

Pembahagi Voltan

Pembahagi voltan digunakan dalam litar perintang yang disambungkan secara siri. Nilai susut voltan dihitung dengan menggunakan formula pembahagi voltan tanpa mengambil kira arus litar. Rajah 2.13 menunjukkan litar siri yang mengandungi dua perintang.



Rajah 2.13 Litar siri dengan dua perintang.



Tahukah Anda

Bagaimana formula pembahagi voltan diterbitkan

$$V_{R_1} = I \times R_1 = \left(\frac{V_s}{R_1 + R_2}\right) \times R_1$$

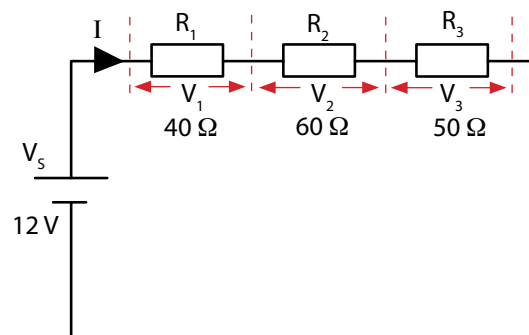
$$V_{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \times V_s$$

$$V_{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \times V_s$$

Nota: Persamaan yang diterbitkan merupakan persamaan pembahagi voltan bagi litar siri dengan dua perintang.

Contoh

Berdasarkan Rajah 2.14, hitung nilai susut voltan yang merentasi perintang R_1 , R_2 dan R_3 .



Rajah 2.14

Penyelesaian:

Susut voltan perintang, R_1

$$V_{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}\right) \times V_s$$

$$= \left(\frac{40 \Omega}{40 \Omega + 60 \Omega + 50 \Omega}\right) \times 12 \text{ V}$$

$$= 3.2 \text{ V}$$

Susut voltan perintang, R_2

$$V_{R_2} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3}\right) \times V_s$$

$$= \left(\frac{60 \Omega}{40 \Omega + 60 \Omega + 50 \Omega}\right) \times 12 \text{ V}$$

$$= 4.8 \text{ V}$$

Susut voltan perintang, R_3

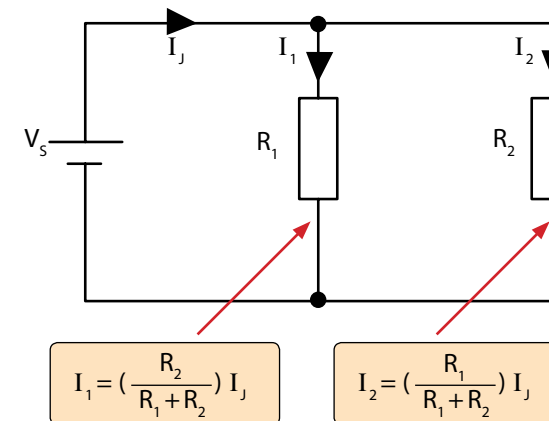
$$V_{R_3} = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}\right) \times V_s$$

$$= \left(\frac{50 \Omega}{40 \Omega + 60 \Omega + 50 \Omega}\right) \times 12 \text{ V}$$

$$= 4.0 \text{ V}$$

Pembahagi Arus

Pembahagi arus digunakan pada litar perintang yang disambung selari. Rajah 2.15 menunjukkan litar perintang selari yang mengandungi dua cabang.



$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) I_j$$

$$I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) I_j$$

Rajah 2.15 Litar selari dengan dua perintang.



Tahukah Anda

Bagaimana formula pembahagi arus diterbitkan

$$I_1 = \frac{V_s}{R_1} = \frac{I_j \times R_2}{R_1} = I_j \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$= I_j \times \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

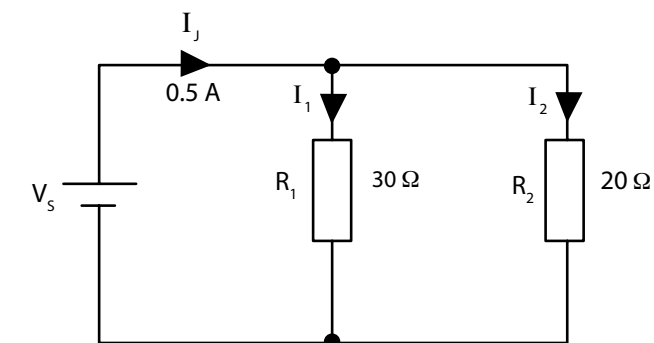
Bagi arus yang mengalir melalui R_2 pula,

$$I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \times I_j$$

Nota: Persamaan yang diterbitkan merupakan persamaan pembahagi arus bagi litar siri dengan dua perintang.

Contoh

1. Berdasarkan Rajah 2.16, hitung nilai arus yang mengalir melalui perintang R_1 dan R_2 .



Rajah 2.16

Penyelesaian:

(a) Untuk mendapatkan nilai arus yang melalui perintang, R_1 :

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I_j$$

$$= \left(\frac{20 \Omega}{20 \Omega + 30 \Omega}\right) \times 0.5 \text{ A}$$

$$= 0.2 \text{ A}$$

(b) Untuk mendapatkan nilai arus yang melalui perintang, R_2 :

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I_j$$

$$= \left(\frac{30 \Omega}{20 \Omega + 30 \Omega}\right) \times 0.5 \text{ A}$$

$$= 0.3 \text{ A}$$

Lembaran kertas kerja (*worksheets*) murid bagi Hukum Ohm dan Pembahagi Voltan

Aktiviti 1: Menentukan kod warna perintang

Sebelum memilih perintang untuk digunakan dalam suatu litar, nilai rintangan mesti ditentukan terlebih dahulu. Terdapat dua kaedah bagi menentukan nilai perintang yang dikehendaki iaitu dengan mengenal pasti kod warna perintang dan mengukur perintang menggunakan meter pelbagai. Lembaran kerja murid ini dapat membantu mempelajari kaedah untuk menentukan nilai perintang. Berikut adalah kertas kerja (*worksheets*) murid bagi menentukan nilai perintang.

Objektif

Dalam aktiviti ini murid dapat:

- Mengenal pasti nilai perintang melalui kod warna.
- Mengenal pasti nilai perintang melalui penggunaan meter pelbagai.

Langkah Kerja

Mengenal pasti dan mengukur nilai rintangan perintang:

- Semak nilai perintang berdasarkan kod warna perintang yang telah dipelajari.
- Mengisi nilai bagi setiap jalur perintang dalam Jadual 2.11 Keputusan yang disediakan.
- Mengukur perintang menggunakan meter pelbagai dan merekod nilai rintangan dalam Jadual 2.11 Keputusan.

Jadual 2.11 Keputusan.

Perintang	Jalur Pertama	Jalur Kedua	Jalur Pendarab	Jalur Julat Toleransi	Julat Rintangan Tertinggi	Julat Rintangan Terendah	Nilai Pengukuran Meter Pelbagai	Julat dalam Toleransi? Ya/Tidak
100 Ω								
220 Ω								
330 Ω								
470 Ω								
1k Ω								
4.7k Ω								
10k Ω								

Aktiviti 2: Memahami Hukum Ohm dan Pembahagi Voltan

Hukum Ohm digunakan bagi mendapatkan nilai arus pada litar AT, manakala Hukum Pembahagi Voltan digunakan bagi menunjukkan voltan susut yang terdapat pada litar. Jumlah voltan susut bagi perintang yang terdapat dalam litar adalah sama dengan jumlah voltan sumber.

Objektif

Dalam aktiviti ini murid dapat:

- Mengenal pasti nilai susut voltan perintang menggunakan rumus pembahagi voltan.
- Meneroka nilai voltan dan arus melalui terbitan rumus Hukum Pembahagi Voltan dan Hukum Ohm.
- Mengenal pasti nilai voltan susut dan arus melalui penggunaan meter pelbagai.

Langkah Kerja

Menghitung nilai voltan dan arus:

- Mengenal pasti dan menghitung nilai voltan susut serta merekodkan dalam Jadual 2.12 Keputusan yang disediakan.
- Menghitung nilai arus dengan menggunakan Hukum Ohm dan merekod dalam Jadual 2.12 Keputusan yang disediakan.
- Melengkapkan Jadual 2.12 Keputusan.

Dengan menggunakan gambar rajah dan nilai perintang yang diberikan. Hitungkan susut voltan, V_{R_1} dan V_{R_2} mengikut nilai yang dicadangkan:

$$V_{R_1} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \times V_s \quad \text{dan} \quad V_{R_2} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times V_s$$

Jadual 2.12 Keputusan.

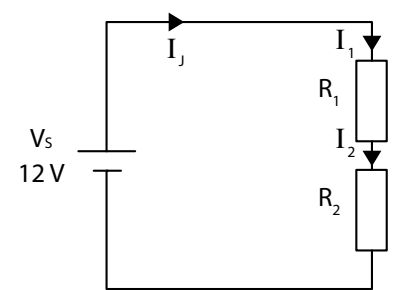
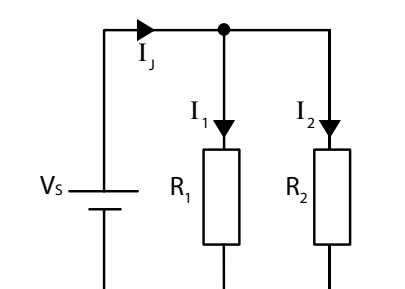
Bil	Voltan bekalan, V_s	Nilai Rintangan, R_1	Nilai Rintangan, R_2	Jumlah pengiraan Voltan susut, V_{R_1}	Jumlah pengiraan Voltan susut, V_{R_2}	Jumlah Voltan susut, $(V_{R_1} + V_{R_2})$	Jumlah voltan bekalan, V_s sama dengan jumlah voltan susut $(V_{R_1} + V_{R_2})$? Ya/Tidak?	Jumlah arus dalam litar dengan menggunakan Hukum Ohm, $V = \frac{I}{R}$
1	50 V	100 Ω	100 Ω					
2	100 V	220 Ω	330 Ω					
3	110 V	330 Ω	470 Ω					
4	200 V	1k Ω	470 Ω					
5	230 V	4.7k Ω	10k Ω					

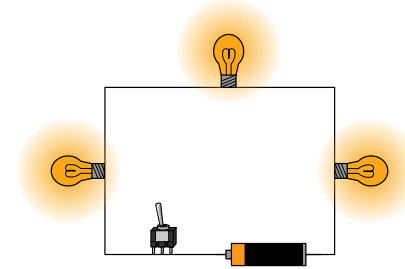
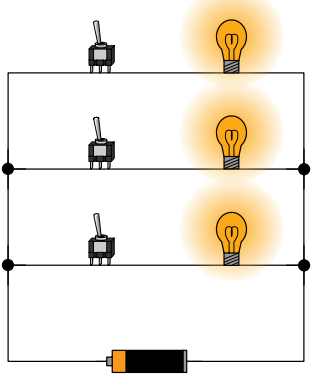
Nilai perintang boleh diubah berdasarkan komponen yang terdapat di bengkel.

2.3.5 Ciri-ciri Litar Siri dan Litar Selari

Perintang dalam litar AT boleh disambung secara siri, selari dan siri-selari. Jadual 2.13 menunjukkan perbezaan di antara sambungan litar siri dan selari.

Jadual 2.13 Ciri perbandingan di antara sambungan litar siri dan litar selari.

Ciri-ciri Litar	Litar Siri	Litar Selari
1. Definisi litar	Litar siri adalah apabila 2 komponen bersambung pada 1 nod yang sama.	Litar selari adalah keadaan di mana 2 komponen atau lebih bersambung pada 2 nod yang sama.
2. Penyambungan litar melalui susunan perintang	 <p>Susunan perintang secara siri</p>	 <p>Susunan perintang secara selari</p>
3. Rintangan	Jumlah rintangan, R_j : $R_j = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	Jumlah rintangan R_j : $\frac{1}{R_j} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$
4. Arus	Jumlah arus adalah sama pada semua perintang. $I_j = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	Jumlah arus adalah hasil tambah arus pada setiap cabang. $I_j = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
5. Voltan	Hasil tambah susut voltan bagi setiap perintang adalah sama dengan punca voltan. $V_j = V_1 + V_2 + \dots + V_n$	Susut voltan semua perintang adalah sama dengan punca voltan. $V_j = V_1 = V_2 = \dots = V_n$
6. Kuasa	Kuasa dan lesapan dalam litar siri AT $P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$	Kuasa dan lesapan dalam litar selari AU $P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$

Ciri-ciri Litar	Litar Siri	Litar Selari
7. Litar yang mempunyai 2 perintang	Pembahagi Voltan, $V_1 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) V_j$ $V_2 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_j$	Pembahagi Arus, $I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) I_j$ $I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) I_j$
8. Contoh aplikasi litar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apabila satu mentol terbakar, mentol yang lain tidak dapat berfungsi. 2. Jika ditambah bilangan mentol dalam litar siri, kecerahan mentol akan berkurangan/malap. <p>Semakin bertambah nilai voltan, nilai arus turut bertambah dan menyebabkan kecerahan mentol semakin terang.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apabila satu mentol terbakar, mentol yang lain akan terus berfungsi. 2. Jika ditambah bilangan mentol dalam litar selari, kecerahan mentol lain tidak berkurangan/malap. <p>Kecerahan mentol adalah sama disebabkan nilai susut voltan yang sama pada setiap beban.</p> 



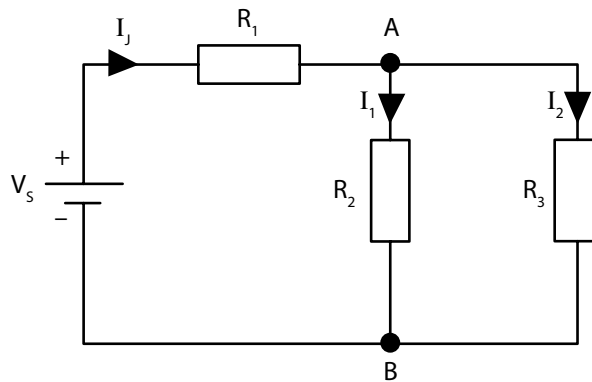
Jika anda memasang beberapa soket alir keluar 13 A di rumah anda, pilih sama ada sambungan tersebut di buat secara siri atau selari. Berikan alasan pilihan anda.

2.3.6

Menghitung Nilai Voltan, Arus, Rintangan dan Kuasa pada Litar Siri, Selari dan Siri Selari

Litar Siri Selari

Litar siri-selari adalah sambungan antara litar siri dan litar selari seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2.17. Merujuk kepada litar tersebut, perintang R_2 dan R_3 disambung selari manakala gabungan R_2 dan R_3 adalah sambungan seseri dengan R_1 . Rajah 2.17 menunjukkan contoh litar siri-selari. Kaedah untuk menghitung jumlah rintangan, R_j adalah seperti berikut:



$$\frac{1}{R_{j1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{j1} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

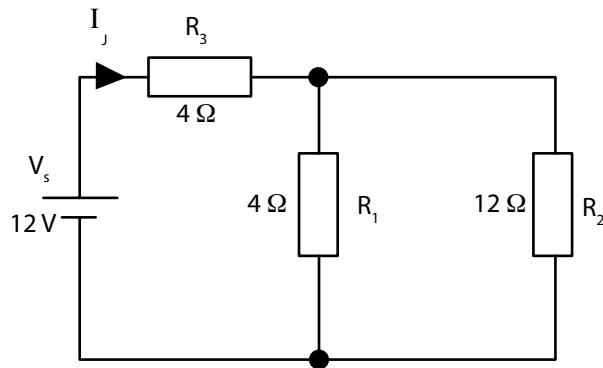
Jumlah rintangan, R_j

$$R_j = R_{j1} + R_1$$

Rajah 2.17 Contoh litar siri-selari.

Contoh 1

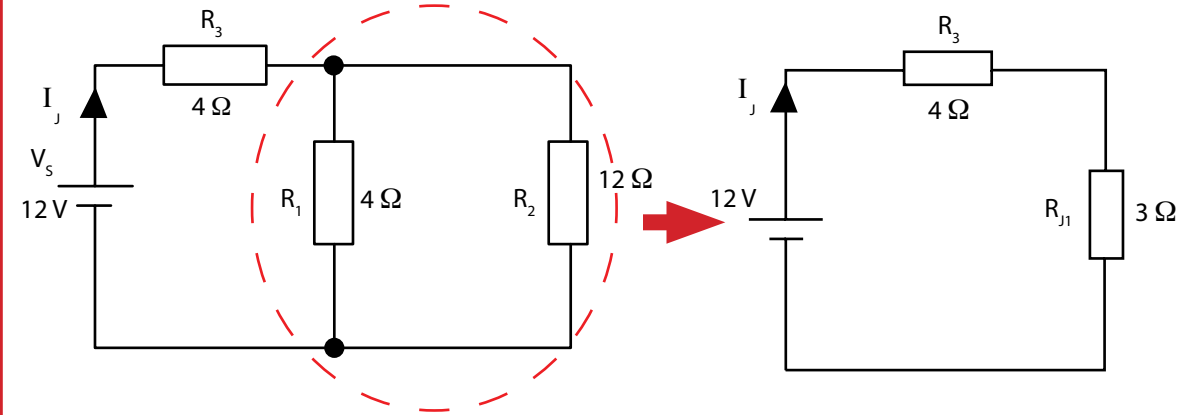
Kaedah penyelesaian dalam litar siri-selari litar AT.



Hitungkan:

- (a) Jumlah rintangan, R_j
- (b) Jumlah arus, I_j

Langkah 1: Kenal pasti sambungan perintang sama ada siri atau selari



Langkah 2: Menyelesaikan dan menggabungkan perintang R_1 dan R_2

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \\ &= \frac{4}{12} \\ R_T &= 3 \Omega \end{aligned}$$

Langkah 3: Selesaikan keseluruhan litar

Sambungan siri

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 \\ &= 3 + 4 \\ &= 7 \Omega \end{aligned}$$

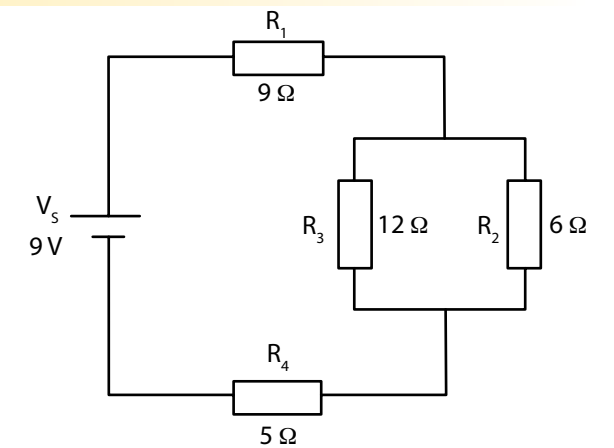
Berapakah nilai arus, I dalam litar?

$$\begin{aligned} V &= IR \\ 12 &= I \times 7 \\ I &= 1.7 \text{ A} \end{aligned}$$

Contoh 2

Rajah 2.18 menunjukkan litar perintang siri-selari AT. Hitung:

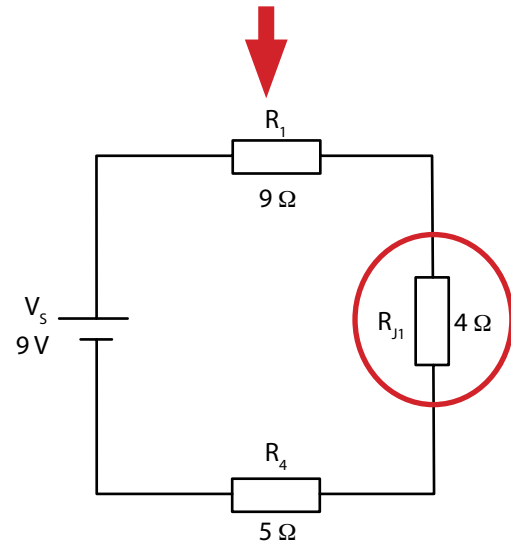
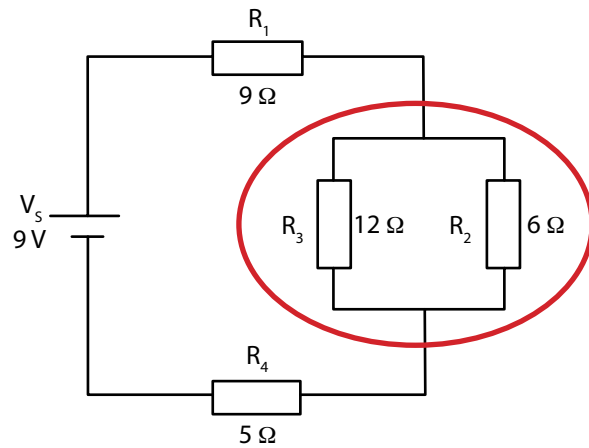
- (a) Jumlah rintangan, R_j
- (b) Jumlah arus, I_j
- (c) Susut voltan yang merentasi
- (d) Jumlah kuasa, P_j yang dilesapkan dalam litar
- (e) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang R_1



Rajah 2.18

Penyelesaian:

(a) Jumlah rintangan, R_{JT} dalam litar siri-selari tersebut.



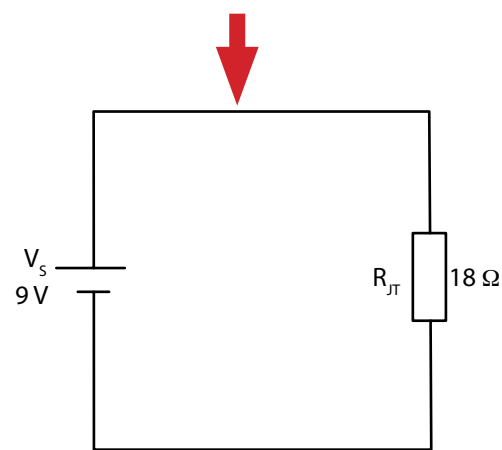
$$\frac{1}{R_{J1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

$$= 0.25$$

$$\frac{1}{0.25} = R_{J1}$$

$$R_{J1} = 4 \Omega$$



$$R_{JT} = R_1 + R_{J1} + R_4$$

$$= 9\Omega + 4\Omega + 5\Omega$$

$$R_{JT} = 18 \Omega$$

(b) Jumlah arus, I_j dalam litar.

$$I_j = \frac{V_s}{R_{JT}} = \frac{9V}{18\Omega} = 0.5 A$$

(c) Voltan yang merentasi perintang, V_{R_2} .

$$V_{R_2} = V_{R_{JT}}$$

$$V_{R_2} = \frac{R_{J1}}{R_1 + R_{JT} + R_4} \times V_s$$

$$= \frac{4 \Omega}{9\Omega + 4\Omega + 5\Omega} \times 9V$$

$$= 1.99 V$$

(d) Jumlah kuasa, P_T yang dilesapkan dalam litar

$$P_T = I^2 \times R_{JT}$$

$$= 0.5^2 \times 18\Omega$$

$$= 0.25 \times 18$$

$$= 4.5 W$$

(e) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang pada, P_{R_1} .

$$P_{R_1} = I^2 \times R_1$$

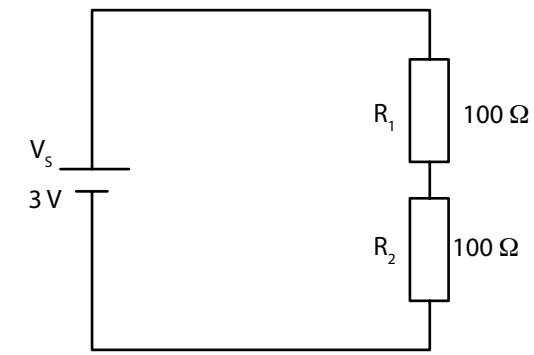
$$= (0.5)^2 \times 9$$

$$= 0.25 \times 9$$

$$= 2.25 W$$

Contoh

1. Berdasarkan Rajah 2.19, hitung nilai arus, I yang mengalir dalam litar.



Rajah 2.19

Penyelesaian:

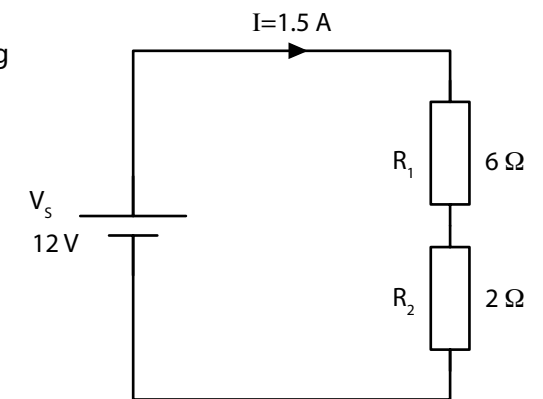
$$I = \frac{V_s}{R}$$

$$I = \frac{V_s}{(R + R_2)}$$

$$I = \frac{3V}{(100\Omega + 100\Omega)}$$

$$I = 0.015 A @ 1.5 mA$$

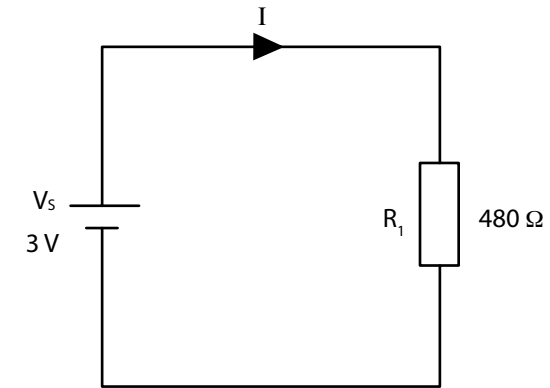
2. Berdasarkan Rajah 2.20, hitung kuasa yang dilesapkan oleh perintang R_1 dan R_2 .



Rajah 2.20

Latihan

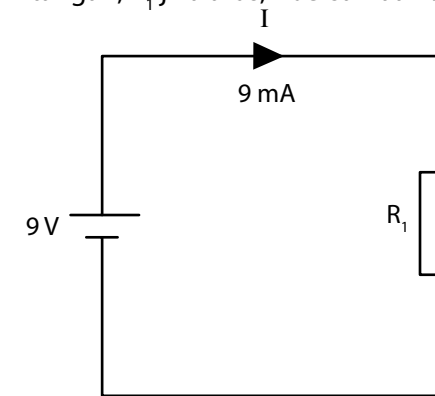
1. Rajah 2.21 menunjukkan suatu sambungan litar siri yang mengandungi voltan bekalan AT dan perintang.



Rajah 2.21

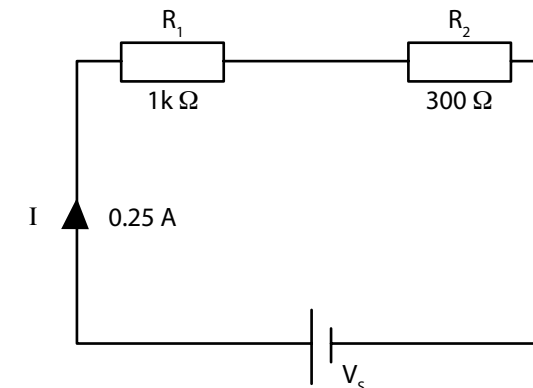
Hitungkan nilai:

- (i) Arus, I.
 - (ii) Jumlah kuasa yang dilesapkan oleh perintang, R_1 .
2. Hitung nilai sebenar rintangan, R_1 jika arus, I bersamaan 9 mA berdasarkan Rajah 2.22.



Rajah 2.22

3. Rajah 2.23 adalah suatu litar siri.



Rajah 2.23

Hitung:

- (i) Jumlah rintangan, R_T .
- (ii) Voltan bekalan, (V_s) bagi litar tersebut.

Penyelesaian:

$$P = IV \text{ atau,}$$

$$P = I^2 \times R$$

Kuasa bagi rintangan, R_1 ,

$$P_{R_1} = I^2 \times R_1$$

$$P_{R_1} = (1.5)^2 \times 6 \Omega$$

$$P_{R_1} = \mathbf{13.5 W}$$

Kuasa bagi rintangan, R_2 ,

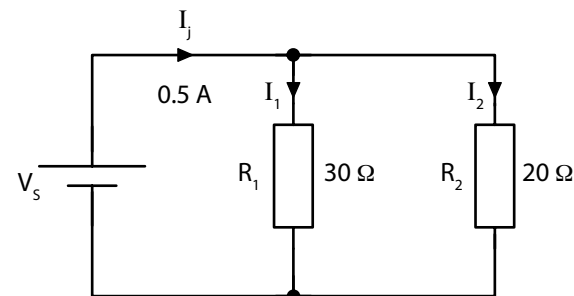
$$P_{R_2} = I^2 \times R_2$$

$$P_{R_2} = (1.5)^2 \times 2 \Omega$$

$$P_{R_2} = \mathbf{4.5 W}$$

3. Hitungkan :

- (i) Jumlah rintangan, R_j
- (ii) Jumlah voltan bekalan jika jumlah arus, I_j ialah 0.5 A
- (iii) Arus yang mengalir pada setiap perintang, I_1 dan I_2
- (iv) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang, R_1 dan R_2



Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{(i) Jumlah rintangan, } R_j &= \frac{R_1 \times R_2}{(R_1 + R_2)} \\ &= \frac{30 \Omega \times 20 \Omega}{(30 \Omega + 20 \Omega)} \\ &= \mathbf{12 \Omega} \end{aligned}$$

- (ii) Jumlah voltan bekalan jika jumlah arus, I_j ialah 0.5 A

$$\begin{aligned} V_s &= I_j \times R_j \\ &= 0.5 \times 12 \\ &= \mathbf{6 V} \end{aligned}$$

- (iii) Arus yang mengalir pada setiap perintang, I_1 dan I_2

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times I_j \\ &= \frac{20 \Omega}{(30 \Omega + 20 \Omega)} \times 0.5 \text{ A} \\ &= \mathbf{0.2 A} \end{aligned}$$

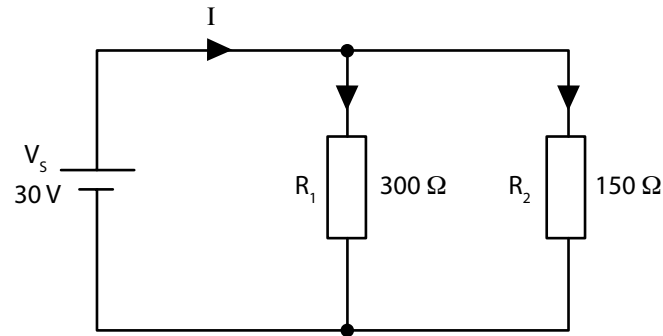
Untuk mendapatkan nilai arus yang melalui simpang, I_2 :

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \times I_j && \text{HAK,} \\ &= \frac{30}{(30 + 20)} \times 0.5 && @ \quad 0.5 \text{ A} = I_1 + I_2 \\ &= \mathbf{0.3 A} && I_2 = 0.5 \text{ A} - 0.2 \text{ A} \\ & && I_2 = \mathbf{0.3 A} \end{aligned}$$

- (iv) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang, R_1 dan R_2

$$\begin{aligned} V_s &= V_{R_1} = V_{R_2} \\ P_{R_1} &= I_1 \times V_{R_1} \\ &= 0.2 \text{ A} \times 6 \text{ V} \\ &= \mathbf{1.2 W} \\ P_{R_2} &= I_2 \times V_{R_2} \\ &= 0.3 \text{ A} \times 6 \text{ V} \\ &= \mathbf{1.8 W} \end{aligned}$$

4. Rajah 2.24 merupakan litar selari.

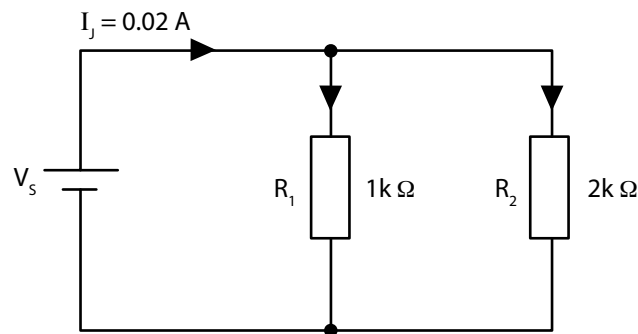


Rajah 2.24

Hitung:

- (i) Jumlah rintangan bagi litar, R_T .
- (ii) Arus, I_T .

5. Rajah 2.25 adalah litar selari.

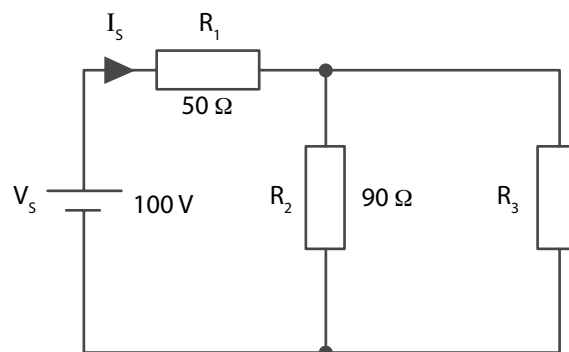


Rajah 2.25

Hitung:

- (i) Jumlah rintangan litar, R_T .
- (ii) Voltan bekalan litar, V_s .

6. Rajah 2.26 di bawah menunjukkan litar siri-selari. Jumlah kuasa lesapan ialah 120 W.



Rajah 2.26

Hitung:

- (i) Nilai rintangan R_3 .
- (ii) Arus yang mengalir melalui perintang R_2 .

2.3.7

Perintang

Perintang ialah peranti yang menghadkan pengaliran arus melaluinya di dalam sesuatu litar dan menyebabkan susutan voltan berlaku. Perintang merupakan peranti pasif yang tidak berkuat. Terdapat dua jenis perintang iaitu perintang tetap dan perintang boleh ubah. Foto 2.1 menunjukkan beberapa jenis perintang.



Perintang boleh ubah



Perintang belitan dawai



Perintang Karbon

Foto 2.1 Bentuk fizikal beberapa jenis perintang.

Jadual 2.14 menunjukkan perkara yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan penggunaan perintang dalam sesuatu litar.

Jadual 2.14 Kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan perintang.

Bil.	Perkara	Fungsi
1.	Nilai Rintangan	Nilai rintangan dapat dibaca sama ada dengan menggunakan kod warna atau kod bercetak.
2.	Had Terima	Had terima menunjukkan nilai minimum dan maksimum bagi perintang.
3.	Kadar Kuasa	Saiz perintang menunjukkan kadar kuasa maksimum yang boleh diterima oleh perintang.
4.	Kestabilan	Perintang yang mempunyai kestabilan tinggi dapat mengekalkan rintangan dengan perubahan suhu dan jangka hayat.

Perintang tetap

Perintang tetap ialah perintang yang nilai rintangannya tidak boleh diubah-ubah. Bagi perintang tetap, nilai rintangan dinyatakan melalui kod warna dan kod bercetak. Selain itu, nilai perintang juga boleh diketahui dengan menggunakan meter ohm atau meter pelbagai.

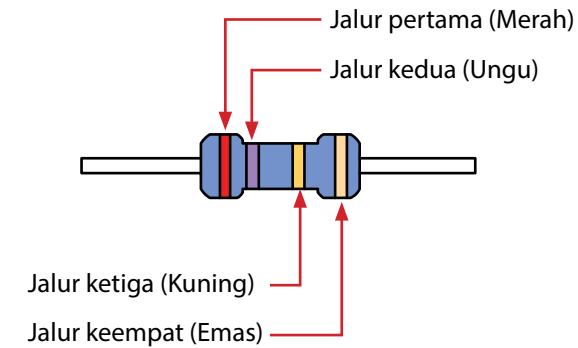
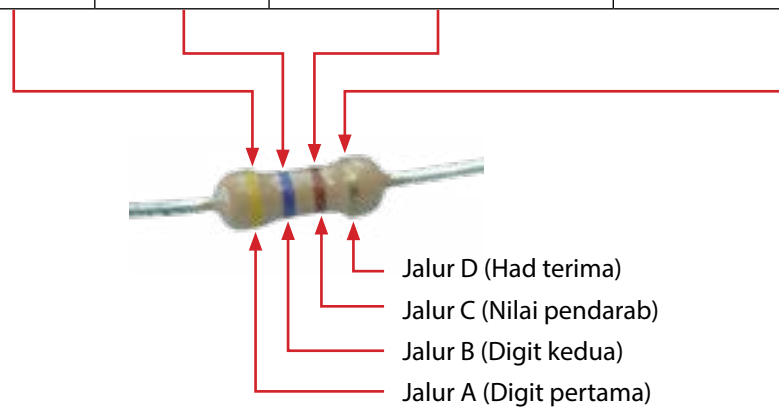
Kod warna

Nilai rintangan perintang boleh ditentukan melalui kod warna yang tertera pada perintang. Setiap warna mewakili nilai tertentu.

Jalur warna pertama dan kedua merupakan susunan nilai rintangan, jalur ketiga pula merupakan nilai pendarab dan jalur warna yang keempat pula mewakili nilai toleransi iaitu had terima perintang. Jadual 2.15 menunjukkan kod warna perintang:

Jadual 2.15 Kod warna perintang.

Warna	Jalur A	Jalur B	Jalur C Pendarab	Jalur D Had Terima
Hitam	0	0	10^0	1
Coklat	1	1	10^1	10
Merah	2	2	10^2	100
Oren	3	3	10^3	1000
Kuning	4	4	10^4	10000
Hijau	5	5	10^5	100000
Biru	6	6	10^6	1000000
Ungu	7	7	10^7	10000000
Kelabu	8	8	10^8	100000000
Putih	9	9	10^9	1000000000
Emas			10^{-1}	0.1
Perak			10^{-2}	0.01
Tiada Warna				$\pm 20\%$



Contoh penentuan nilai ohm, Ω

$2 \ 7 \times 10 \ 000 \ \pm \ 5\% = 270 \text{ k}\Omega \pm 5\%$

Kaedah Menentukan Nilai Perintang
Nilai rintangan, $R = (AB \times C) \pm D$

... (2.4)

Contoh

Formula untuk kod warna bagi nilai rintangan, $R = (AB \times C) \pm D$
 $A = 1, B = 0, C = 1 \text{ k}\Omega, D = \pm 10\%$, masukan nilai dalam formula, maka;

$R = (AB \times C) \pm D,$
 $= 10 \times 1 \text{ k}\Omega \pm 10 \%,$
 $= 10 \text{ k}\Omega \pm 10 \%$

Bagi menentukan had terima,
Maka,
Had terima atas $= 10 \text{ k}\Omega + 10 \%$
 $= 10 \ 000 \ \Omega + 1000 \ \Omega$
 $= 11 \ 000 \ \Omega / 11 \text{ k}\Omega$

Had terima bawah $= 10 \text{ k}\Omega - 10 \%$
 $= 10 \ 000 \ \Omega - 1000 \ \Omega$
 $= 9 \ 000 \ \Omega / 9 \text{ k}\Omega$

Jika nilai di atas $10 \text{ k}\Omega$ mempunyai had terima $-/+10 \%$, bermakna nilai had terima atau toleransi bagi nilai terendah rintangan untuk perintang $10 \text{ k}\Omega$ adalah $9 \text{ k}\Omega$ dan nilai tertinggi rintangan pula adalah $11 \text{ k}\Omega$.

Perintang Boleh Ubah

Perintang boleh ubah merupakan perintang yang nilai rintangan boleh dilaras mengikut kehendak pengguna. Terdapat beberapa jenis perintang boleh ubah iaitu reostat, meter upaya, praset, termistor dan varistor. Jadual 2.16 menunjukkan simbol, bentuk fizikal dan ciri perintang boleh laras.

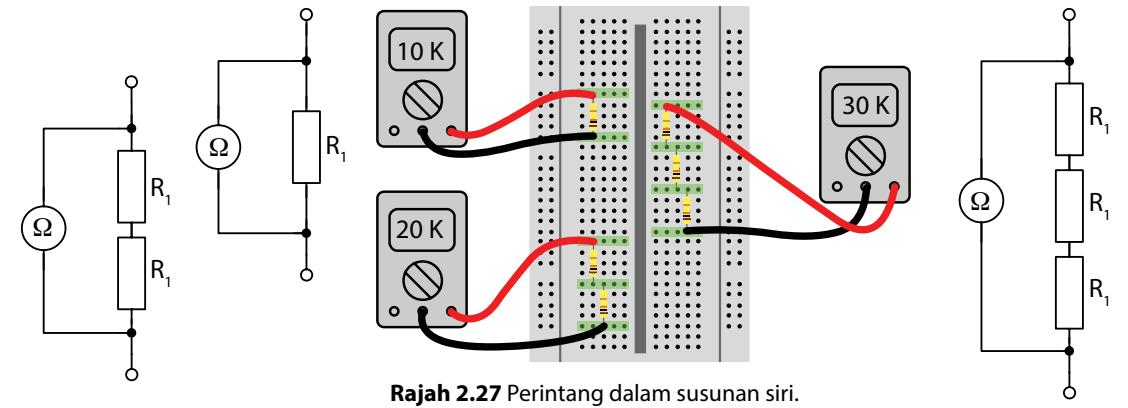
Jadual 2.16 Jenis-jenis perintang boleh ubah.

Perintang boleh ubah	Simbol	Bentuk fizikal	Ciri-ciri
Reostat/Meter upaya			<ul style="list-style-type: none"> • Nilai rintangan boleh diubah dengan melaraskan tombol boleh laras
Praset			<ul style="list-style-type: none"> • Saiz lebih kecil • Nilai rintangan boleh diubah
Termistor			<ul style="list-style-type: none"> • Nilai rintangan berubah mengikut perubahan suhu
Varistor			<ul style="list-style-type: none"> • Nilai rintangan berubah bergantung kepada nilai voltan

2.3.8

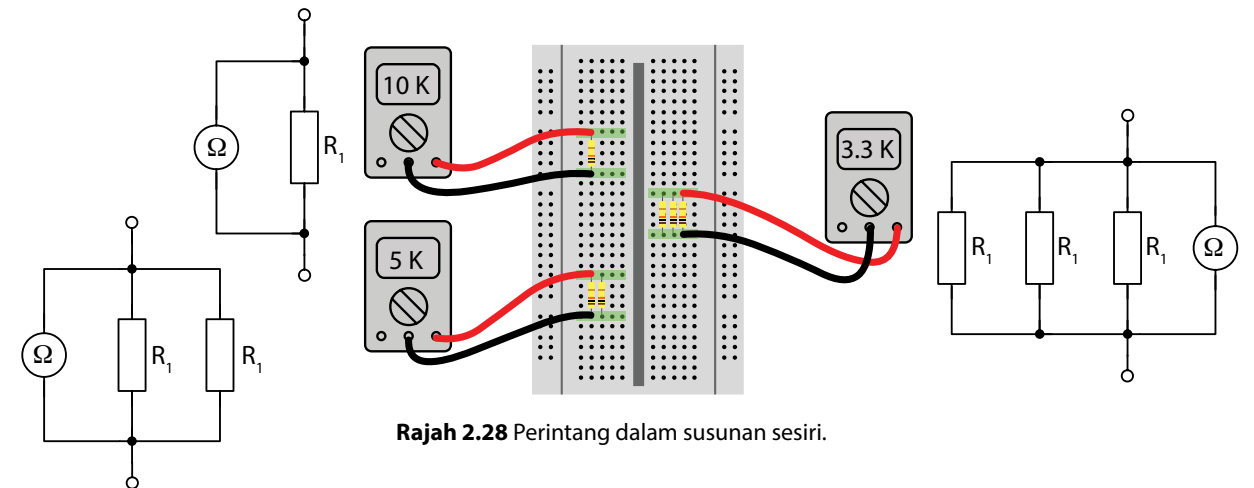
Susunan Litar Siri, Litar Selari dan Litar Siri-Selari di Atas Papan Reka (Breadboard)

1. Rajah 2.27 menunjukkan kedudukan perintang yang disusun di atas papan reka secara siri.



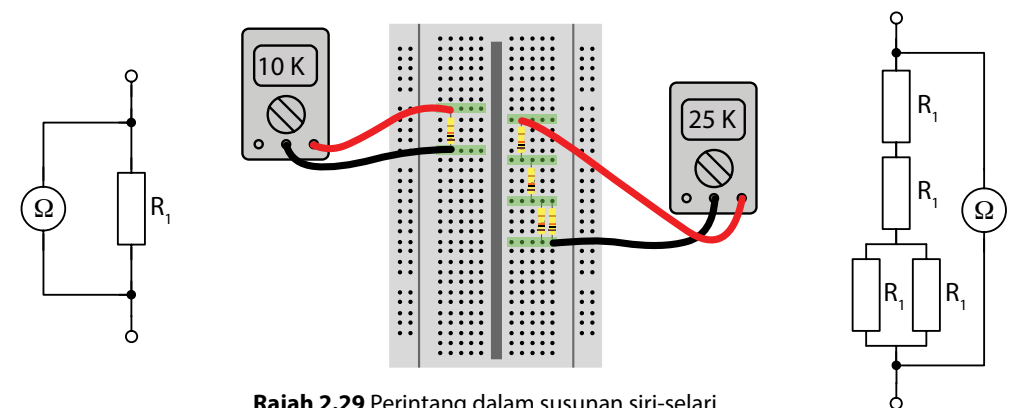
Rajah 2.27 Perintang dalam susunan siri.

2. Rajah 2.28 menunjukkan kedudukan perintang yang disusun di atas papan reka secara selari.



Rajah 2.28 Perintang dalam susunan selari.

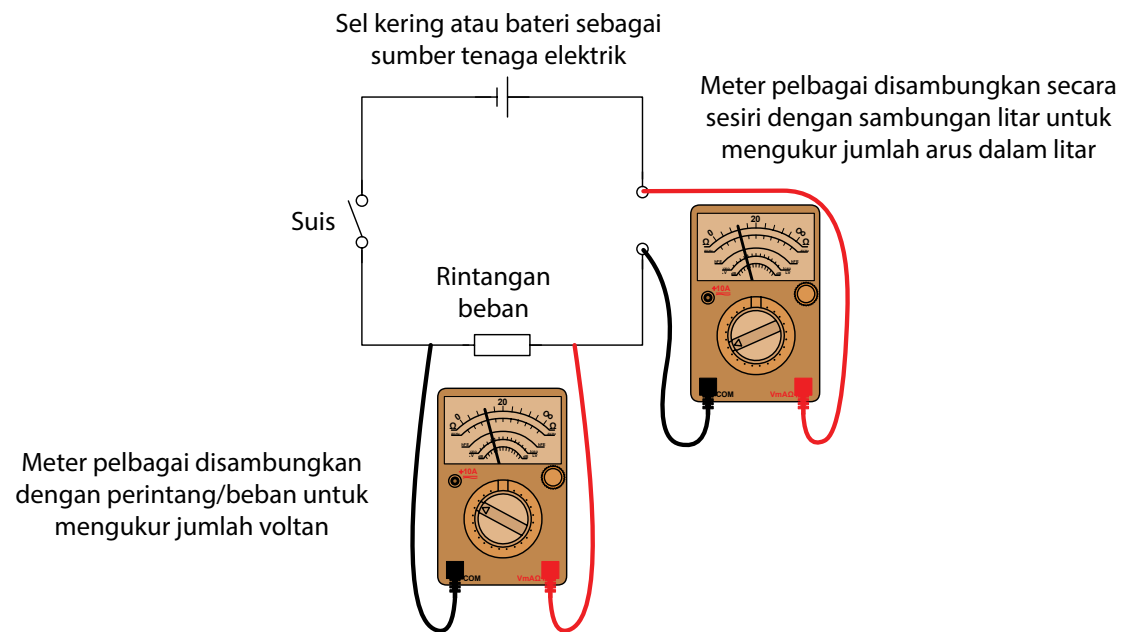
3. Rajah 2.29 menunjukkan kedudukan perintang yang disusun di atas papan reka secara siri-selari.



Rajah 2.29 Perintang dalam susunan siri-selari.

2.3.9 Kaedah Pengukuran Voltan dan Arus dalam Litar

Meter pelbagai boleh digunakan untuk mengukur pelbagai kuantiti elektrik dalam satu peralatan. Meter jenis ini hanya perlu dilaras bagi menyukat mengikut jenis kerja atau sukatan. Antara sukatan bacaan yang boleh disukat ialah arus (ampere), voltan (volt) dan rintangan (ohm). Kuantiti tersebut diukur dengan menggunakan tiga alat ukur yang berlainan seperti meter volt, meter ampere dan meter ohm. Berikut merupakan kaedah penyambungan meter pelbagai untuk mengambil bacaan nilai voltan dan arus di dalam sesuatu litar asas. Rajah 2.30 menunjukkan kaedah penyambungan tersebut.



Rajah 2.30 Kaedah penyambungan meter pelbagai bagi kegunaan mengukur arus dan voltan.

1. Pengukuran arus (I)

Meter pelbagai mestilah disambungkan secara siri dengan litar. Ini bermakna litar mestilah dibuka untuk sambungan meter. Oleh itu, arus yang mengalir dalam litar akan mengalir melalui meter dan bacaan diambil apabila jarum bergerak pada skala. Meter pelbagai bagi penggunaan mengukur arus (I) digunakan dengan cara menyambung secara siri pada beban supaya semua arus dapat mengalir ke beban menerusi meter pelbagai. Sambungan litar mestilah putus di mana punca positif meter disambungkan pada punca positif litar dan sebaliknya, punca negatif meter disambungkan pada punca negatif litar. Sekiranya diterbalikkan kedudukan punca meter, bacaan yang didapati juga akan terbalik (jarum bergerak songsang). Julat yang digunakan mestilah pada julat yang paling tinggi.

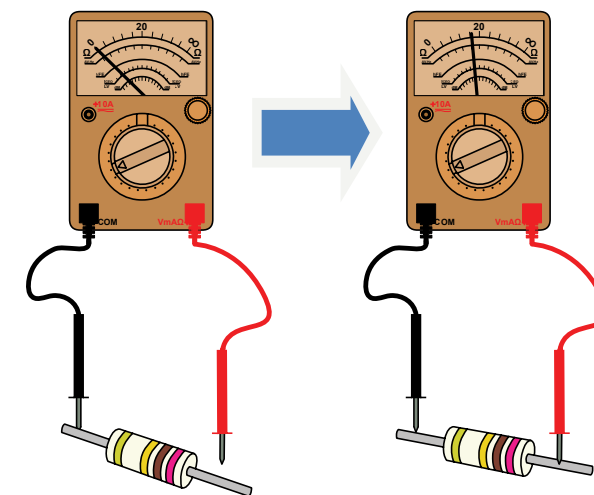
2. Pengukuran voltan (V)

Meter volt digunakan dalam keadaan selari dengan litar. Ia dapat menentukan jumlah voltan yang digunakan oleh sesuatu beban atau voltan bekalan kuasa. Sambungan meter bagi kegunaan pengukuran tidak memerlukan kepada pengubahsuaian atau memutuskan litar. Kedudukan prob meter volt mestilah selari pada dua punca yang hendak diukur. Meter pelbagai analog biasanya mempunyai pelbagai skala voltan. Bacaan mestilah dibuat bersesuaian dengan julat yang telah ditetapkan.

Kaedah Pengukuran Rintangan


i. Meter Pelbagai Analog

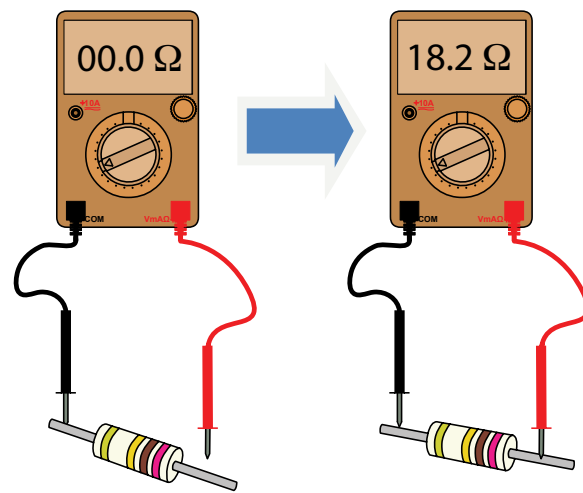
Meter Pelbagai Analog	Kaedah Penggunaannya
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pintaskan prob untuk melaraskan jarum meter. 2. Laraskan pelaras kepada sifar. 3. Pilih julat (<i>range</i>) ohm meter yang sesuai ($R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$, $R \times 1k$, $R \times 10k$). 4. Ukur perintang dan baca skala. 5. Ukur nilai perintang. 6. Darabkan skala dengan julat yang dipilih.



Rajah 2.31 Kedudukan prob ketika mengukur perintang.

ii. Meter Pelbagai Digital

Meter Pelbagai Digital	Kaedah Penggunaannya
	<ol style="list-style-type: none"> Pasangkan kuar hitam ke terminal com dan kuar merah ke terminal positif. Laraskan pelaras ke bahagian pengukuran ohm. Pilih julat yang sesuai. Ukur nilai perintang.



Rajah 2.32 Kedudukan prob ketika mengukur perintang.



Tahukah Anda

Perintang merupakan komponen yang tergolong dalam kumpulan pasif. Perintang tidak mempunyai polariti.



Info Tambahan

Bacaan pada skala meter pelbagai	Keadaan perintang
Nilai bacaan dalam julat toleransi perintang berdasarkan kod warna pada perintang	Baik
Nilai bacaan menunjukkan sifar (0)	Terpintas
Nilai bacaan menunjukkan infiniti (∞)	Terbuka
Nilai bacaan tidak sama dengan julat toleransi perintang	Rosak

Aktiviti 1: Membina Litar Siri Menggunakan Papan Reka (Breadboard)

Berikut adalah kertas kerja amali murid bagi membina litar siri menggunakan papan reka (breadboard).

Objektif

Dalam aktiviti ini murid dapat:

- Menyambung litar siri.
- Menggunakan Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff bagi menghitung rintangan, arus, voltan dan kuasa.
- Menggunakan meter pelbagai untuk mengukur voltan dan arus dalam litar.

Peralatan dan bahan

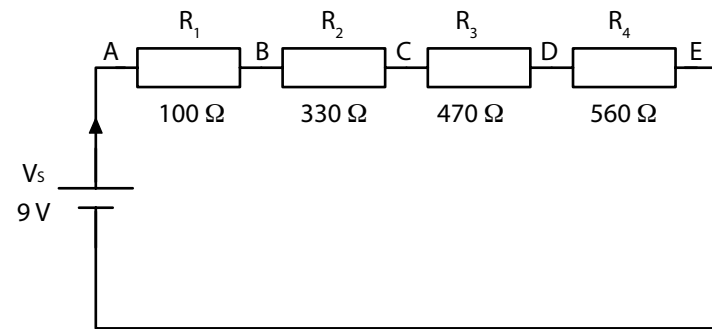
Bil.	Peralatan/Bahan	Kuantiti
1.	Bekalan Kuasa AT (0 – 30 V) atau Bateri 9 V	1
2.	Papan reka (Breadboard)	1
3.	Suis SPST atau Togel	1
4.	Klip buaya	4
5.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_1 = 100 \Omega$	1
6.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_2 = 330 \Omega$	1
7.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_3 = 470 \Omega$	1
8.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_4 = 560 \Omega$	1
9.	Meter pelbagai	1

Langkah Kerja

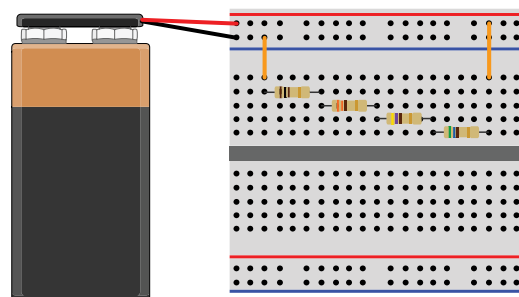
- Sambung litar seperti Rajah 2.33 (a). Bagi memudahkan pemilihan julat meter pelbagai, hitung nilai kuantiti elektrik yang hendak diukur terlebih dahulu.
- Ukur jumlah rintangan di antara titik A hingga E. Pastikan suis dalam keadaan terbuka (off).
- Tutup (on) suis S dan ukur nilai arus litar, I.
- Ukur nilai voltan V_{AB} , V_{BC} , V_{CD} , V_{DE} dan V_{AE} .
- Catat nilai kuantiti yang diukur dalam Jadual 2.17 Keputusan.

Jadual 2.17 Keputusan.

Bil	Kuantiti	Kuantiti	Ukuran
1.	Jumlah rintangan, R_j		
2.	Jumlah arus, I_j		
3.	Susut voltan, V_{AB}		
4.	Susut voltan, V_{BC}		
5.	Susut voltan, V_{CD}		
6.	Susut voltan, V_{DE}		
7.	Susut voltan, V_{AE}		
8.	Jumlah lesapan kuasa, $P_j = IV_s$		



Rajah 2.33 (a) Litar skema sambungan litar siri.



Rajah 2.33 (b) Contoh litar pendawaian atas papan reka (*breadboard*).

Info Tambahan

Maksud Suis:

SPST - Single Pole Single Throw

DPST - Double Pole Single Throw

SPDT - Single Pole Double Throw

DPDT - Double Pole Double Throw



1. Hitung jumlah rintangan, R_T dan susutan voltan bagi setiap perintang serta jumlah lesapan kuasa dalam litar, P_T . Tunjukkan semua jalan pengiraan dalam laporan.
2. Bincangkan hukum yang digunakan untuk menunjukkan perkaitan di antara jumlah susutan voltan, V_{AE} dengan punca voltan bekalan, V_S pada litar siri. Jelaskan jawapan dengan menggunakan hukum yang telah dinyatakan.
3. Hitung jumlah arus yang mengalir melalui setiap perintang dan kaitkan dengan Hukum Arus yang terlibat. Terangkan jawapan anda.

Aktiviti 2: Membina Litar Selari Menggunakan Papan Reka (*Breadboard*)

Berikut adalah kertas kerja amali murid bagi membina litar selari menggunakan papan reka (*breadboard*).

Objektif

Dalam aktiviti ini murid dapat:

- a. Menyambung litar selari.
- b. Menggunakan Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff bagi menghitung rintangan, arus, voltan dan kuasa.
- c. Menggunakan meter pelbagai untuk mengukur voltan dan arus dalam litar.

Peralatan dan bahan

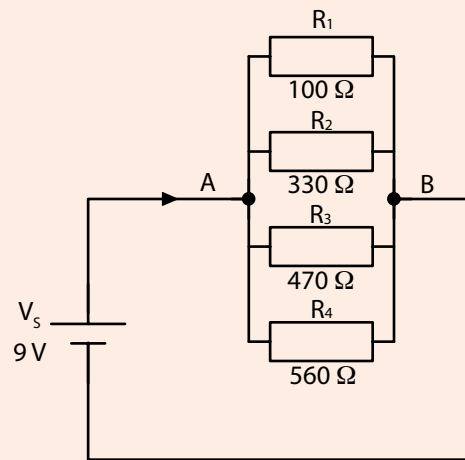
Bil.	Peralatan/Bahan	Kuantiti
1.	Bekalan Kuasa AT (0 – 30 V) atau Bateri 9 V	1
2.	Papan reka (<i>Breadboard</i>)	1
3.	Suis SPST atau Togel	1
4.	Klip buaya	4
5.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_1 = 100 \Omega$	1
6.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_2 = 330 \Omega$	1
7.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_3 = 470 \Omega$	1
8.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_4 = 560 \Omega$	1
9.	Meter pelbagai	1

Langkah kerja

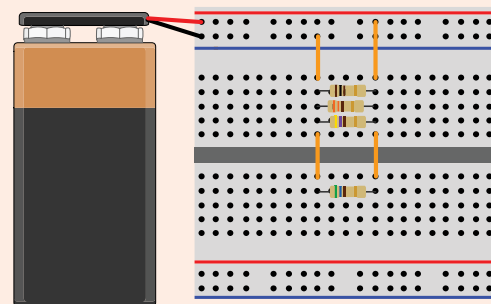
1. Sambung litar seperti Rajah 2.34 (a). Bagi memudahkan pemilihan julat meter pelbagai, hitung nilai kuantiti elektrik yang hendak diukur terlebih dahulu.
2. Ukur jumlah rintangan di antara titik A hingga B. Pastikan suis dalam keadaan terbuka (*off*).
3. Tutup (*on*) suis S dan ukur nilai arus yang melalui R_1 , R_2 , R_3 dan R_4 .
4. Ukur nilai voltan merentasi R_1 , R_2 , R_3 dan R_4 .
5. Ukur voltan di antara titik A dan B.
6. Catat nilai kuantiti yang diukur dalam Jadual 2.18 keputusan.

Jadual 2.18 Keputusan.

Bil.	Kuantiti	Kuantiti	Ukuran
1.	Jumlah rintangan, R_j		
2.	Jumlah arus, I_j		
3.	Arus melalui R_1 , I_{R_1}		
4.	Arus melalui R_2 , I_{R_2}		
5.	Arus melalui R_3 , I_{R_3}		
6.	Arus melalui R_4 , I_{R_4}		
7.	Susut voltan, V_{R_1}		
8.	Susut voltan, V_{R_2}		
9.	Susut voltan, V_{R_3}		
10.	Susut voltan, V_{R_4}		
11.	Susut voltan, V_{AB}		
12.	Jumlah lesapan kuasa, $P_j = I_j V_s$		



Rajah 2.34 (a) Litar skema sambungan litar selari.



Rajah 2.34 (b) Contoh litar pendawaian atas papan reka (*breadboard*).



1. Hitung jumlah rintangan, nilai voltan susutan dan arus yang melalui setiap perintang. Tunjukkan semua jalan pengiraan dalam laporan.
2. Hitung jumlah lesapan kuasa litar, P_j .
3. Bincangkan hukum yang digunakan untuk menunjukkan perkaitan di antara nilai arus litar, I_j dengan nilai arus yang melalui setiap perintang, I_{R_1} , I_{R_2} , I_{R_3} dan I_{R_4} pada litar selari. Jelaskan jawapan dengan menggunakan hukum yang telah dinyatakan.
4. Hitung susut voltan bagi setiap perintang dan kaitkan dengan hukum voltan yang terlibat. Terangkan jawapan anda.

Aktiviti 3: Membina Litar Siri-Selari Menggunakan Papan Reka (*Breadboard*)

Berikut adalah kertas kerja amali murid bagi membina litar siri-selari menggunakan papan reka (*breadboard*).

Objektif

Dalam aktiviti ini murid dapat:

- a. Menyambung litar siri-selari.
- b. Menggunakan Hukum Ohm dan Hukum Kirchhoff bagi menghitung rintangan, arus, voltan dan kuasa.
- c. Menggunakan meter pelbagai untuk mengukur voltan dan arus dalam litar.

Peralatan dan bahan

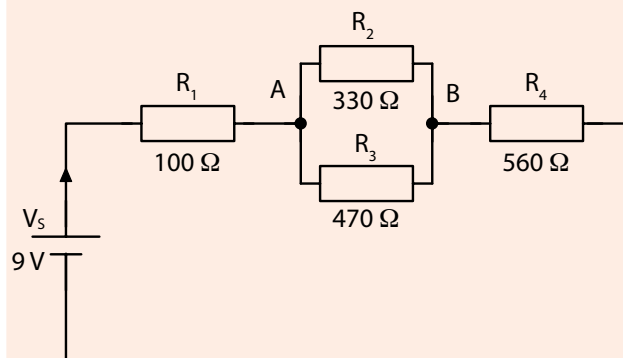
Bil	Peralatan/Bahan	Kuantiti
1.	Bekalan Kuasa AT (0 – 30 V) atau Bateri 9 V	1
2.	Papan reka (<i>Breadboard</i>)	1
3.	Suis SPST atau Togel	1
4.	Klip buaya	4
5.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_1 = 100 \Omega$	1
6.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_2 = 330 \Omega$	1
7.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_3 = 470 \Omega$	1
8.	Perintang $\frac{1}{4}$ W : $R_4 = 560 \Omega$	1
9.	Meter pelbagai	1

Langkah kerja

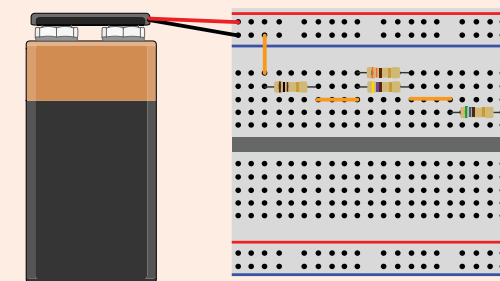
1. Sambung litar seperti Rajah 2.35 (a). Bagi memudahkan pemilihan julat meter pelbagai, hitung nilai kuantiti elektrik yang hendak diukur terlebih dahulu.
2. Ukur jumlah rintangan di antara titik A hingga D. Pastikan suis dalam keadaan terbuka (*off*).
3. Tutup (*on*) suis S dan ukur nilai arus, I_j , I_1 , I_2 , I_3 dan I_4 .
4. Ukur nilai voltan merentasi R_1 , R_2 , R_3 dan R_4 .
5. Ukur voltan di antara titik A dan D.
6. Catat nilai kuantiti yang diukur dalam Jadual 2.19 keputusan.

Jadual 2.19 Keputusan.

Bil.	Kuantiti	Kuantiti	Ukuran
1.	Jumlah rintangan, R_j		
2.	Jumlah arus, I_j		
3.	Arus melalui R_1 , I_{R_1}		
4.	Arus melalui R_2 , I_{R_2}		
5.	Arus melalui R_3 , I_{R_3}		
6.	Arus melalui R_4 , I_{R_4}		
7.	Susut voltan, V_{R_1}		
8.	Susut voltan, V_{R_2}		
9.	Susut voltan, V_{R_3}		
10.	Susut voltan, V_{R_4}		
11.	Susut voltan, V_{A_B}		
12.	Jumlah lesapan kuasa, $P_j = I_j V_s$		



Rajah 2.35 (a) Litar skema sambungan litar siri-selari.



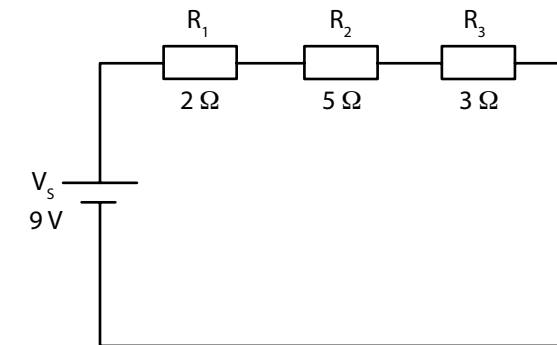
Rajah 2.35 (b) Contoh litar pendawaian atas papan reka (breadboard).



1. Hitung jumlah rintangan, nilai voltan susutan dan arus yang melalui setiap perintang. Tunjukkan semua jalan pengiraan dalam laporan.
2. Hitung jumlah lesapan kuasa litar, P_j .
3. Merujuk Rajah 2.35 (a), bincangkan dan nyatakan persamaan Hukum Arus Kirchoff pada nod A dan B.
4. Nyatakan persamaan gelung bagi litar pada Rajah 2.35 (a).
5. Murid dikehendaki membuat rumusan terhadap ketiga-tiga litar iaitu litar siri, litar selari dan litar siri-selari berdasarkan aspek jumlah rintangan litar, arus litar dan jumlah lesapan kuasa dengan berpandukan penggunaan nilai perintang yang sama seperti mana aktiviti amali yang telah dijalankan.

Latihan

1. Merujuk kepada Rajah 2.36,

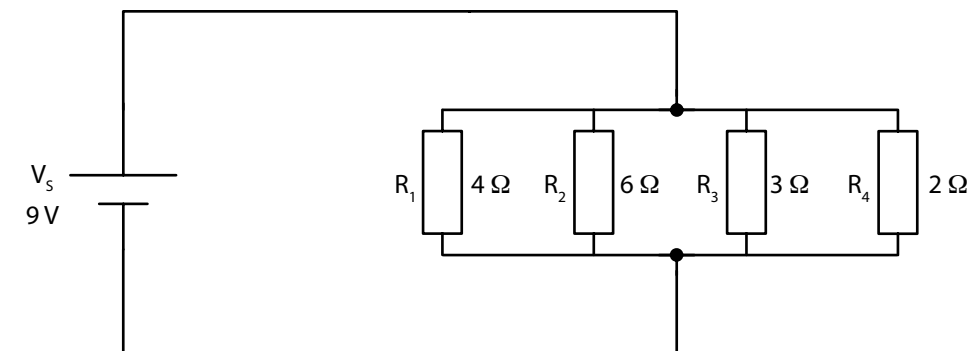


Rajah 2.36

Hitungkan:

- (i) Jumlah rintangan, R_j .
- (ii) Jumlah arus, I_j .
- (iii) Susut voltan pada perintang R_1 , R_2 dan R_3 .
- (iv) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang, R_2 .

2. Merujuk kepada Rajah 2.37,

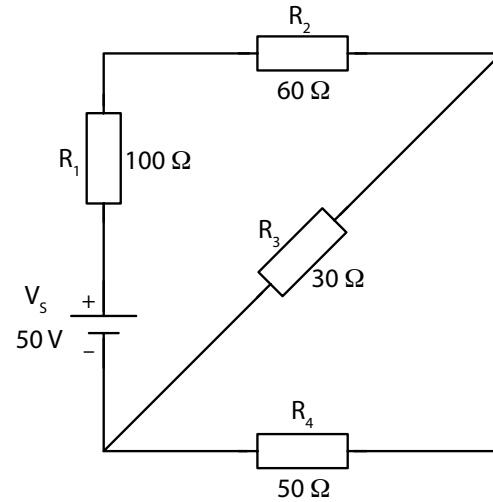


Rajah 2.37

Hitungkan:

- (i) Jumlah rintangan, R_j .
- (ii) Jumlah arus, I_j .
- (iii) Susut voltan pada perintang R_1 , R_2 , R_3 dan R_4 .
- (iv) Kuasa yang dilesapkan oleh perintang, R_2 dan R_3 .

Rajah 2.38 menunjukkan litar siri-selari dengan voltan bekalan 50 V .3



Rajah 2.38

Lengkapkan jadual di bawah dengan mengira nilai yang dikehendaki

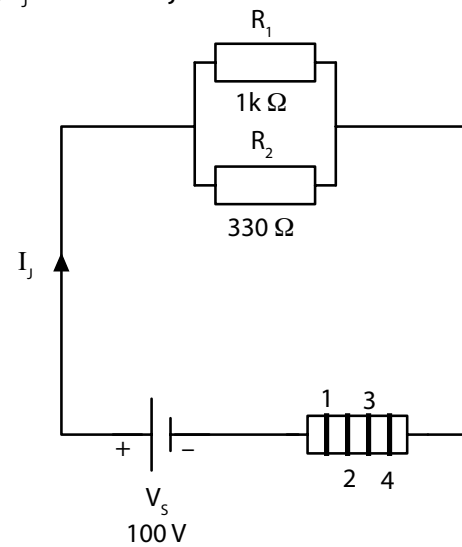
	R_1	R_2	R_3	R_4	Jumlah
V					
I					
R	100 Ω	60 Ω	30 Ω	50 Ω	
P					

Merujuk pada Rajah 2.39, bincangkan .4

- Cadangan nilai perintang dan julat toleransi yang paling sesuai dengan litar jika jumlah rintangan, R_j ialah 500 Ω .
- Kenal pasti kod warna perintang bagi setiap jalur untuk perintang yang dicadangkan.

Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3	Jalur 4

- Hitung jumlah arus, I_j dalam litar jika voltan bekalan diturunkan kepada 50 V.



Rajah 2.39

2.4 Litar Arus Ulang Alik (AU)



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- Mengenal pasti bentuk gelombang AU.
- Membezakan bentuk gelombang AT dan AU.
- Menghitung voltan puncak, voltan purata, voltan puncak ke puncak, voltan puncak ke minimum kuasa dua, tempoh, dan frekuensi bagi gelombang AU.
- Mengukur gelombang keluaran daripada penjana isyarat dengan menggunakan osiloskop.
- Menentukan nilai kemuatan dan kearuhan pada komponen berdasarkan kod bercetak.
- Menghitung nilai kemuatan dan kearuhan dalam sambungan siri, selari, siri dan selari.
- Membezakan fasa antara arus dengan voltan bagi litar perintang (R), pearuh (L), dan pemuat (C).
 - Gambar rajah gelombang
 - Gambar rajah vektor
- Membezakan fasa antara arus dengan voltan bagi litar siri RL, RC, dan RLC.
 - Gambar rajah gelombang
 - Gambar rajah vektor
- Menghitung nilai regangan kearuhan (X_L), regangan kemuatan (X_C), dan galangan (Z).
- Menghitung nilai arus, voltan, galangan dan kuasa dalam litar RL, RC dan RLC bagi litar siri dan selari melibatkan litar satu bekalan sahaja.

Arus Ulang Alik (AU)

Arus ulang alik merupakan sejenis arus elektrik yang mengalir dalam dua keadaan sama ada pada nilai negatif ataupun nilai positif. Ia mengalir bermula dari sifar ke maksimum positif, ke sifar dan seterusnya mengalir ke maksimum negatif dan kembali kepada sifar. Perubahan arah pengaliran arus ini adalah disebabkan oleh perubahan kekutuban puncak voltan yang berselang-seli.

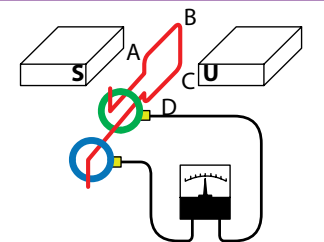
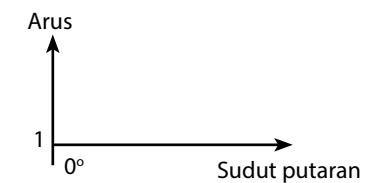
Sumber arus ulang-alik adalah daripada penjana arus yang menggunakan prinsip aruhan yang menukarkan tenaga mekanik kepada tenaga elektrik. Penjana ini dinamakan sebagai penjana AU.

Prinsip kendalian penjana AU

Prinsip kerja penjana arus ulang-alik (*a.c generator*)

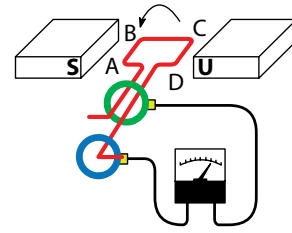
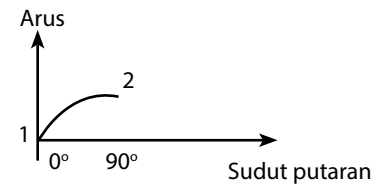
Kedudukan 1 (0°)

- Pada kedudukan menegak, gegelung bergerak selari dengan medan magnet dan tidak memotong fluks magnet.
- D.g.e dan arus aruhan adalah sifar.



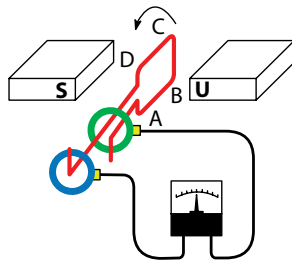
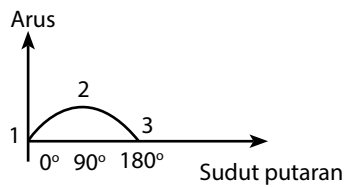
Kedudukan 2 (90°)

- Apabila gegelung berputar dari kedudukan menegak ke kedudukan mengufuk, d.g.e dan arus aruhan dalam gegelung bertambah dari sifar ke nilai maksimum.



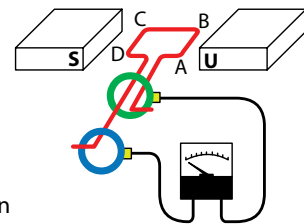
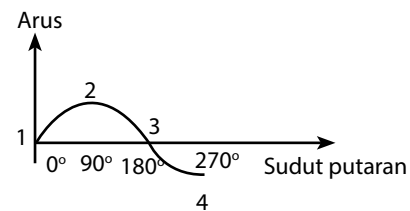
Kedudukan 3 (180°)

- Apabila gegelung berputar ke kedudukan menegak semula, nilai d.g.e dan arus aruhan berubah dari nilai maksimum ke sifar.
- Pada kedudukan ini, arus yang melalui gegelung adalah sifar.



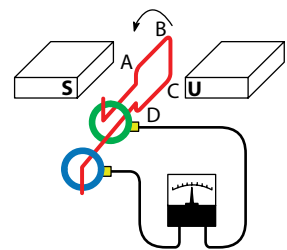
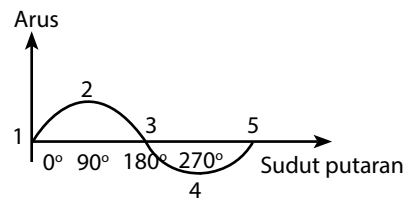
Kedudukan 4 (270°)

- Apabila gegelung melalui kedudukan mengufuk, arus aruhan di dalam gegelung mengalir ke arah yang bertentangan.
- Kedudukan bahagian angker bertukar dan dengan itu arus di dalam litar luar akan sentiasa mengalir ke arah yang sama.



Kedudukan 5 (360°)

- Pada kedudukan menegak, gegelung bergerak selari dengan medan magnet dan tidak memotong fluks magnet.
- D.g.e dan arus aruhan adalah sifar.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/asas-penjanaan-at-dan-au/> untuk menonton video berkaitan penjana AU.

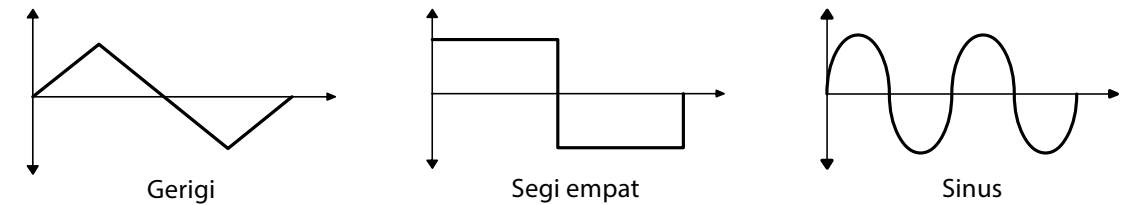


Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/penjana-au/> untuk menonton video berkaitan asas penjana AT dan AU.

2.4.1 Bentuk Gelombang AU

Gelombang AU mempunyai pelbagai bentuk. Antaranya termasuklah bentuk gelombang gerigi, segi empat dan sinus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.40 di bawah.



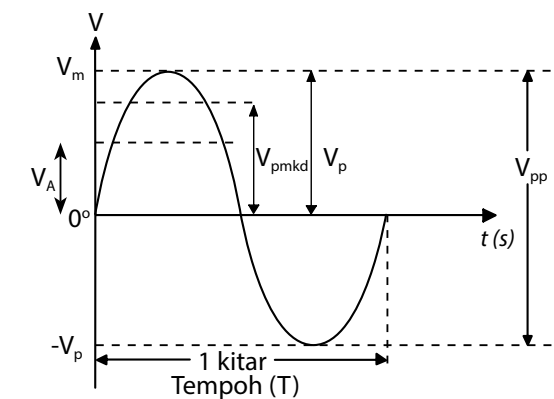
Rajah 2.40 Bentuk gelombang AU.

2.4.2 Perbezaan Gelombang AT dan AU

	Arus Terus (AT)	Arus Ulang-alik (AU)
1. Simbol punca voltan		
2. Bentuk gelombang	<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai magnitud tetap. • Mengalir dalam satu arah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Magnitud berubah mengikut arah pengaliran. • Arah pengaliran berubah secara berkala.

2.4.3 Menghitung Voltan Puncak (V_p), Voltan Purata (V_A), Voltan Puncak ke Puncak (V_{pp}), Voltan Puncak Min Kuasa Dua (V_{pmkd}), Tempoh (T) dan Frekuensi (f) bagi Gelombang AU

Rajah 2.41 menunjukkan gelombang AU. Terdapat beberapa istilah yang perlu diketahui dari gelombang sinus AU.



Rajah 2.41 Gelombang AU.

(a) Voltan puncak (V_p)

V_p merupakan voltan maksimum, V_m yang diukur dari paksi - y.

$$V_p$$

(b) Voltan puncak ke puncak (V_{pp})

V_{pp} merupakan nilai yang diukur dari nilai positif ke nilai maksimum negatif.

$$V_{pp} = 2 \times V_p$$

(c) Voltan purata (V_A)

V_A merupakan nilai purata bagi separuh kitar gelombang sinus dan nilainya adalah 63.7%. manakala bagi satu kitar lengkap nilai purata adalah sifar kerana gelombang AU adalah simetri.

$$V_A = 0.637 V_p$$

(d) Voltan punca min kuasa dua (V_{pmkd})

V_{pmkd} merupakan nilai yang terpenting di dalam litar elektrik. Kebanyakan meter menunjukkan bacaan di dalam nilai V_{pmkd} yang bersamaan dengan 70.7% daripada nilai puncak voltan ulang-alik.

$$V_{pmkd} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times V_p$$

atau

$$V_{pmkd} = 0.707 V_p$$

(e) Tempoh (T)

Tempoh ialah masa yang diperlukan oleh suatu gelombang sinus AU untuk melengkapkan satu kitaran. Unit bagi tempoh ialah saat (t). Satu kitaran lengkap gelombang bersudut 360° .

$$360^\circ = 2\pi \text{ radian}$$

(f) Frekuensi (f)

Frekuensi ialah bilangan kitar lengkap dalam satu saat. Unit frekuensi ialah Hertz, Hz. Satu Hertz bersamaan satu kitar gelombang sinus AU dalam satu saat. Tempoh dan frekuensi boleh dihubungkan dalam satu persamaan seperti berikut;

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

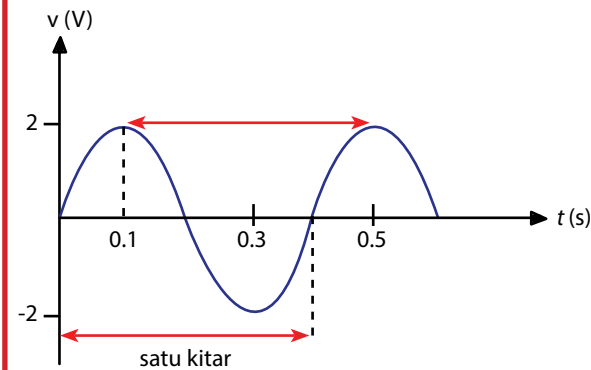
di mana,

T = tempoh (saat, t)

f = frekuensi (Hertz, Hz)

Contoh

1. Hitung tempoh dan frekuensi gelombang AU dalam Rajah 2.42.



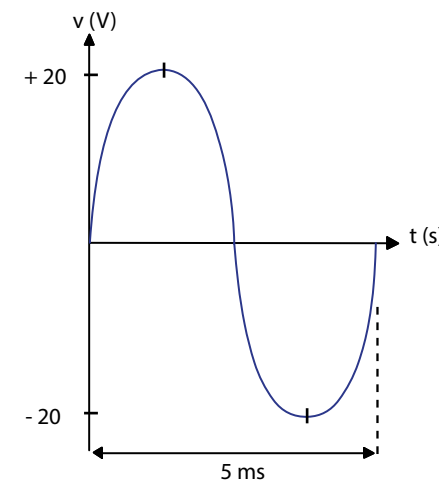
Rajah 2.42

Penyelesaian:

Tempoh, (T)
 $T = 0.4 \text{ s}$

Frekuensi, $f = \frac{1}{T}$
 $f = \frac{1}{0.4}$
 $= 2.5 \text{ Hz}$

2. Rajah 2.43 menunjukkan gelombang sinus AU voltan.



Rajah 2.43

Penyelesaian:

(a) Tempoh, T = 5 ms

(b) Frekuensi, $f = \frac{1}{T}$
 $f = \frac{1}{5\text{ms}} = 200 \text{ Hz}$

(c) Voltan puncak, $V_p = 20 \text{ V}$

(d) Voltan puncak ke puncak, $V_{pp} = 2 V_p$
 $= 2 \times 20$
 $= 40 \text{ V}$

(e) Voltan purata, $V_A = 0.637 V_p$
 $= 0.637 \times 20 \text{ V}$
 $= 12.74 \text{ V}$

(f) Voltan punca min kuasa dua, V_{pmkd}
 $V_{pmkd} = 0.707 V_p$
 $= 0.707 \times 20 \text{ V}$
 $= 14.14 \text{ V}$

Hitungkan:

(a) Tempoh, T

(b) Frekuensi, f

(c) Voltan puncak, V_p

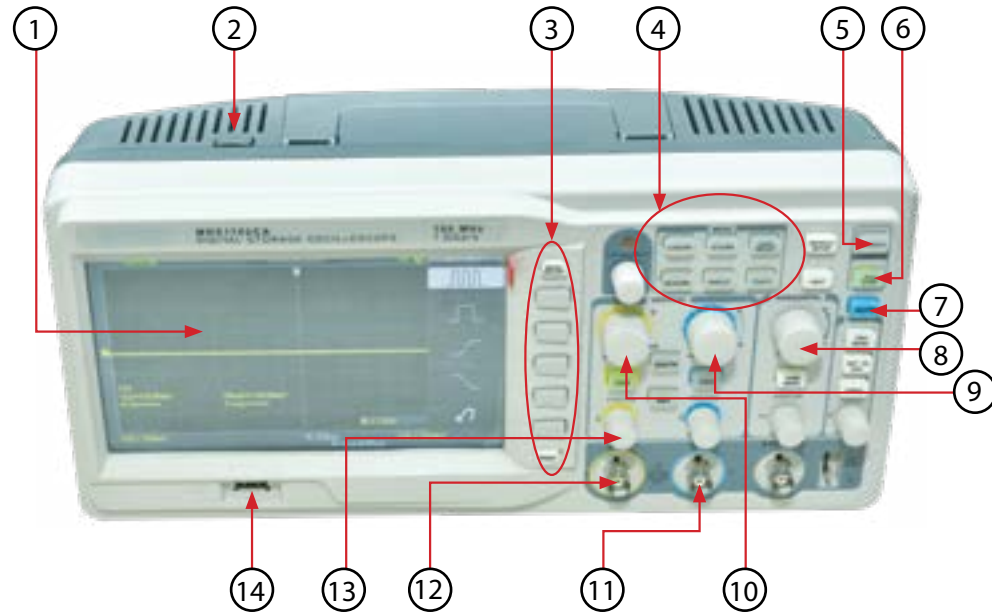
(d) Voltan puncak ke puncak, V_{pp}

(e) Voltan purata, V_A

(f) Voltan punca min kuasa dua, V_{pmkd}

2.4.4 Pengenalan Osiloskop Digital dan Penjana Fungsi

Osiloskop digital adalah salah satu alat pengukuran dan pengujian dalam elektrik. Terdapat dua jenis osiloskop iaitu analog dan digital. Kelebihan peralatan ini ialah dapat memaparkan bentuk gelombang. Paksi menegak mewakili nilai voltan manakala paksi mendatar mewakili masa atau sudut kitaran gelombang. Di bawah merupakan contoh osiloskop digital:

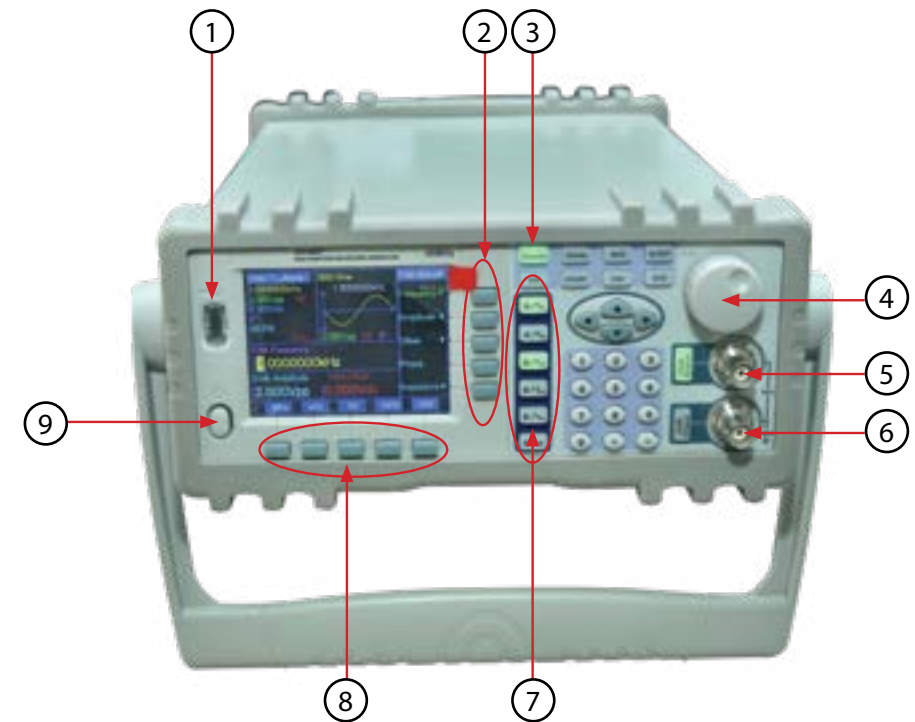


Rajah 2.44 Osiloskop digital.

Nombor	Keterangan
1	Layar osiloskop
2	Suis tutup buka
3	Suis pemilih untuk butiran menu yang telah dipilih.
4	Suis pemilih untuk menu seperti paparan, utiliti, pengukuran, penanda, perolehan data, dan simpan ingatan
5	Suis pilihan kawalan satu saluran
6	Suis mula/henti
7	Suis pilihan secara automatik
8	Tombol pemboleh ubah masa/bahagian
9	Tombol pemboleh ubah/volt bahagian kedudukan menegak bagi saluran 2
10	Tombol pemboleh ubah volt/bahagian kedudukan menegak bagi saluran 1
11	Sambungan keluar bagi saluran 2
12	Sambungan keluar bagi saluran 1
13	Tombol pemboleh ubah bagi kedudukan menegak gelombang voltan untuk saluran 1
14	Port USB

Antara kuantiti-kuantiti yang dapat diukur melalui paparan gelombang daripada layar osiloskop adalah seperti amplitud, frekuensi dan tempoh gelombang. Sebagai latihan dalam makmal atau bengkel biasanya penjana fungsi atau *function generator* digunakan sebagai sumber punca gelombang arus elektrik yang diperlukan oleh osiloskop.

Ini bertujuan untuk menggantikan punca bekalan atau keluaran arus elektrik yang dikaji bagi menganalisis sesuatu bentuk gelombang yang diperlukan. Penjana fungsi ialah alat yang boleh membekalkan gelombang seperti sinus dan gelombang segi tiga kepada osiloskop untuk tujuan pengujian atau pengukuran. Rajah 2.45 berikut menunjukkan penjana fungsi.

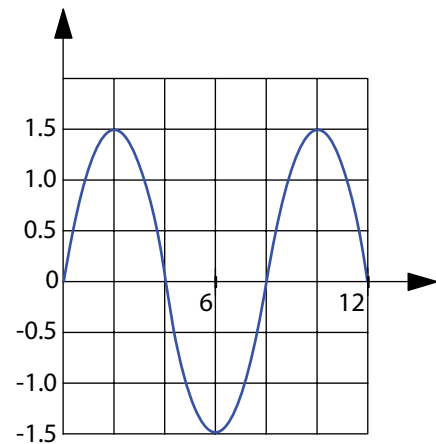


Rajah 2.45 Penjana fungsi.

Nombor	Keterangan
1	Port USB
2	Suis pemilih untuk frekuensi, amplitud, <i>offset</i> , fasa dan galangan
3	Suis pemilih saluran
4	Tombol laras nilai bagi frekuensi/amplitud voltan
5	Sambungan kuar bagi saluran A
6	Sambungan kuar bagi saluran B
7	Suis pemilih bentuk keluaran gelombang mengikut saluran
8	Suis pemilih julat frekuensi
9	Suis tutup buka

Contoh

- Rajah 2.46 menunjukkan gelombang sinus AU yang dipaparkan pada layar osiloskop. Tombol pemboleh ubah masa diset pada 2 ms/bahagian. Tombol pemboleh ubah voltan pula diset pada 0.5 mV/bahagian. Hitung kuantiti elektrik bagi gelombang AU tersebut.



Rajah 2.46

Hitung:

- Tempoh, T
- Frekuensi, f
- Voltan puncak, V_p
- Voltan puncak ke puncak, V_{pp}
- Voltan punca min kuasa dua, V_{pmkd}

Penyelesaian:

Diberi paksi pemboleh ubah masa diset pada 2 ms/bahagian dan pemboleh ubah voltan diset kepada 0.5 mV/bahagian.

- $T = 4 \text{ bah} \times 2 \text{ ms}$
 $= \mathbf{8 \text{ ms}}$
- $f = \frac{1}{T}$
 $= \frac{1}{8 \text{ ms}}$
 $= \mathbf{125 \text{ Hz}}$
- $V_p = 3 \text{ bah} \times 0.5 \text{ mV}$
 $= \mathbf{1.5 \text{ mV}}$
- $V_{pp} = 2 \times V_p$
 $= 2 \times 1.5 \text{ mV}$
 $= \mathbf{3 \text{ mV}}$
- $V_{pmkd} = 0.707 V_p$
 $= 0.707 \times 1.5 \text{ mV}$
 $= \mathbf{1.06 \text{ m}}$

Info Tambahan

Nilai V_{pmkd} mesti kurang daripada V_p .

Aktiviti 1: Penggunaan Osiloskop dan Penjana Fungsi

Bagi mendapatkan bentuk gelombang sinus dan menentukan kuantiti-kuantiti elektrik, murid dikehendaki menggunakan osiloskop dan penjana fungsi.

Objektif

Selepas menjalani aktiviti ini, murid dapat:

- Mengenal pasti suis dan tombol pada muka panel osiloskop dan penjana fungsi.
- Membuat sambungan yang betul antara osiloskop dengan penjana fungsi.
- Mengenal pasti bentuk gelombang AU yang dikeluarkan oleh penjana fungsi, sinus, gerigi dan segi empat.
- Menentukan nilai kuantiti elektrik AU.

Peralatan dan bahan

Bil.	Peralatan/Bahan	Kuantiti
1.	Osiloskop 20 MHz dua saluran	1
2.	Penjana fungsi (0-1 MHz)	1
3.	Prob penyambung	secukupnya

Langkah Kerja

A. Mengenal pasti fungsi osiloskop dan penjana fungsi

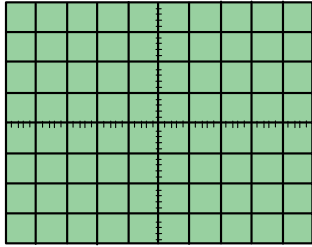
- Labelkan setiap bahagian osiloskop dan penjana fungsi. Kenal pasti dan nyatakan fungsi setiap tombol. Rujuk buku manual alatan yang dibekalkan oleh pembekal alatan.
- Laraskan osiloskop seperti berikut:
 - Hidupkan osiloskop.
 - Laraskan tombol kawalan keamatan (*INTENSITY*) untuk mendapatkan kecerahan surih yang sederhana.
 - Laraskan tombol kawalan fokus (*FOCUS*) untuk mendapatkan satu garisan ufuk yang terang dan tajam pada layar.
 - Tetapkan kedudukan suis pemilih AC-GND-DC bagi saluran 1 (CH1) atau 2 (CH2) kawalan ufuk (*X-POSITION*) agar garisan surih terletak pada garisan layar.
 - Laraskan gandaan ufuk (*HORIZONTAL – GAIN*) pada kedudukan tentu ukuran (CAL).
 - Sambungkan keluar pada masukan ufuk (*X-INPUT*) osiloskop kepada saluran 1 (CH1). Set suis AC-GND-DC kepada kedudukan AC. Set kedudukan mod suis pada CH1.
- Pastikan paparan bentuk gelombang pada layar osiloskop dalam keadaan pegun.

B. Mencerap dan menentukan nilai kuantiti elektrik AU

- Set frekuensi penjana fungsi pada 1 kHz. Tekan suis pemilih bentuk gelombang pada penjana fungsi.

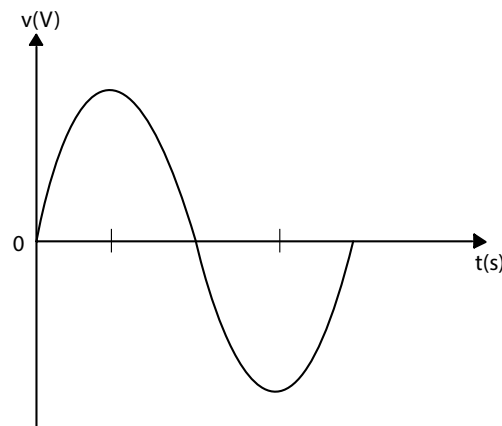
- Sambungkan penjana fungsi kepada osiloskop yang telah diset dengan menggunakan kuar kepada mod saluran 1 (CH1). Set kawalan pemboleh ubah voltan dan masa kepada 2 mV/bahagian dan 0.2 ms/bahagian.
- Laraskan tombol amplitud pada penjana fungsi sehingga bentuk gelombang dapat dipaparkan pada layar osiloskop. Lakarkan bentuk gelombang yang dipapar dalam jadual keputusan. Tentukan dan catat nilai kuantiti elektrik AU.

C. Jadual keputusan

Jenis gelombang AU	Bentuk gelombang AU yang dipaparkan pada layar osiloskop	Kuantiti elektrik AU			
		Tempoh T (s)	Frekuensi f (Hz)	V_p (V)	V_{pp} (V)
Sinus					

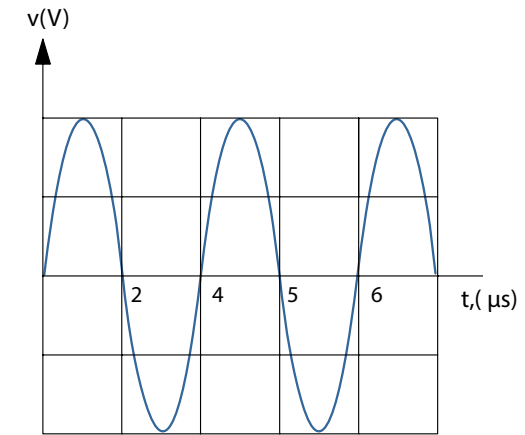
Latihan

- Nyatakan tiga contoh bentuk gelombang AU yang dikeluarkan oleh penjana fungsi.
- Nyatakan kelebihan osiloskop berbanding meter pelbagai bagi mengukur nilai kuantiti elektrik AU.
- Nyatakan fungsi tombol kawalan keamatan (*INTENSITY*) dan tombol kawalan fokus (*FOCUS*) pada osiloskop.
- Nyatakan fungsi tombol kawalan amplitud pada penjana fungsi.
- Labelkan kitar, voltan puncak, voltan kuasa min kuasa dua dan tempoh gelombang sinus pada Rajah 2.47 berikut:



Rajah 2.47

- Merujuk kepada Rajah 2.48, hitung frekuensi gelombang voltan AU berikut:

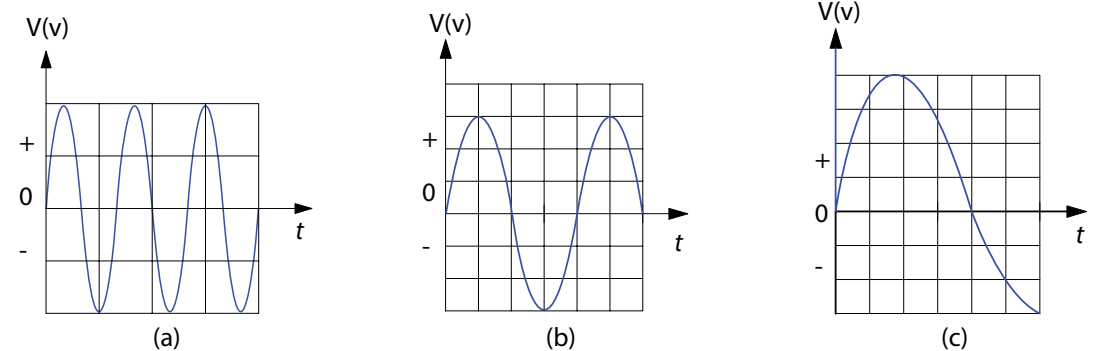


Rajah 2.48

- Hitung tempoh bagi gelombang voltan AU yang mempunyai frekuensi berikut:
 - 50 Hz
 - 100 kHz
 - 100 MHz
- Rajah 2.51 (a), (b) dan (c) menunjukkan gelombang voltan AU yang dipaparkan pada layar osiloskop yang telah diset kepada 0.5 mV/bahagian dan 10 μs/bahagian.

Hitung:

- Tempoh, T
- Frekuensi, f
- Voltan puncak, V_p
- Voltan puncak ke puncak, V_{pp}
- Voltan punca min kuasa dua, V_{pmkd}



Rajah 2.49

- Hitung dan lengkapkan nilai kuantiti elektrik dalam jadual berikut:

Bil.	Nilai V_{pmkd}	Nilai puncak	Nilai puncak ke puncak
1.	100 V		
2.		30 A	
3.			200 V
4.			20 A
5.		200 V	

2.4.5 Pemuat dan Pearuh

Pemuat

Pemuat ialah komponen yang mempunyai sifat menyimpan cas elektrik iaitu boleh dicas atau dinyahcasikan. Pemuat juga merupakan salah satu komponen pasif. Struktur asas binaan pemuat mempunyai lapisan bahan penebat yang terapat di antara dua plat logam yang dipanggil dielektrik. Contoh bahan penebat atau dielektrik yang digunakan ialah seperti udara, kertas, mika dan seramik. Ini menjadikan pemuat mempunyai medan elektrik. Foto 2.2 menunjukkan beberapa contoh pemuat.



Foto 2.2 Contoh pemuat.

Kemuatan, C

Kemuatan merupakan sifat penentangan terhadap sebarang perubahan nilai beza upaya dalam sesuatu litar. Sifat penentangan ini menjadikan pemuat mampu untuk menyimpan sejumlah cas atau tenaga elektrik. Simbol bagi pemuat ialah C dan unit ialah Farad (F). Kemuatan 1 Farad bermakna suatu pemuat boleh menyimpan 1 coulomb cas elektrik apabila voltan dibekalkan pada pemuat itu ialah 1 volt. Ini dapat ditunjukkan melalui persamaan di bawah:

C = kemuatan
Q = cas
V = beza upaya

$$C = \frac{Q}{V}$$

.... (2.5)

Info tambahan

Jenis Komponen Elektrik

- Komponen elektrik boleh dikelaskan sebagai komponen pasif dan komponen aktif.
- Komponen pasif ialah komponen-komponen yang tidak menyumbang kepada gandaan voltan dan arus kepada suatu litar. Ianya tidak memerlukan sebarang input untuk berfungsi. Contoh komponen pasif ialah perintang, pemuat dan pearuh.
- Komponen aktif pula merupakan komponen yang mempunyai kebolehan untuk menghasilkan gandaan voltan dan arus. Komponen ini juga boleh menghasilkan tindakan pensuisan dalam suatu litar. Kebanyakan komponen jenis ini dibina menggunakan bahan separuh pengalir. Contoh komponen aktif ialah transistor, diod dan litar bersepadu.

Info Tambahan

Kemuatan pemuat biasanya menggunakan unit-unit gabungan yang lebih kecil misalnya, mikroFarad (μF) atau pikoFarad (pF).

Jenis Pemuat

Pemuat atau kapasitor boleh didapati dalam pelbagai bentuk dan saiz. Terdapat dua jenis pemuat iaitu pemuat tetap dan pemuat boleh ubah.

i. Pemuat Tetap

Pemuat tetap bermaksud nilai kemuatan pada pemuat adalah tetap dan tidak boleh diubah. Pemuat jenis ini mempunyai jenis yang berkutub dan yang tidak berkutub. Contoh pemuat tetap berkutub ialah pemuat elektrolit dan pemuat tantalum. Pemuat ini mestilah disambung mengikut kekutuban yang betul. Bagi pemuat tetap tidak berkutub pula, contoh pemuat ialah seperti pemuat seramik, mika dan kertas. Pemuat jenis ini boleh disambung tanpa perlu mengikut kekutuban.

Jadual 2.20 Jenis-jenis pemuat tetap.

Nama Komponen	Gambar	Simbol
Pemuat Seramik		
Pemuat Polister		
Pemuat Kertas		
Pemuat Mika		 atau
Pemuat Elektrolit		
Pemuat Tantalum		

ii. Pemuat boleh ubah

Pemuat boleh ubah adalah pemuat yang boleh dilaraskan nilai kemuatannya. Nilai kemuatan ini dapat dikawal dengan dua kaedah iaitu dengan melaraskan luas permukaan plat pemuat atau dengan melaraskan jarak antara plat pemuat.

Jadual 2.21 Pemuat boleh ubah.

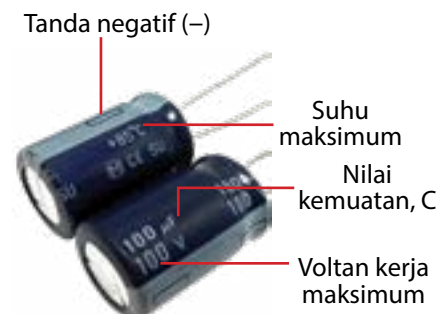
Nama komponen	Gambar	Simbol
Pemuat boleh ubah		

Kaedah menentukan nilai kemuatan pada pemuat

Nilai kemuatan pemuat dapat ditentukan berdasarkan maklumat pada fizikal pemuat.

1. Nilai sebenar dicetak terus pada badan

Merujuk pada Rajah 2.50, nilai kemuatan jelas dicetak pada badan pemuat, sebagai contoh, pemuat tersebut mempunyai nilai kemuatan, C sebanyak 100 μ F dan voltan kerja maksimum, 100 V. Pada badan pemuat juga terdapat tanda yang menunjukkan kekutuban arah negatif (-) pada komponen pemuat elektrolit. Selain itu, had terima suhu pemuat juga ditulis dengan jelas pada badan pemuat iaitu 85°C.



Rajah 2.50 Contoh komponen pemuat.

Jadual 2.22 Nilai pemuat berkod nombor digit dan huruf.

Kod	Toleransi
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$

2. Nilai dinyatakan menggunakan barisan kod nombor digit dan huruf

Biasanya, terdapat dua jenis nilai pemuat yang dibaca menggunakan kod iaitu jenis mika dan seramik. Bagi membaca nilai pemuat yang mempunyai tiga kod (tiga nombor digit) dan pemuat yang mempunyai 4 kod (tiga nombor digit dan satu huruf). Jadual 2.22 menunjukkan nilai pemuat yang menggunakan kod nombor digit dan huruf.

Info Tambahan

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kemuatan sesuatu pemuat ialah,

- Luas permukaan plat – jika luas permukaan plat bertambah, nilai kemuatan juga bertambah.
- Jarak di antara dua plat – jika jarak di antara plat bertambah, nilai kemuatan akan berkurangan.
- Jenis bahan dielektrik – bahan dielektrik yang berbeza mempengaruhi nilai kemuatan sesuatu pemuat.

Contoh

Hitungkan nilai pemuat



Kod Digit: 47 J

$$\begin{aligned} \text{Nilai Pemuat, } C &= 47 \times 10^0 \times \text{pF} \\ &= 47 \times 1 \times 10^{-12} \\ &= 47 \times \text{pF} \\ &= \mathbf{47 \text{ pF}} \end{aligned}$$

Had terima kemuatan, C

$$\begin{aligned} J &= \pm 5\% \\ &= \pm 5/100 \times 47 \mu\text{F} \\ &= \pm \mathbf{2.35 \text{ pF}} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Had terima nilai kemuatan minimum, } C_{\min} &= 47 \text{ pF} - 2.35 \text{ pF} \\ &= \mathbf{44.65 \text{ pF}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Had terima nilai kemuatan maksimum, } C_{\max} &= 47 \text{ pF} + 2.35 \text{ pF} \\ &= \mathbf{49.35 \text{ pF}} \end{aligned}$$

Oleh itu, nilai kemuatan berada pada julat berikut:

$$= \mathbf{44.65 \text{ pF} \leq C \leq 49.35 \text{ pF}}$$

Hitungkan nilai pemuat



Kod Digit: 103M

$$\begin{aligned} \text{Nilai Pemuat, } C &= 10 \times 10^3 \times \text{pF} \\ &= 10 \times 10^3 \times 10^{-12} \\ &= 10 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \\ &= 10 \times 10^{-3} \mu\text{F} \\ &= \mathbf{0.01 \mu\text{F}} \end{aligned}$$

Had terima kemuatan, C

$$\begin{aligned} M &= \pm 20\% \\ &= \pm 20/100 \times 0.01 \mu\text{F} \\ &= \pm \mathbf{0.002 \mu\text{F}} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Had terima nilai kemuatan minimum, } C_{\min} &= 0.01 \mu\text{F} - 0.002 \mu\text{F} \\ &= \mathbf{0.008 \mu\text{F}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Had terima nilai kemuatan maksimum, } C_{\max} &= 0.01 \mu\text{F} + 0.002 \mu\text{F} \\ &= \mathbf{0.012 \mu\text{F}} \end{aligned}$$

Oleh itu, nilai kemuatan berada pada julat berikut:

$$= \mathbf{0.008 \mu\text{F} \leq C \leq 0.012 \mu\text{F}}$$

Info Tambahan

Contoh senarai kod 3 digit bagi pemuat:

Kod pemuat	pico-farad (pF)	nano-farad (nF)	micro-farad (mF, uF atau mfd)
102	1000	1 atau 1n	0.001
152	1500	1.5 atau 1n5	0.0015
222	2200	2.2 atau 2n2	0.0022
332	3300	3.3 atau 3n3	0.0033

Latihan

1. Tentukan nilai kemuatan dan had terima bagi pemuat yang bertanda 102K.
2. Berpandukan kepada pemuat kod tercetak berikut, hitung nilai kemuatan dan had terima dalam unit μF .
 - (a) 105J
 - (b) 100M
 - (c) 4n7M



Apakah yang dimaksudkan had terima dan voltan kerja yang terdapat pada badan pemuat?

Pearuh

Pearuh ialah komponen pasif yang terbentuk daripada lilitan atau belitan dawai pengalir berpenyebar yang membenarkan arus elektrik melaluinya. Kesan pengaliran arus elektrik ke atas pearuh menghasilkan medan magnet atau lebih dikenali sebagai sifat kearuhan. Foto 2.3 menunjukkan pelbagai jenis dan bentuk pearuh.



Foto 2.3 Jenis dan bentuk pearuh.

Kearuhan, L

Kearuhan ialah sifat penentangan terhadap sebarang perubahan pengaliran arus dalam sesuatu litar. Pertambahan arus di dalam pengalir akan mewujudkan medan magnet berubah-ubah yang akan menghasilkan voltan di dalam pengalir dan dikenali sebagai kesan aruhan. Simbol bagi pearuh ialah L dan unit Henry (H). Jadual 2.23 menunjukkan jenis-jenis pearuh.

Jadual 2.23 Jenis-jenis pearuh.

Jenis pearuh	Gambar	Simbol
Pearuh Teras Besi Serbuk		
Pearuh Teras Udara		
Pearuh Teras Perit		
Pearuh Teras Besi		
Pearuh Boleh Ubah		

Faktor yang mempengaruhi nilai kearuhan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kearuhan pada pearuh iaitu:

Bilangan belitan gegelung

Lebih banyak bilangan belitan pearuh bermaksud lebih tinggi jumlah voltan yang teraruh.

Jarak lilitan

Jarak antara lilitan belitan pearuh, semakin hampir jarak lilitan semakin tinggi nilai kearuhan. Ini disebabkan keadaan medan magnetik yang lebih menumpu atau berpusat.

Jenis teras

Setiap teras mempunyai kebolehtelapannya yang tersendiri. Semakin tinggi nilai kebolehtelapan semakin tinggi nilai kearuhan sesuatu pearuh.

Diameter lilitan

Semakin besar diameter lilitan, semakin tinggi nilai kearuhan yang dihasilkan.

Magnitud arus

Semakin besar nilai arus yang mengalir dalam gegelung akan menyebabkan semakin besar kuasa elektromagnet yang dihasilkan.

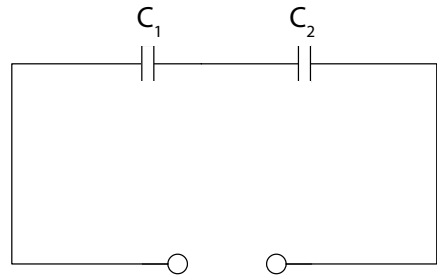
Saiz dawai

Saiz dawai yang besar akan menyebabkan rintangan gegelung berkurang dan akan mempengaruhi nilai arus yang mengalir dalam gegelung tersebut.

Nilai Kemuatan dan Kearuhan dalam Sambungan Litar Siri, Selari dan Siri Selari

a. Pemuat dalam litar siri

Rajah 2.51 menunjukkan pemuat C_1 dan C_2 disambung secara siri. Rumus untuk menghitung pemuat sesiri ialah:



Rajah 2.51 Sambungan siri pemuat.

Rumus untuk jumlah kemuatan; C_J

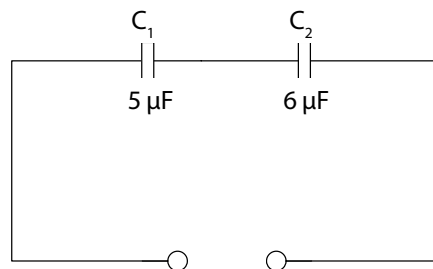
$$\frac{1}{C_J} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_J = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

.... (2.6)

Contoh

Rajah 2.52 menunjukkan pemuat disambung secara siri. Hitung jumlah kemuatan.



Rajah 2.52 Litar pemuat siri.

Penyelesaian:

$$\frac{1}{C_J} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

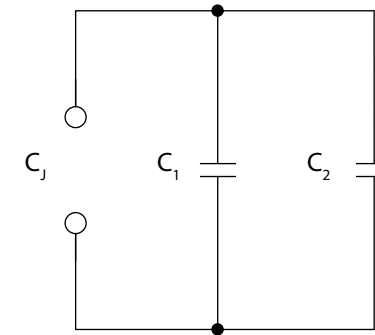
$$\frac{1}{C_J} = \frac{1}{5 \mu\text{F}} + \frac{1}{6 \mu\text{F}}$$

$$C_J = \frac{5 \mu\text{F} \times 6 \mu\text{F}}{5 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F}}$$

$$C_J = \mathbf{2.727 \mu\text{F}}$$

b. Pemuat selari

Rajah 2.53 menunjukkan pemuat C_1 dan C_2 disambung secara selari.



Rajah 2.53 Litar pemuat selari.

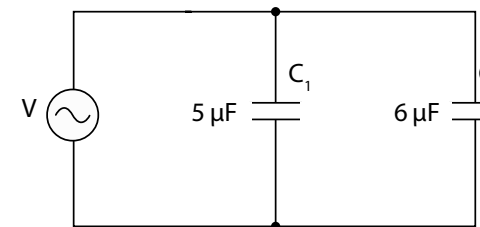
Rumus untuk jumlah kemuatan, C_J

$$C_J = C_1 + C_2$$

.... (2.7)

Contoh

Pemuat disambungkan secara selari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.54. Hitung jumlah kemuatan litar tersebut.



Rajah 2.54 Litar pemuat selari.

Penyelesaian:

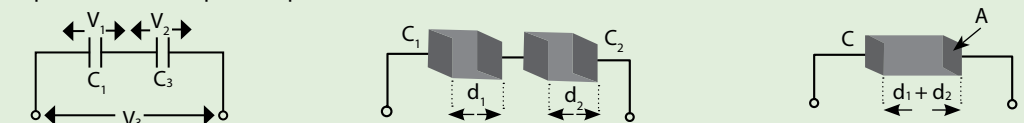
$$C_J = C_1 + C_2$$

$$C_J = 5 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F}$$

$$C_J = \mathbf{11 \mu\text{F}}$$

Info Tambahan

Konsep kesan susunan pemuat pada nilai kemuatan



Jumlah kemuatan berkurang apabila jarak antara plat pemuat bertambah

- C ialah kemuatan (F)
- A ialah luas muka keratan plat (m^2)
- d ialah jarak di antara plat pengalir (m)
- ϵ_r ialah pemalar dielektrik (Ωm)

$$C = \epsilon_r \frac{A}{d_1 + d_2}$$

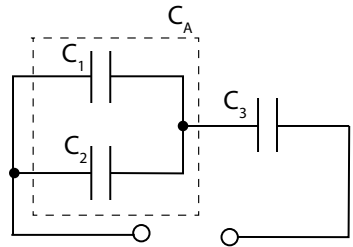
c. Pemuat siri selari

Litar siri selari adalah gabungan kedua-dua jenis susunan litar pemuat secara siri dan secara selari. Oleh yang demikian, persamaan yang diterbitkan oleh kedua-dua susunan litar boleh diguna pakai.

Contoh 1

(a) Litar siri-selari diringkaskan menjadi litar siri:

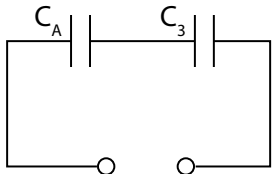
Litar selari



$$C_1 \text{ dan } C_2 \text{ selari:}$$

$$C_A = C_1 + C_2$$

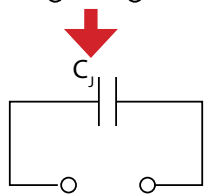
Litar siri



$$C_A \text{ dan } C_3 \text{ bersiri:}$$

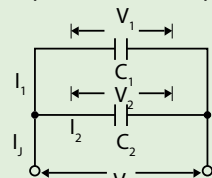
$$\frac{1}{C_J} = \frac{1}{C_A} + \frac{1}{C_3}$$

$$C_J = \frac{C_A \times C_3}{C_A + C_3}$$



Info Tambahan

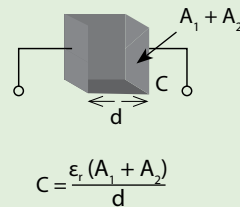
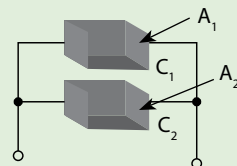
Konsep kesan susunan pemuat pada nilai kekuatan.



Dua pemuat disambung secara selari.

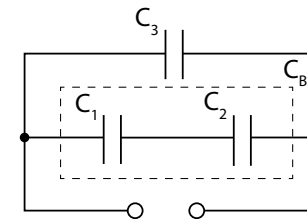
Jumlah kekuatan berkurang apabila jarak antara plat pemuat bertambah.

- C ialah kekuatan (F)
- A ialah luas muka keratan plat (m^2)
- d ialah jarak diantara plat pengalir (m)
- ϵ_r ialah pemalar dielektrik (Ωm)



(b) Litar siri-selari diringkaskan menjadi litar selari:

Litar siri



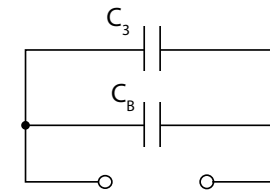
C_1 dan C_2 siri:

$$\frac{1}{C_B} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_B = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

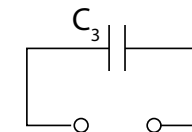


Litar selari



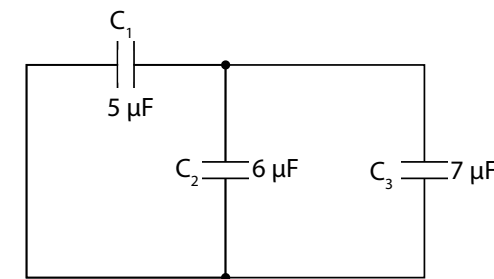
C_B dan C_3 selari:

$$C_J = C_B + C_3$$



Contoh 2

Rajah 2.55 menunjukkan sambungan pemuat disambungkan secara siri-selari. Hitungkan jumlah kekuatan litar tersebut.



Rajah 2.55

Penyelesaian:

$$C_A = C_2 + C_3$$

$$= 6 \mu F + 7 \mu F$$

$$= 13 \mu F$$

$$C_J = \frac{C_A \times C_1}{C_A + C_1}$$

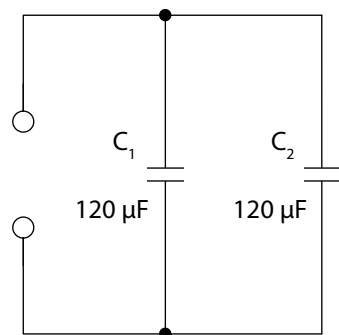
$$= \frac{5 \mu F \times 13 \mu F}{5 \mu F + 13 \mu F}$$

$$= 3.611 \mu F$$

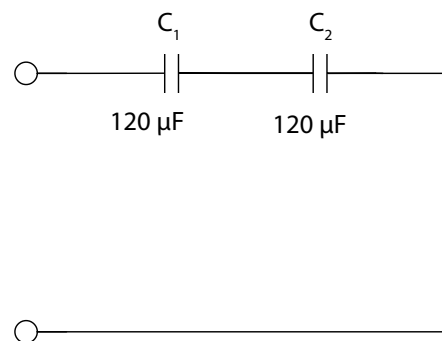
Latihan

1. Berapakah nilai kemuatan bagi tiga buah pemuat, masing-masing dengan kemuatan $120 \mu\text{F}$ jika ia disambung secara:

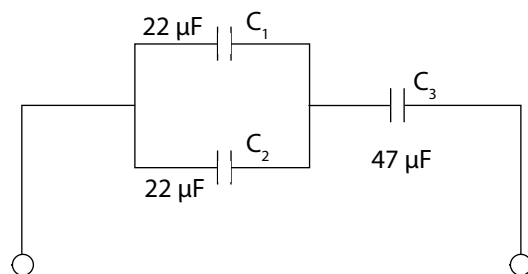
(i) Selari



(ii) Sesiri

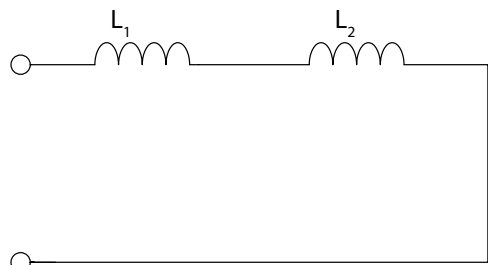


2. Berikut adalah pemuat yang disambung secara siri-selari.



Hitungkan jumlah kemuatan, C_j .

a. Pearuh dalam litar siri



Rajah 2.56

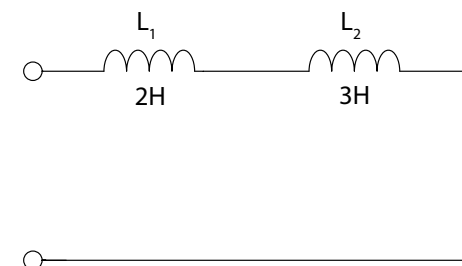
Rajah 2.56 menunjukkan pearuh L_1 dan L_2 disambung secara siri. Rumus untuk jumlah kearuhan bagi dua pearuh disusun secara siri;

$$L_j = L_1 + L_2$$

.... (2.8)

Contoh

Pearuh disambungkan secara siri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.57 berikut. Hitungkan jumlah kearuhan litar tersebut.

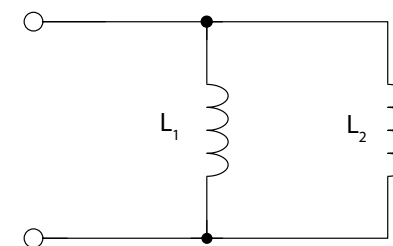


Rajah 2.57

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} L_j &= L_1 + L_2 \\ &= 2 \text{ H} + 3 \text{ H} \\ &= 5 \text{ H} \end{aligned}$$

b. Pearuh dalam litar selari



Rajah 2.58

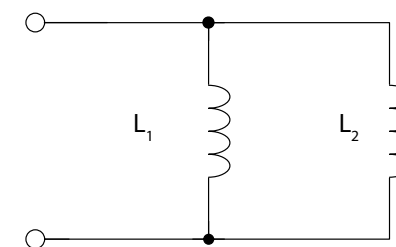
Rajah 2.58 menunjukkan pearuh L_1 dan L_2 disambung secara selari. Rumus untuk jumlah kearuhan bagi dua pearuh disusun secara selari;

$$\begin{aligned} \frac{1}{L_j} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \\ L_j &= \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2} \end{aligned}$$

.... (2.9)

Contoh

Pearuh disambungkan secara selari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.59. Hitungkan jumlah kemuatan litar tersebut.



Rajah 2.59

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \frac{1}{L_j} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \\ \frac{1}{L_j} &= \frac{1}{2\text{H}} + \frac{1}{4\text{H}} \\ \frac{1}{L_j} &= \frac{1}{0.75\text{H}} \\ L_j &= 1.33\text{H} \end{aligned}$$

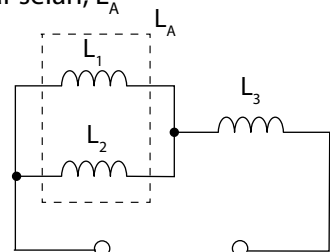
c. Pearuh dalam litar siri selari

Litar siri selari adalah gabungan kedua-dua jenis susunan litar pearuh secara siri dan secara selari. Oleh yang demikian, persamaan yang diterbitkan oleh kedua-dua susunan litar boleh diguna pakai. Sebagaimana litar siri selari pemuat, litar siri selari pemuat juga perlu diringkaskan terlebih dahulu bagi mengira jumlah kearuhan. Rajah 2.60 (a) dan Rajah 2.60(b) menunjukkan contoh susunan pemuat secara siri selari beserta kaedah meringkaskan litar tersebut.

Contoh I

(a) Litar siri-selari diringkaskan menjadi litar siri:

Litar selari, L_A

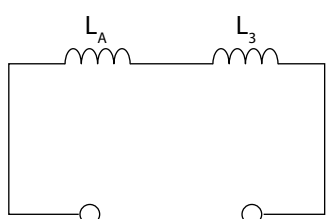


L_1 dan L_2 selari:

$$\frac{1}{L_A} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

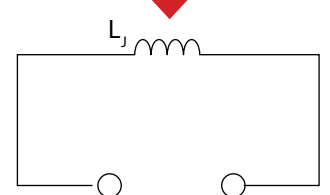
$$L_A = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

Litar siri



L_A dan L_3 sesiri:

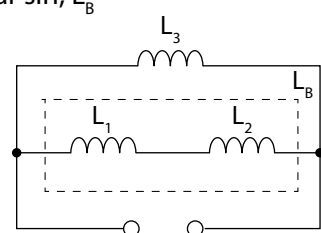
$$L_J = L_A + L_3$$



Rajah 2.60(a)

(b) Litar siri-selari diringkaskan menjadi litar siri:

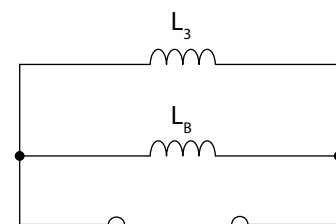
Litar siri, L_B



L_1 dan L_2 siri:

$$L_B = L_1 + L_2$$

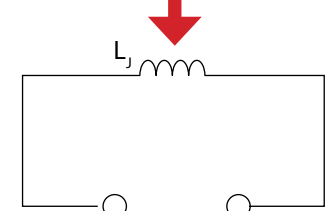
Litar selari



L_B dan L_3 selari:

$$\frac{L}{L_J} = \frac{1}{L_3} + \frac{1}{L_B}$$

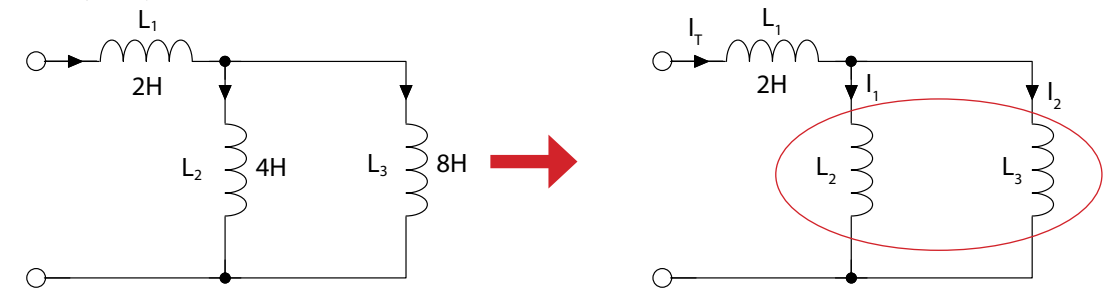
$$L_J = \frac{L_3 \times L_B}{L_3 + L_B}$$



Rajah 2.60(b)

Contoh

1. Pearuh disambungkan secara siri-selari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.61. Hitung jumlah kemuatan litar tersebut.



Rajah 2.61

Penyelesaian:

$$L_A = \frac{L_2 \times L_3}{L_2 + L_3}$$

$$= \frac{4 \times 8}{4 + 8}$$

$$= \frac{32}{12}$$

$$= 2.67 \text{ H}$$

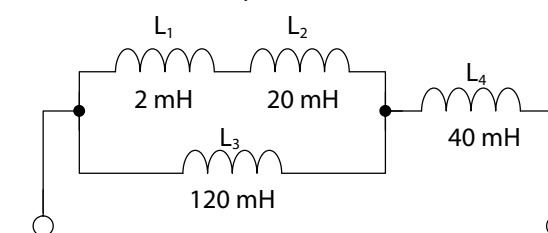
Maka;

$$L_J = L_1 + L_A$$

$$= 2 \text{ H} + 2.67 \text{ H}$$

$$= 4.67 \text{ H}$$

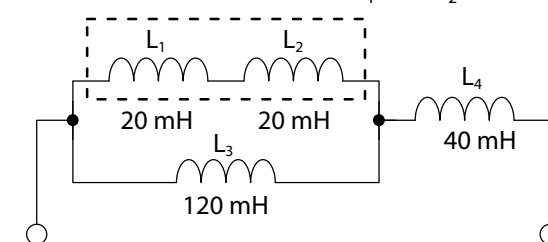
2. Tentukan nilai litar peraruh di bawah,



Penyelesaian:

Langkah 1

Ringkaskan litar bagi pearuh L_1 dan L_2 menjadi L_A ;



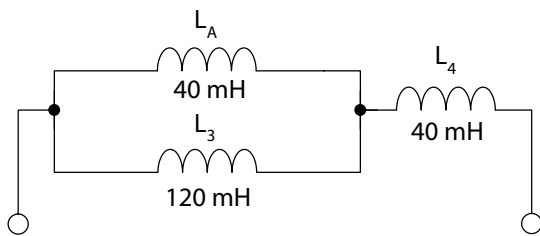
$$L_A = L_1 + L_2$$

$$L_A = 20 \text{ mH} + 20 \text{ mH}$$

$$L_A = 40 \text{ mH}$$

Langkah 2

Ringkaskan litar bagi pearuh L_A dan L_3 menjadi L_B ;



$$L_B = \frac{L_A \times L_3}{L_A + L_3}$$

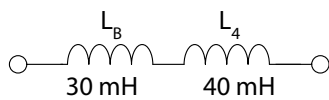
$$L_B = \frac{40 \text{ mH} \times 120 \text{ mH}}{40 \text{ mH} + 120 \text{ mH}}$$

$$L_B = \frac{4800 \text{ mH}}{160 \text{ mH}}$$

$$L_B = \mathbf{30 \text{ mH}}$$

Langkah 3

Ringkaskan litar bagi pearuh L_B dan L_4 menjadi L_j ;



$$L_j = L_B + L_4$$

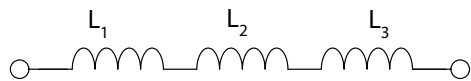
$$L_j = 30 \text{ mH} + 40 \text{ mH}$$

$$L_j = \mathbf{70 \text{ mH}}$$

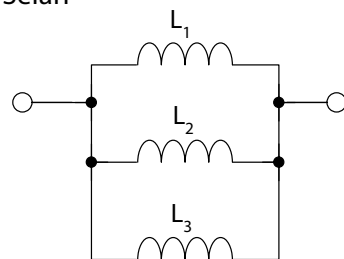
Latihan

- Hitungkan jumlah kearuhan bagi tiga buah pearuh iaitu L_1 , L_2 dan L_3 masing-masing dengan nilai 0.22 H, 44 mH dan 400 μ H.

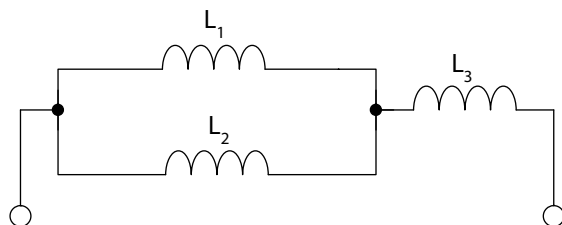
(a) Sesiri



(b) Selari



- Berpandukan rajah di bawah, hitung jumlah kearuhan jika $L_1 = L_2 = 100 \text{ mH}$ dan $L_3 = 1 \text{ mH}$ disambung secara siri-selari.



2.4.7 Litar Asas AU

Dalam memahami litar asas AU, terdapat beberapa perkara yang perlu difahami terlebih dahulu terutama yang melibatkan nombor kompleks.

Nombor Kompleks

Nombor kompleks ialah gabungan nombor nyata dan nombor khayalan. Nombor kompleks mempunyai bentuk:

$$a + bi$$

di mana a dan b ialah nombor nyata, dan i ialah unit khayalan.

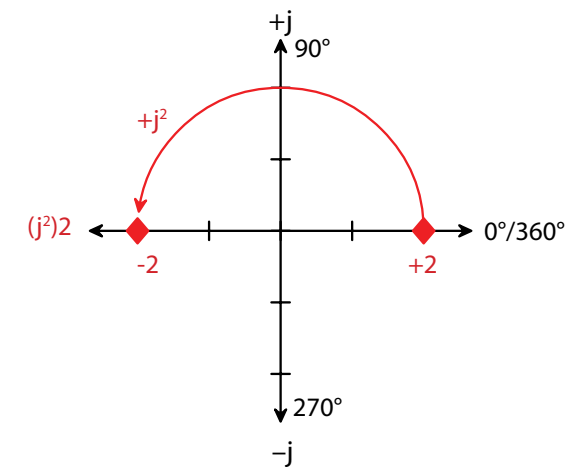
Contohnya, $5 + 2i$ ialah sebuah nombor kompleks dengan bahagian nyata pada angka 5 dan bahagian khayalan pada angka 2. Nombor kompleks boleh dicampur, ditolak, didarab dan dibahagi seperti nombor nyata tetapi dengan sifat lain. Dalam beberapa bidang (terutamanya dalam bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik khususnya) di mana i ialah simbol untuk arus elektrik, maka unit khayalan ditulis dengan j.

Nilai j

Merujuk pada Rajah 2.62, jika nilai sebenar +2 didarabkan dengan j, hasilnya ialah $+j2$. Gandaan ini akan memberi kesan terhadap perubahan nilai +2 yang melalui sudut 90° ke atas paksi +j. Begitu juga, jika +2 didarabkan dengan sudut putar -90° ke paksi -j. Jadi, j boleh dianggap sebagai pengawal putaran sudut.

Di mana, nilai $j = \sqrt{-1}$,

Sebagai contoh, jika $+j2$ didarab dengan j;



$$j^2 2 = (\sqrt{-1})(\sqrt{-1})(2)$$

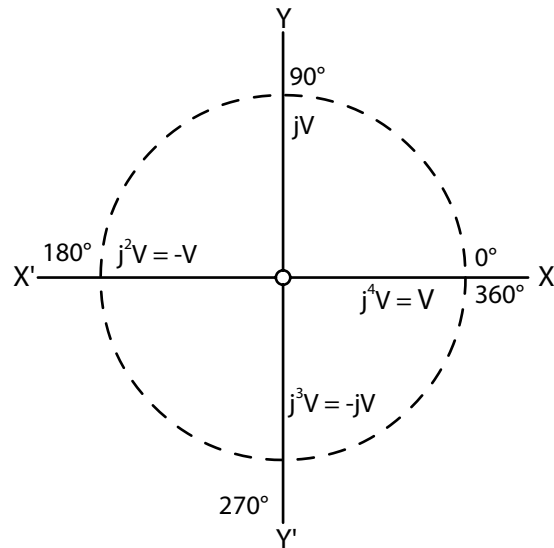
$$= (-1)(2)$$

$$= \mathbf{-2}$$

Rajah 2.62 Contoh ilustrasi aplikasi nilai j.

Berdasarkan kepada hasil pengiraan di sebelah membuktikan pendaraban sebarang nilai positif nombor nyata dengan nilai j^2 akan memberi kesan terhadap paksi sebenar iaitu menukarkan hasil pengiraan kepada nombor nyata negatif pada putaran 180° di satah kompleks.

Kesimpulannya, j adalah pengawal putaran sudut fasa melalui sudut 90° mengikut arah lawan jam dan mempunyai nilai $\sqrt{-1}$ bagi setiap putaran sudut. Rajah 2.63 menunjukkan signifikansi kepada nilai j ;



Rajah 2.63 Signifikansi kepada nilai j .

$$j = (\sqrt{-1})$$

$$j^2 = (\sqrt{-1})^2 = -1$$

$$j^3 = (\sqrt{-1})^3 = -\sqrt{-1}$$

dan $j^4 = (\sqrt{-1})^4 = (-1)^2 = 1$

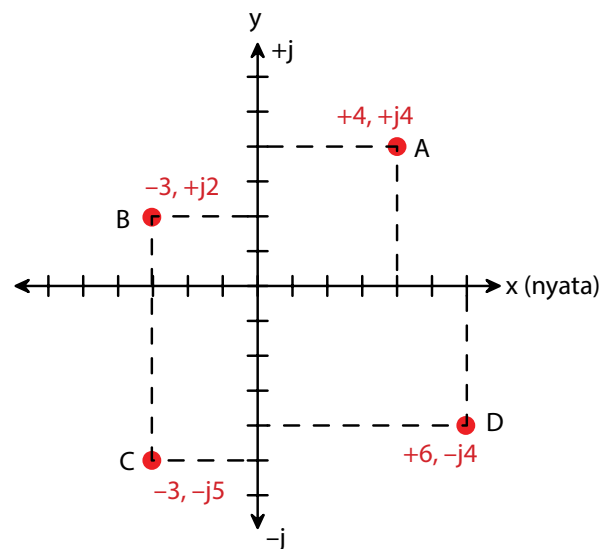
Info Tambahan

Selain $j = \sqrt{-1}$, nilai j juga boleh diaplikasikan dengan $j^2 = -1$ dan $\frac{1}{j} = -j$.

Bentuk *rectangular* nombor kompleks

Merujuk kepada Rajah 2.64, paksi-x adalah paksi nyata manakala paksi-y adalah paksi khayalan dan sistem paksi keseluruhan ialah gambar rajah Argand. Memandangkan pautan ini ke koordinat, kini kita akan merujuk kepada persamaan asas $z = a + jb$ dikenali sebagai bentuk *rectangular* bagi nombor kompleks. Rajah 2.65 menunjukkan contoh persamaan dalam satah kompleks dalam bentuk *rectangular*.

- (i) Titik A ialah persamaan $Z A = 4 + j4$;
- (ii) Titik B ialah persamaan $Z B = -3 + j2$;
- (iii) Titik C ialah persamaan $Z C = -3 - j5$;
- (iv) Titik D ialah persamaan $Z D = 6 - j4$.



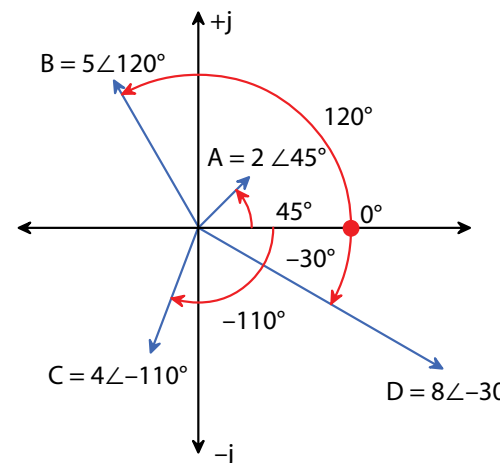
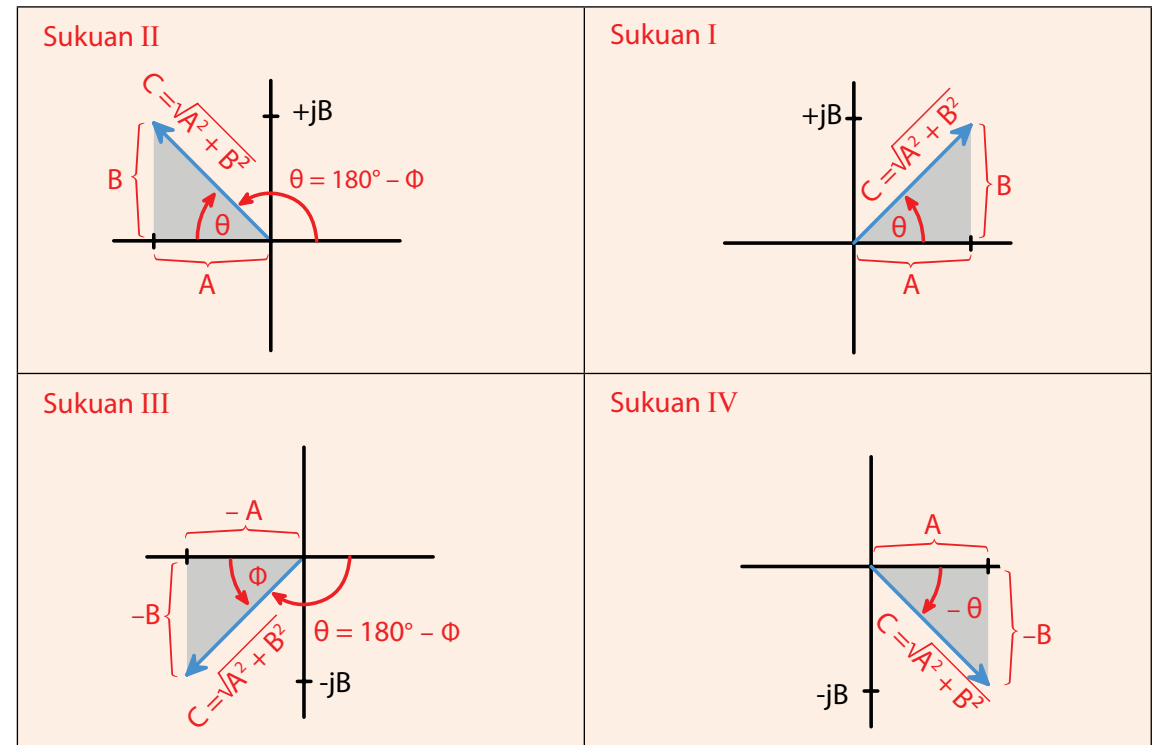
Rajah 2.64 Contoh persamaan dalam satah kompleks dalam bentuk *rectangular*.

Bentuk *polar* nombor kompleks

Bahagian nyata dan khayalan dalam persamaan perlu diasingkan tetapi perlu diselesaikan secara serentak. Berikut adalah persamaan dalam satah kompleks yang diwakili dalam bentuk perwakilan *Cartesian* dan *polar*. Jadual menunjukkan terbitan persamaan *polar* mengikut sukuan satah.

Di mana,

$$C = \sqrt{A^2 + B^2} \quad \text{dan} \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{B}{A} \right) \quad \dots (2.10)$$



Contoh persamaan dalam satah kompleks dalam bentuk *polar* ditunjukkan pada Rajah 2.65.

$$A = 2 \angle 45^\circ$$

$$B = 5 \angle 120^\circ$$

$$C = 4 \angle -110^\circ$$

$$D = 8 \angle -30^\circ$$

Rajah 2.65 Contoh persamaan dalam satah kompleks dalam bentuk *polar*.

Memahami relatif fasa di antara voltan dan arus adalah penting dalam reka bentuk litar. Komponen yang digabungkan akan memberikan kesan terhadap pengiraan galangan. Berikut merupakan galangan kompleks bagi tiga jenis komponen dalam bentuk *rectangular* atau *polar* yang ditunjukkan dalam Jadual 2.24.

Jadual 2.24 Komponen dan galangan kompleks.

Komponen	Galangan Kompleks
Perintang	$Z_R = R + 0j$ $= R \angle 0^\circ$
Pemuat	$Z_C = 0 - j \frac{1}{\omega C}$ $= \frac{1}{\omega C} \angle (-90^\circ)$
Pearuh	$Z_L = 0 + j\omega L$ $= \omega L \angle (+90^\circ)$

Info Tambahan

- Nilai arus ulang alik(AU) yang mengalir pada sebarang titik di dalam litar yang mengandungi rintangan tulen adalah tidak dipengaruhi oleh nilai frekuensi litar tersebut.
- V_{pmkd} juga dikenali sebagai voltan purata ganda dua (V_{ppgd})
- Tahukah anda bagaimana cara untuk mengingati beza fasa voltan dan arus? Gunakan perkataan CIVIL.

CIVIL

C (KEMUATAN) – I V (Arus Mendahului Voltan Sebanyak 90°)
L (KEARUHAN) – V I (Voltan Mendahului Arus Sebanyak 90°)

Litar AU tulen ialah litar yang mengandungi komponen seperti perintang (R), pemuat (C) dan pearuh (L) sahaja. Manakala litar AU gabungan pula ialah litar AU yang menggabungkan litar antara R, L dan C.

Bentuk sambungan litar	Perintang, R	Pearuh, L	Pemuat, C
1. Sambungan litar			
2. Hukum Ohm bagi arus, I	$I_R = \frac{V \angle \theta_{VR}}{R}$	$I_L = \frac{V \angle \theta_{VL}}{jX_L}$	$I_C = \frac{V \angle \theta_{VC}}{-jX_C}$

Bentuk sambungan litar	Perintang, R	Pearuh, L	Pemuat, C
3. Rajah gelombang	<p>Gelombang I dan V_R sefasa</p> <ol style="list-style-type: none"> Voltan bagi perintang, $V_R \angle 0^\circ$ Arus bagi perintang, $I_R = I_R \angle 0^\circ$ $R \angle 0^\circ$ $Z_R = \frac{V_R \angle 0^\circ}{I_R \angle 0^\circ} = \angle 0^\circ$	<p>Gelombang V_L mendahului arus, I</p> <ol style="list-style-type: none"> Voltan bagi pearuh, $V_L \angle 0^\circ$ Arus bagi pearuh, $I_L = I_L \angle -90^\circ$ $Z_{XL} = \frac{V_L \angle 0^\circ}{I_L \angle -90^\circ} = X_L \angle 90^\circ$	<p>Gelombang V_C mengekori arus, I</p> <ol style="list-style-type: none"> Voltan bagi pemuat, $V_C \angle 0^\circ$ Arus bagi pemuat, $I_C = I_C \angle 90^\circ$ $Z_{XC} = \frac{V_C \angle 0^\circ}{I_C \angle 90^\circ} = X_C \angle -90^\circ$
4. Rintangan dan regangan kompleks dalam bentuk <i>rectangular</i> dan <i>polar</i>	<p>V_R dan arus, I_R sefasa.</p> $R = R \angle 0^\circ$ $= R + 0j$	<p>V_L mendahului arus, I dengan sudut fasa, $\theta = 90^\circ$.</p> $X_L = \omega L \angle (+90^\circ)$ $= 0 + \omega Lj$ $= j2\pi fL$ Dimana : X_L = Regangan Kearuhan L = Pearuh / Kearuhan (Henry) $\omega = 2\pi f$ $j = \sqrt{-1}$ pada sudut 90°	<p>V_C mengekori arus, I dengan sudut fasa, $\theta = 90^\circ$.</p> $X_C = \frac{1}{\omega C} \angle (-90^\circ)$ $= 0 - \frac{1}{\omega C}j$ $= -\frac{1}{j2\pi fC}$ Dimana : X_C = Regangan Kemuatan L = Pemuat/kemuatan (Farad) $\omega = 2\pi f$ $j = \sqrt{-1}$ pada sudut -90°

Info Tambahan

Apakah perbezaan antara regangan dan galangan?

Galangan dan regangan adalah merujuk kepada rintangan yang diukur dalam ohm (Ω). Didalam litar AU, terdapat tiga komponen pasif iaitu perintang, pemuat dan pearuh.

Galangan, Z

Galangan boleh ditakrifkan sebagai jumlah rintangan di dalam litar gabungan antara perintang dan pemuat (RC) atau litar gabungan antara perintang dan pearuh (RL) atau litar gabungan bagi ketiga-tiga komponen iaitu litar perintang, pemuat dan pearuh (RCL). Sebagai contoh;

i. Dalam litar RL, galangan ditentukan seperti persamaan berikut:

$$Z = R + jX_L \text{ di mana } X_L = 2\pi fL \text{ atau } \omega L.$$

Regangan, X

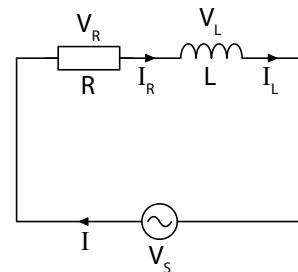
Regangan pula ditakrifkan sebagai jumlah rintangan hanya berlaku pada dua komponen iaitu pearuh dan pemuat. Regangan kearuhan, X_L dan regangan kemuatan, X_C .

2.4.8 Litar AU Gabungan Siri

Terdapat tiga jenis beban secara berasingan iaitu perintang (R), pearuh (L), dan pemuat (C). Secara praktikal beban elektrik mempunyai hubung kait dengan beban-beban ini. Perbincangan dalam bab ini berkaitan dengan litar siri RL, litar siri RC dan litar siri RLC. Arus yang mengalir pada setiap komponen dalam litar siri adalah sama. Oleh yang demikian, paksi arus menjadi paksi rujukan pada gambar rajah vektor yang dilukis. Kuantiti elektrik yang berkaitan serta sudut fasa antara I dan V bagi litar dapat dihitung dengan menggunakan kaedah Trigonometri dan Teorem Pythagoras.

Litar Siri (RL)

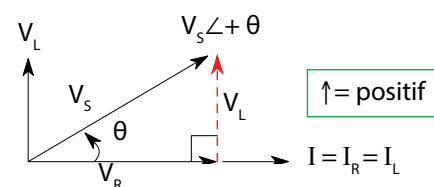
Litar RL siri, arus yang melalui rintangan R, berada sefasa dengan voltan dan apabila arus mengalir melalui regangan kearuhan X_L , ia akan mengekori voltan sebanyak 90° . Rajah 2.66 menunjukkan sambungan litar RL.



Rajah 2.66 Litar RL.

Voltan

Daripada Rajah 2.66, vektor segi tiga voltan dapat ditunjukkan seperti Rajah 2.67.



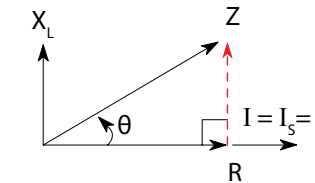
Rajah 2.67 Vektor segi tiga voltan.

Maka, voltan punca, V_s boleh ditentukan dengan;

$$V_s \angle \theta_s = V_R \angle 0^\circ + V_L \angle 90^\circ$$

Galangan

Vektor segi tiga galangan, Z.



Rajah 2.68 Vektor segi tiga galangan.

Galangan Z (R, X_L) dalam polar:

$$Z = |Z| \angle +\theta$$

Di mana :

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$$

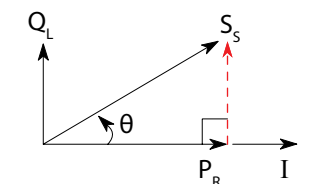
Galangan Z (R, X_L) dalam rectangular:

$$Z = \rightarrow [+R] + \uparrow [+X_L]$$

$Z = R + jX_L$ dalam nombor kompleks
 \therefore Anak panah menunjukkan arah galangan

Kuasa

Vektor segi tiga kuasa dan pecahan komponen paduan kuasa. Prinsip hukum keabadian tenaga menunjukkan tenaga yang dihantar oleh sumber bekalan, akan sama dengan tenaga yang digunakan oleh beban R, X_L dan X_C .



- Kuasa nyata pada perintang, $P_R = |I_R V_R| = IV_s \cos \theta$
di mana $\theta = \theta_{V_R} - \theta_{I_R}$. Unit kuasa nyata ialah watt (W)
- Kuasa regangan pada pearuh, $Q_L = j|I_L V_L| = jIV_s \sin \theta$
di mana $\theta = \theta_{V_L} - \theta_{I_L}$. Unit kuasa regangan ialah volt-ampere regangan (VAR)
- Kuasa ketara pada sumber bekalan, $S_s = |IV_s|$ atau boleh dihitung dengan menggunakan Teorem Pythagoras;

$$S_s = \sqrt{P_R^2 + Q_L^2}$$
- Unit kuasa ketara ialah volt-ampere (VA) atau
- Kuasa ketara kompleks,

$$S_K = P + jQ$$

$$= |S| \angle \theta \text{ sudut faktor kuasa ; dimana } \theta = \theta_{V_s} - \theta_{I_s}$$

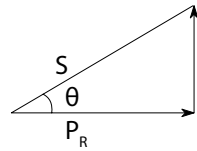
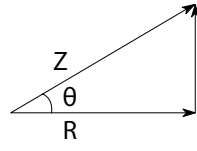
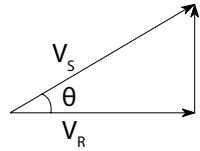
Faktor Kuasa

Faktor kuasa juga dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan seperti berikut:

(i) Faktor kuasa, $\cos \theta = \cos (\theta_v - \theta_i)$

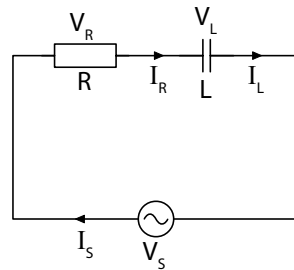
Atau

(ii) Faktor kuasa = $\frac{R}{Z} = \frac{V_R}{V_S} = \frac{P_R}{S_S} = \cos \theta$



Litar siri RC

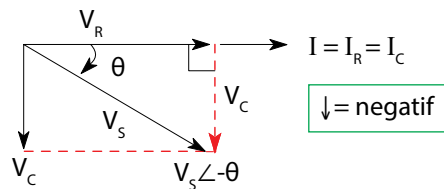
Litar siri RC, arus yang melalui rintangan R, berada sefasa dengan voltan dan apabila arus mengalir melalui regangan kemuatan X_C , ia akan mendahului voltan sebanyak 90° . Rajah 2.69 menunjukkan sambungan litar RC.



Rajah 2.69 Litar siri RC.

Voltan

Daripada Rajah 2.69, vektor segi tiga voltan dapat ditunjukkan seperti Rajah 2.70 berikut;



Rajah 2.70 Vektor segi tiga voltan.

Maka, voltan punca, V_S boleh ditentukan dengan;

$$\vec{V}_S = \vec{V}_R + \vec{V}_C ; V_S \angle \theta = V_R \angle 0^\circ + V_C \angle -90^\circ$$

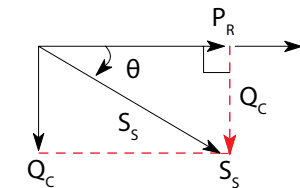
Galangan

Vektor segi tiga galangan, Z

Galangan $Z (R, X_C)$ dalam polar:	Galangan $Z (R, X_C)$ dalam rectangular:
$Z = Z \angle +\theta$	$Z = \rightarrow [+R] + \downarrow [X_C]$; arah \downarrow bermaksud negatif.
Di mana :	$Z = R - jX_C \dots$ dalam nombor kompleks
$ Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	
$\theta = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$	

Kuasa

Vektor segi tiga kuasa dan pecahan komponen paduan kuasa.



Rajah 2.71 Vektor segi tiga kuasa.

- Kuasa nyata pada perintang, $P_R = I_R V_R = I V_S \cos \theta$; di mana $\theta = \theta_{V_R} - \theta_{I_R}$
Unit kuasa nyata ialah watt (W)
- Kuasa regangan pada kapasitor, $Q_C = -j I_C V_C = j I V_S \sin \theta$; di mana $\theta = \theta_{V_L} - \theta_{I_L}$
Unit kuasa regangan ialah volt-ampere regangan (VAR)
- Kuasa ketara pada sumber bekalan, $S_S = I V_S$ atau boleh dihitung dengan menggunakan Teorem Pythagoras;

$$S_S = \sqrt{P_R^2 + Q_C^2}$$

Unit kuasa ketara ialah volt-ampere (VA)

atau

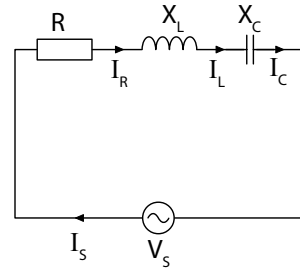
Kuasa ketara kompleks,

$$S_K = P_R + jQ_C$$

$$= |S| \angle \theta \text{ sudut faktor kuasa atau } \theta = \theta_{V_S} - \theta_{I_S}$$

Litar siri RLC

Litar RLC siri, voltan pada perintang adalah sefasa dengan arus, voltan pada pemuat sentiasa mendahului arus dengan sudut fasa sebanyak 90° manakala voltan pada pemuati sentiasa mengekori arus dengan sudut fasa sebanyak 90° . Rajah 2.72 menunjukkan sambungan litar RLC.



Rajah 2.72 Litar RLC.

Info Tambahan

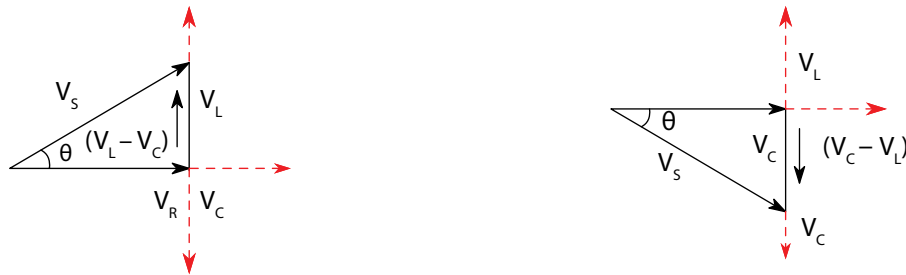
- Sudut bagi faktor kuasa boleh diperoleh dari
- Beza fasa antara V_s dan I_s
 - Beza fasa dari jumlah galangan litar
 - \cos^{-1} nilai P dan S

Voltan

Daripada Rajah 2.72, vektor segi tiga voltan dapat ditunjukkan seperti Rajah 2.73 berikut;

Sekiranya $V_L > V_C$

Sekiranya $V_C > V_L$



Rajah 2.73 Vektor segi tiga voltan.

Maka, voltan punca, V_s boleh ditentukan dengan;

$$V_s \angle \theta = V_R \angle 0^\circ + V_L \angle 90^\circ - V_C \angle -90^\circ$$

Galangan

Vektor segi tiga galangan, Z

Sekiranya $X_L > X_C$

Sekiranya $X_C > X_L$



Rajah 2.74 Vektor segi tiga voltan.

Polar: $Z = |Z| \angle +\theta$

Di mana :

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R}$$

Atau

Polar: $Z = |Z| \angle -\theta$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{-(X_C - X_L)}{R}$$

Rectangular:

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

Atau

Rectangular:

$$Z = R - j(X_C - X_L)$$

Kuasa

Vektor segi tiga kuasa dan pecahan komponen paduan kuasa.

Sekiranya $X_L > X_C$

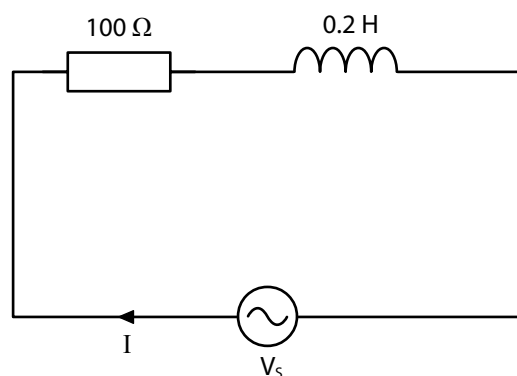
Sekiranya $X_C > X_L$



Rajah 2.75 Vektor segi tiga kuasa.

- Kuasa nyata, $P_R = IV_R = I_s V_s \cos \theta$
- Unit kuasa nyata ialah watt (W)
- Kuasa regangan, $P_x = jI_s (V_L - V_C) = jI_s V_s \sin \theta$
Unit kuasa regangan ialah volt-ampere regangan (VAR)
- Kuasa ketara, $S_s = I_s V_s$
Atau
$$S_s = \sqrt{P_R^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$
- Unit kuasa ketara ialah volt-ampere (VA)

Contoh 1



Diberi frekuensi untuk litar adalah 50 Hz, hitung:

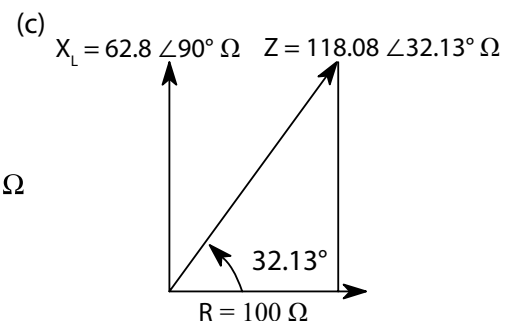
- Regangan berkearuhan, X_L
- Galangan, Z
- Lukiskan rajah vektor galangan.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} (a) \quad X_L &= 2\pi fL \\ &= 2\pi(50)(0.2) \\ &= \mathbf{j62.8 \Omega} \end{aligned}$$

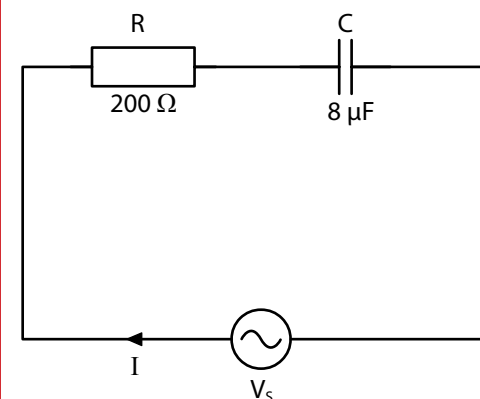
$$\begin{aligned} \text{Dalam bentuk polar;} \\ &= \mathbf{62.8 \angle 90^\circ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \quad R &= 100 \Omega \\ X_L &= j62.8 \Omega \\ Z &= 100 + j62.8 \Omega \\ Z &= \mathbf{118.08 \angle 32.13^\circ \Omega} \end{aligned}$$



Pengiraan	Pembuktian
<p>Diberi, $R = 100 \Omega$ dan $X_L = j62.8 \Omega$ Maka, $Z = R + jX_L$ $= 100 + j62.8$ Penggunaan kalkulator Mod CMLX</p> <ol style="list-style-type: none"> Masukan nilai, tekan; [100] [+] [62.8] [SHIFT] [ENG] Tukar kepada <i>polar</i>, masukan nilai, tekan; [SHIFT] [+] [=] untuk nombor nyata dan, tekan [SHIFT] [=] untuk darjah Maka jawapan ialah $Z = 118.08 \angle 32.13^\circ \Omega$ 	<p>Dengan formula: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $= \sqrt{100^2 + 62.8^2}$ $= 118.08 \Omega$ $\theta = \tan^{-1} \frac{X_L}{R}$ $\theta = \tan^{-1} \frac{62.8}{100}$ $= 32.13^\circ$ Maka, $Z = Z \angle +\theta$ $\therefore Z = 118.08 \angle 32.13^\circ \Omega$</p>

Contoh 2



Diberi frekuensi untuk litar adalah 50 Hz, hitung:

- Regangan kemuatan, X_C
- Galangan, Z
- Lukiskan rajah vektor galangan.

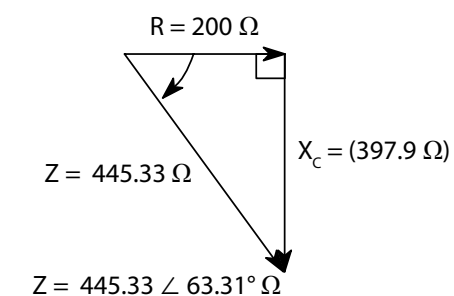
Penyelesaian:

$$\begin{aligned} (a) \quad X_C &= -j \frac{1}{2\pi fC} \\ &= -j \frac{1}{2\pi(50)(8 \times 10^{-6})} \\ &= \mathbf{-j397.9 \Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dalam bentuk polar} \\ &= \mathbf{397.9 \angle -90^\circ} \end{aligned}$$

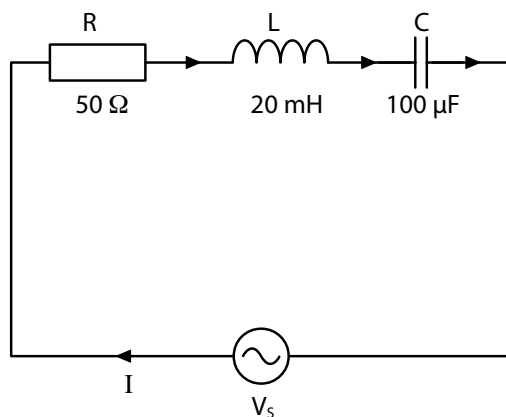
$$\begin{aligned} (b) \quad R &= 200 \Omega \\ X_C &= -j397.9 \Omega \\ Z &= 445.33 \angle -63.31^\circ \Omega \end{aligned}$$

(c) Rajah vektor galangan



Pengiraan	Pembuktian
<p>Diberi, $R = 200 \Omega$ dan $X_C = -j397.9 \Omega$ Maka, $Z = R - jX_C$ $= 200 - j397.9 \Omega$ Penggunaan kalkulator Mod CMLX</p> <ol style="list-style-type: none"> Masukan nilai, tekan; [200] [+] [397.9] [SHIFT] [ENG] Tukar kepada <i>polar</i>, masukan nilai, tekan; [SHIFT] [+] [=] untuk nombor nyata dan, tekan [SHIFT] [=] untuk darjah Maka jawapan ialah $Z = 445.33 \angle -63.31^\circ \Omega$ 	<p>Dengan formula: $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $= \sqrt{200^2 + 397.9^2}$ $= 445.33 \Omega$ $\theta = \tan^{-1} \frac{X_C}{R}$ $\theta = \tan^{-1} \frac{397.9}{200}$ $= 63.31^\circ$ Maka, $Z = Z \angle +\theta$ $\therefore Z = 445.33 \angle -63.31^\circ \Omega$</p>

Contoh 3



Diberi frekuensi untuk litar adalah 50 Hz, hitung:

- Regangan kearuhan, X_L
- Regangan kemuatan, X_C
- Galangan, Z
- Lukiskan rajah vektor galangan.

Penyelesaian:

(a)

$$X_L = j2\pi fL$$

$$= j2 \times 3.14 \times 50 \times 20 \times 10^{-3}$$

$$= \mathbf{j6.28 \Omega}$$

$$X_C = -j \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= -j \frac{1}{2\pi(50)(100 \times 10^{-6})}$$

$$= \mathbf{-j31.83 \Omega}$$

$$(b) Z = R + jX_L - jX_C$$

$$= R + j(X_L - X_C)$$

$$= 50 + j(6.28 - 31.83)$$

Masukan nilai, tekan;

[50] [-] [25.55] [SHIFT] [ENG]

[=] [50] [-] [j25.55] [Ω]

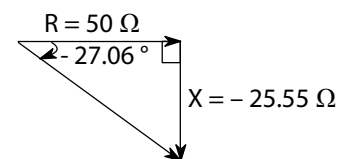
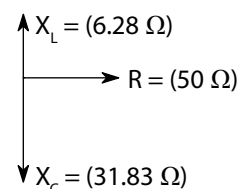
Tukar dalam bentuk *polar*;

masukan nilai, tekan;

[SHIFT] [+] [=] untuk nombor nyata dan tekan [SHIFT] [=]

untuk darjah = 56.15∠27.07

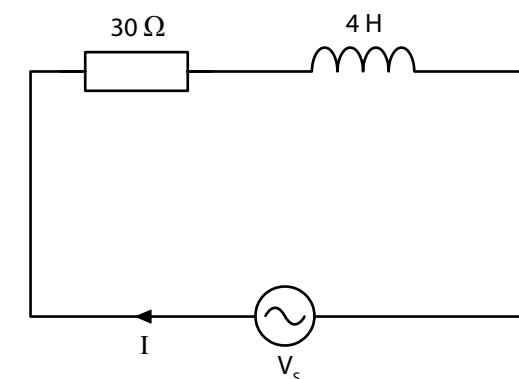
$$(c) X = X_L - X_C = 6.28 - 31.83 = -25.55 \Omega$$



Latihan

- Satu perintang 330Ω disambungkan secara siri dengan satu pearuh 200 mH dan litar ini dibekalkan oleh bekalan AU 100 V, 50 Hz, Hitungkan:
 - Regangan kearuhan, X_L
 - Galangan, Z
 - Lukiskan rajah vektor galangan.

2.

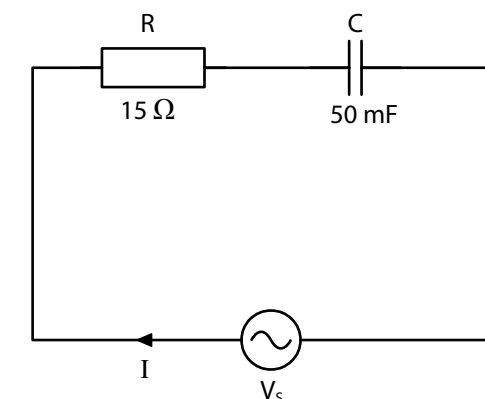


Hitungkan:

- Regangan kearuhan, X_L
- Galangan, Z
- Lukiskan rajah vektor galangan.

- Satu perintang 12Ω disambungkan secara siri dengan satu pemuat 100 uF dan litar ini dibekalkan oleh bekalan AU 200 V, 50 Hz. Hitungkan:
 - Regangan kemuatan, X_C
 - Galangan, Z
 - Lukiskan rajah vektor galangan.

4.



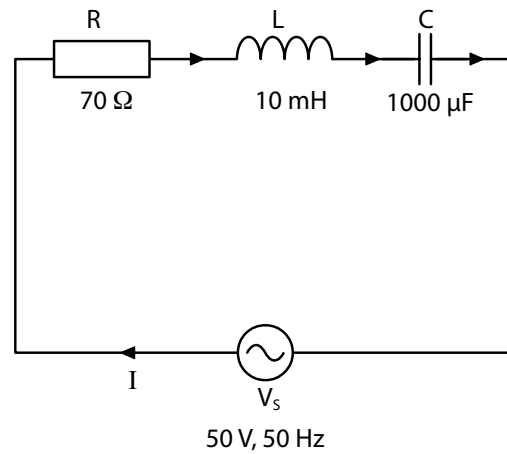
Hitungkan:

- Regangan kearuhan, X_C
- Galangan, Z
- Lukiskan rajah vektor galangan.

5. Satu perintang 60Ω disambungkan secara siri dengan satu pearuh 0.5 H dan dan satu pemuat $10 \mu\text{F}$ dan litar ini dibekalkan oleh bekalan AU 100 V , 50 Hz , Hitungkan:

- (a) Regangan kearuhan, X_L
- (b) Regangan kemuatan, X_C
- (c) Galangan, Z
- (d) Lukiskan rajah vektor galangan.

6.



Hitungkan:

- (a) Regangan kearuhan, X_L
- (b) Regangan kemuatan, X_C
- (c) Galangan, Z
- (d) Lukiskan rajah vektor galangan.

2.4.10 Analisis Litar AU

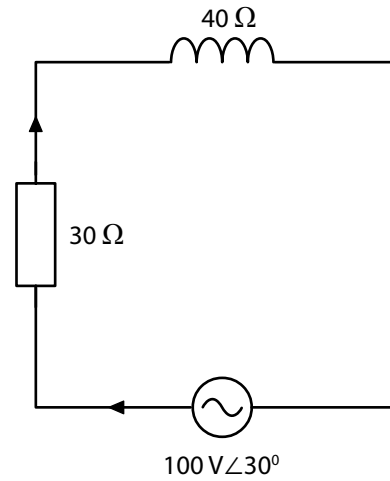
Di dalam tajuk ini, hitungan litar gabungan AU akan dilanjutkan kepada beberapa bahagian penting seperti arus, voltan, galangan dan kuasa litar. Hitungan dalam litar gabungan AU akan mengguna pakai formula yang telah dibincangkan dalam tajuk 2.4.8.

Jadual 2.25 Hubung kait beban litar AU.

Komponen	Ciri Kerintangan/Regangan	Ciri Galangan dalam litar AU Gabungan Siri, Selari dan Siri-Selari		
Perintang, R	Rintangan, R	RL	RC	RCL
Pemuat, C	Regangan Kemuatan, X_C			
Pemuat, R	Regangan Kearuhan, X_L			

Litar Gabungan Siri

Contoh 1



Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Rajah vektor arus

Penyelesaian:

Diberi $V_s = 100 \angle 30^\circ$, $R = 30 \Omega$ dan $X_L = j40 \Omega$

(i) Galangan, Z

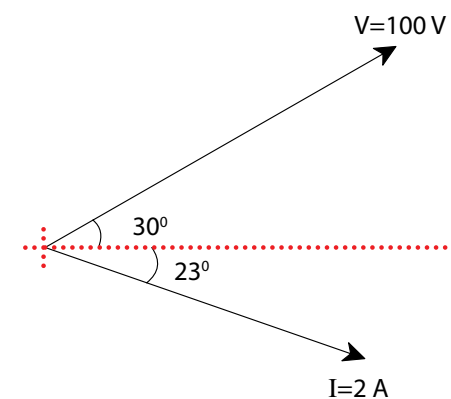
$$\begin{aligned} Z &= R + jX_L \\ &= 30 + j40 \\ &= 50 \angle 53.13^\circ \Omega \end{aligned}$$

(ii) Arus, I

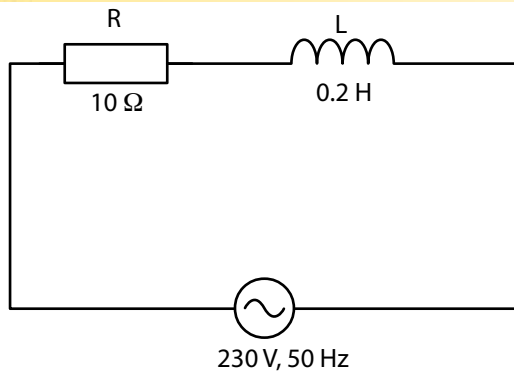
$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{Z} \\ &= \frac{100 \angle 30^\circ}{50 \angle 53.13^\circ} \\ &= 2 \angle -23.13^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

Dalam bentuk *rectangular*,
 $= 1.84 - j0.78$

(iii) Gambar rajah vektor bagi bekalan kuasa.



Contoh 2



Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Voltan pada perintang, V_R
- (iv) Voltan pada pearuh, V_L
- (v) Faktor kuasa, $\cos \theta$
- (vi) Kuasa nyata pada perintang, P_R
- (vii) Kuasa regangan pada pearuh, Q_L
- (viii) Kuasa ketara pada sumber, S_s
- (ix) Kuasa ketara kompleks, S_k

Penyelesaian:

Diberi: $R = 10 \Omega$, $L = 0.2 \text{ H}$, punca voltan, $V_s = 230 \text{ V}$ dan frekuensi, $f = 50 \text{ Hz}$

(i) Galangan Z , (i)

$$\begin{aligned} Z &= R + jX_L \\ &= 10 + j62.8 \text{ tukar dalam polar;} \\ &= \mathbf{63.59 \angle 80.95^\circ \Omega} \end{aligned}$$

(ii) Arus litar,

$$\begin{aligned} I &= \frac{V_s}{Z} \\ &= \frac{230 \angle 0^\circ \text{ V}}{63.59 \angle 80.95^\circ \Omega} \\ &= 0.569 - j3.572 \\ &= \mathbf{3.62 \angle -80.95^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

(iii) Voltan pada perintang,

$$\begin{aligned} V_R &= IR \\ &= 3.62 \angle -80.95^\circ \times 10 \\ &= \mathbf{3.62 \angle -80.95^\circ \text{ V}} \end{aligned}$$

(iv) Voltan pada pearuh,

$$\begin{aligned} V_L &= IX_L \\ &= 3.617 \angle 80.95^\circ \times j62.8 \\ &= \mathbf{227.15 \angle 170.95^\circ \text{ V}} \end{aligned}$$

(v) Faktor kuasa,

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \cos(\theta_v - \theta_i) \\ &= \cos(0^\circ + 80.95^\circ) \\ &= \mathbf{0.15} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{R}{Z} \\ &= \frac{10}{63.59} \\ &= \mathbf{0.15} \end{aligned}$$

(vi) Kuasa nyata pada perintang,

$$\begin{aligned} P_R &= |I| |V_R| \text{ atau } P_R = I_s V_s \cos \theta \\ &= 3.617 \times 36.17 \\ &= \mathbf{130.82 \text{ W}} \end{aligned}$$

(vii) Kuasa regangan pada pearuh,

$$\begin{aligned} Q_L &= |I| |V_L| \text{ atau } Q_L = I_s V_s \sin \theta \\ &= 3.617 \times 227.1 \\ &= \mathbf{821.42 \text{ VAR}} \end{aligned}$$

(viii) Kuasa ketara,

$$\begin{aligned} S_s &= |I| |V_s| \\ &= 3.617 \times 230 \\ &= \mathbf{831.9 \text{ VA}} \end{aligned}$$

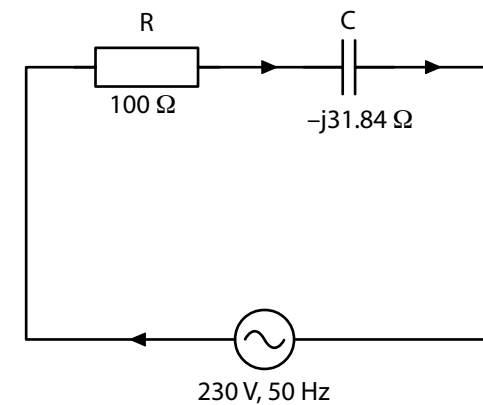
(x) Kuasa ketara kompleks,

$$\begin{aligned} S_k &= P + jQ \\ &= |S| \angle \theta \text{ sudut faktor kuasa} \\ &= \mathbf{831.9 \angle 80.95^\circ} \\ &= \mathbf{130.85 + j821.5} \end{aligned}$$

Dari kiraan di atas didapati

- jumlah P_s dari bekalan sama dengan P_R
- jumlah Q_s dari bekalan sama dengan Q_L

Contoh 3



Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Voltan pada perintang, V_R
- (iv) Voltan pada pemuat, V_L
- (v) Faktor kuasa, $\cos \theta$
- (vi) Kuasa nyata pada perintang, P_R
- (vii) Kuasa regangan pada pemuat, Q_C
- (viii) Kuasa ketara pada sumber bekalan, S_s

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{(i) } Z &= R - jX_C \\ &= 100 - j31.84 \text{ tukar dalam polar} \\ &= \mathbf{104.95 \angle -17.66^\circ \Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) Arus litar,} \\ I &= \frac{V_s}{Z} \\ &= \frac{230 \angle 0^\circ \text{ V}}{104.95 \angle 17.66^\circ \Omega} \\ &= \mathbf{2.19 \angle 17.66^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

Dalam bentuk *rectangular*,

$$= \mathbf{2.09 + j0.66 \text{ A}}$$

(iii) Voltan pada perintang,

$$\begin{aligned} V_R &= I \times R \\ &= 2.19 \angle 17.66^\circ \text{ A} \times 100 \\ &= \mathbf{219 \angle 17.66^\circ \text{ V}} \end{aligned}$$

(iv) Voltan pada pemuat,

$$\begin{aligned} V_L &= I \times X_C \\ &= 2.19 \angle 17.66^\circ \times 31.84 \angle -90^\circ \\ &= \mathbf{69.73 \angle -72.34^\circ \text{ V}} \\ &= \mathbf{21.15 - j66.44} \end{aligned}$$

(v) Faktor kuasa pada perintang,

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \cos(\theta_v - \theta_i) \\ &= \cos(0^\circ - 17.66^\circ) \\ &= \mathbf{0.95} \end{aligned}$$

(vi) Kuasa nyata pada perintang,

$$\begin{aligned} P_R &= |I_R| |V_R| \text{ atau } P_R = I_s V_s \cos \theta \\ &= 2.19 \times 219 \\ &= \mathbf{479.61 \text{ W}} \end{aligned}$$

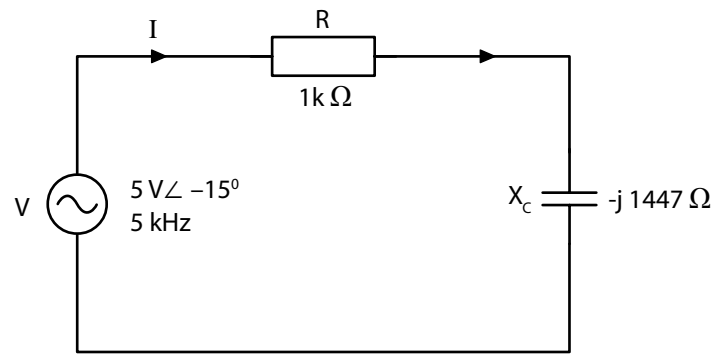
(vii) Kuasa regangan pada pemuat,

$$\begin{aligned} Q_C &= |I_C| |V_C| \text{ atau } Q_C = I_s V_s \sin \theta \\ &= 2.19 \times 69.73 \\ &= \mathbf{152.7 \text{ VAR}} \end{aligned}$$

(viii) Kuasa ketara pada sumber bekalan,

$$\begin{aligned} S_s &= |I_s| |V_s| \\ &= 2.19 \times 230 \\ &= \mathbf{503.7 \text{ VA}} \end{aligned}$$

Contoh 4



- Hitung:
- Galangan, Z
 - Lakarkan rajah vektor galangan
 - Arus litar, I
 - Rajah vektor bagi voltan bekalan.

Penyelesaian:

Diberi $V_s = 5V \angle -15^\circ$, $R = 1k\Omega$ dan $C = 22nF$

- Galangan, Z

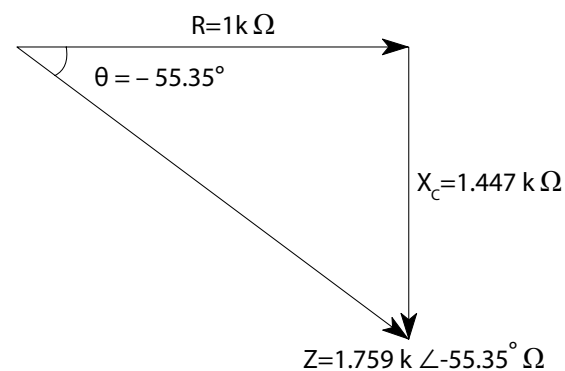
$$Z = R - jX_c$$

$$= 1000 - j1447 \Omega$$

Tukarkan dalam polar,

$$Z = 1759 \angle -55.35^\circ \Omega$$

- Rajah vektor galangan,



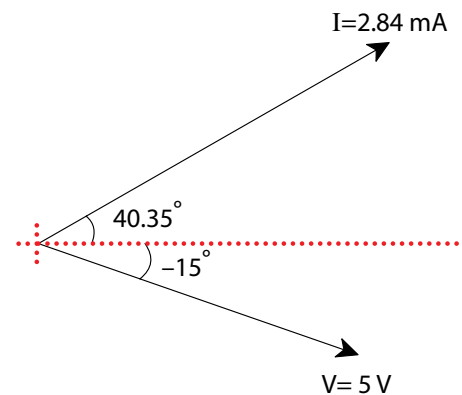
- Arus litar,

$$I = \frac{V}{Z}$$

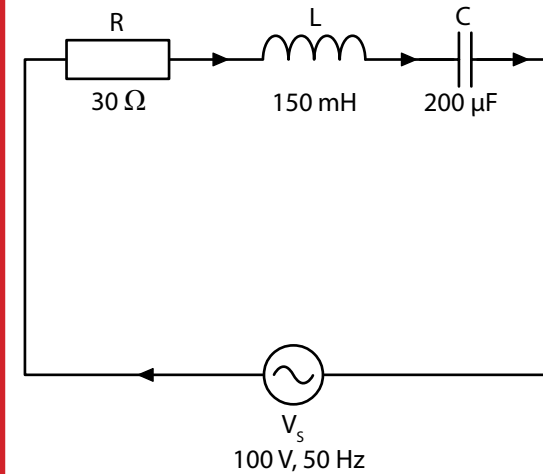
$$= \frac{5 \angle -15^\circ}{1759 \angle -55.35^\circ}$$

$$= 2.84 \angle 40.35^\circ \text{ mA}$$

- Lakarkan rajah vektor bagi voltan bekalan



Contoh 5



Hitung:

- Galangan, Z
- Arus litar, I
- Voltan pada perintang, V_R
- Jumlah voltan pada pearuh dan pemuat, $V_{X_L} - V_{X_C}$
- Faktor kuasa, $\cos \theta$
- Kuasa nyata pada perintang, P_R
- Jumlah kuasa pada pearuh dan pemuat, Q
- Kuasa ketara, S_s
- Lukiskan dan labelkan rajah vektor galangan bagi litar tersebut.

Penyelesaian:

- Galangan, Z

Regangan berkearuhan

$$X_L = j2\pi fL$$

$$= j2 \times 3.14 \times 50 \times 150 \text{ mH}$$

$$= j47.10 \Omega$$

Regangan berkemuatan

$$X_C = -j \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= -j \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 200 \times 10^{-6}}$$

$$= -j15.92 \Omega$$

Maka,

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

$$= 30 + j(47.10 - 15.92)$$

$$= 30 + j31.18 \text{ tukar dalam polar}$$

$$= 43.26 \angle 46.10^\circ \Omega$$

- Arus litar,

$$I = \frac{V_s}{Z}$$

$$= \frac{100 \angle 0^\circ \text{ V}}{43.26 \angle 46.10^\circ \Omega}$$

$$= 1.603 - j1.665$$

$$= 2.31 \angle -46.10^\circ \text{ V}$$

- Voltan pada perintang

$$V_R = I \times R$$

$$= 2.31 \angle -46.10^\circ \times 30 \angle 0^\circ$$

$$= 69.3 \angle -46.1^\circ \text{ V}$$

- Jumlah voltan pada pearuh dan pemuat

$$V_x = (V_{X_L} - V_{X_C})$$

$$= I \times (X_L - X_C)$$

$$= 2.31 \angle -46.10^\circ \times (47.1 - 15.92) \angle 90^\circ$$

$$= 72.03 \angle -43.90^\circ \text{ V}$$

- Faktor kuasa,

$$\cos \theta = \cos(\theta_v - \theta_i)$$

$$= \cos(0 + 46.10^\circ)$$

$$= 0.69$$

- Kuasa nyata pada perintang,

$$P_R = |I| |V_R| \text{ atau } P_R = I_s V_s \cos \theta$$

$$= 2.31 \text{ A} \times 69.3 \text{ V}$$

$$= 160.08 \text{ W}$$

- Jumlah kuasa regangan pada pearuh dan pemuat,

$$P_x = |I| |V_x| \text{ atau } P_x = I_s V_s \sin \theta$$

$$= 2.31 \text{ A} \times 72.03 \text{ V}$$

$$= 166.39 \text{ VAR}$$

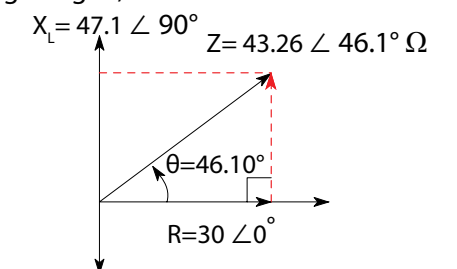
- Kuasa ketara

$$S_s = |I| |V_s|$$

$$= 2.31 \text{ A} \times 100 \text{ V}$$

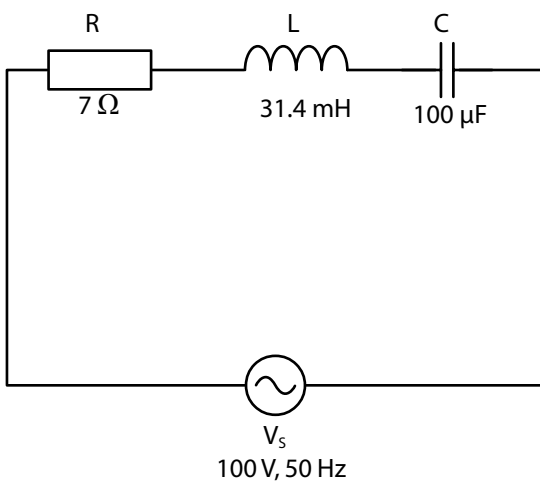
$$= 231 \text{ VA}$$

- Rajah vektor galangan,



Contoh 6

Rajah 2.76 menunjukkan litar siri RLC



Rajah 2.76

Hitung:

- Galangan, Z
- Arus litar, I
- Lukiskan dan labelkan rajah vektor segi tiga galangan bagi litar tersebut.

Penyelesaian:

- Galangan, Z

$$\begin{aligned} Z &= R + jX_L - jX_C \\ &= R + j(X_L - X_C) \\ &= 7 + j(9.86 - 31.83) \\ &= \mathbf{7 - j21.97 \Omega} \end{aligned}$$

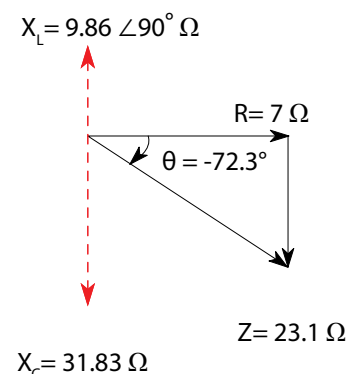
Tukar dalam polar

$$Z = \mathbf{23.1 \angle -72.3^\circ \Omega}$$

- Arus litar, I

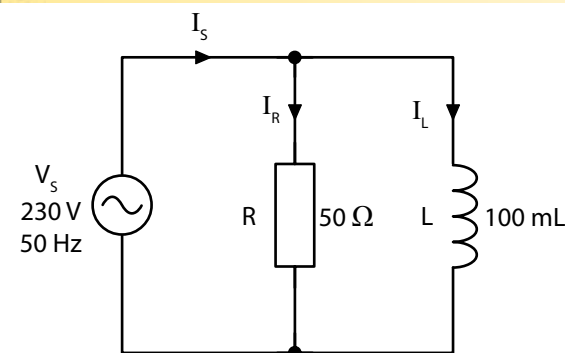
$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{Z} \\ &= \frac{100 \angle 0^\circ \text{ V}}{23.1 \angle -72.3^\circ \text{ A}} \\ &= \mathbf{4.33 \angle 72.3^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

- Lukiskan dan labelkan rajah vektor segi tiga galangan bagi litar tersebut.



Litar Gabungan Selari

Contoh 1



Hitungkan;

- Galangan, Z
- Arus yang melalui perintang, I_R
- Arus yang melalui pearuh, I_L
- Jumlah arus litar, I_s
- Rajah vektor arus
- Sudut fasa, θ
- Kuasa nyata, P_R
- Kuasa regangan, P_L
- Kuasa ketara, P_s

Penyelesaian:

Litar selari merujuk kepada

$$V_s = V_R = V_L$$

- Regangan berkearuhan,

$$\begin{aligned} X_L &= j2\pi fL \\ &= j(2 \times 3.14 \times 50 \times 100 \text{ mH}) \\ &= \mathbf{j31.4 \Omega} \end{aligned}$$

Simpang 1:

$$\begin{aligned} Z_R &= R = 50 \\ &= \mathbf{50 \angle 0^\circ \Omega} \end{aligned}$$

Simpang 2:

$$\begin{aligned} Z_L &= jX_L = +j31.4 \\ &= \mathbf{31.4 \angle +90^\circ \Omega} \end{aligned}$$

Oleh kerana Z_R selari dengan Z_L

Maka, galangan keseluruhan litar,

$$\begin{aligned} Z_s &= \frac{R \times jX_L}{R + jX_L} \\ &= \frac{(50)(j31.4)}{50 + j31.4} \\ &= \frac{1570 \angle 90^\circ}{59.04 \angle 32.13^\circ} \\ &= 14.143 + j22.512 \text{ tukar dalam polar} \\ &= \mathbf{26.59 \angle 57.87^\circ \Omega} \end{aligned}$$

- Arus yang melalui perintang

$$\begin{aligned} I_R &= \frac{V}{Z_R} \\ &= \frac{230 \angle 0^\circ}{50 \angle 0^\circ} \\ &= \mathbf{4.6 \angle 0^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

- Arus yang melalui pearuh,

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{V}{Z_L} \\ &= \frac{230 \angle 0^\circ}{31.4 \angle 90^\circ} \\ &= \mathbf{7.32 \angle -90^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

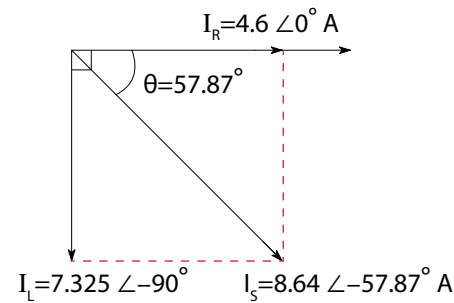
- Jumlah arus litar

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{V}{Z} \\ &= \frac{230 \angle 0^\circ}{26.59 \angle 57.87^\circ} \\ &= 4.6 - j7.325 \\ &= \mathbf{8.64 \angle -57.87^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

Atau mengikut Hukum Arus Kirchhoff (HAK)

$$\begin{aligned} I_s &= I_R + I_L \\ &= 4.6 \angle 0^\circ \text{ A} + 7.325 \angle -90^\circ \text{ A} \\ &= \mathbf{8.64 \angle -57.87^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

(v) Gambar rajah vektor arus



(vi) Sudut fasa pada sumber bekalan

sudut fasa = $\theta_v - \theta_i$
 = **57.87°**

atau boleh diperolehi daripada gambar rajah vektor arus iaitu daripada polar litar, I_s

(vii) Kuasa nyata pada perintang,

$$P_R = |I_R| |V_R| \text{ atau } P_R = I_s V_s \cos \theta$$

$$= 4.6 \text{ A} \times 230 \text{ V}$$

$$= \mathbf{1058 \text{ W}}$$

(viii) Kuasa regangan pada pemuat,

$$Q_L = |I_L| |V_L| \text{ atau } Q_L = I_s V_s \sin \theta$$

$$= 7.325 \text{ A} \times 230 \text{ V}$$

$$= \mathbf{1684.75 \text{ VAR}}$$

(ix) Kuasa ketara pada sumber bekalan,

$$S_s = |I_s| |V_s|$$

$$= 8.64 \text{ A} \times 230 \text{ V}$$

$$= \mathbf{1987.2 \text{ VA}}$$

(iii) Jumlah arus litar,

$$I_s = I_R + I_C$$

$$= (1 + j0) + (0 + j6.281)$$

$$= 1 + j6.281$$

$$= \mathbf{6.36 \angle 80.95^\circ \text{ A}}$$

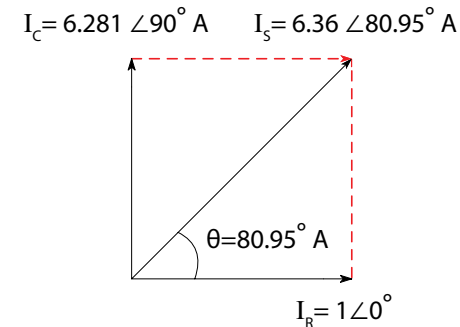
(iv) Jumlah galangan litar,

$$Z_s = \frac{V}{I_s}$$

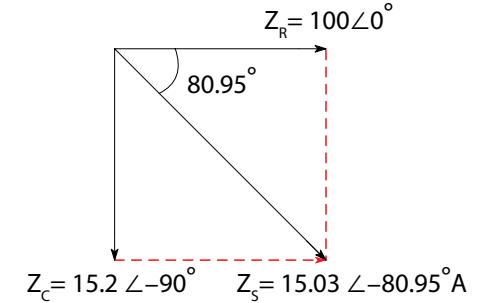
$$= \frac{100 \angle 0^\circ}{6.36 \angle 80.95^\circ}$$

$$= \mathbf{15.72 \angle -80.95^\circ \Omega}$$

(v) Gambar rajah vektor arus



(vi) Gambar rajah vektor galangan



(vii) Kuasa nyata

$$P_R = |I_R| |V_R| \text{ atau } P_R = I_s V_s \cos \theta$$

$$= 1 \text{ A} \times 100 \text{ V}$$

$$= \mathbf{100 \text{ W}}$$

(viii) Kuasa regangan

$$Q_C = |I_C| |V_C| \text{ atau } Q_C = I_s V_s \sin \theta$$

$$= 6.281 \text{ A} \times 100 \text{ V}$$

$$= \mathbf{628.1 \text{ VAR}}$$

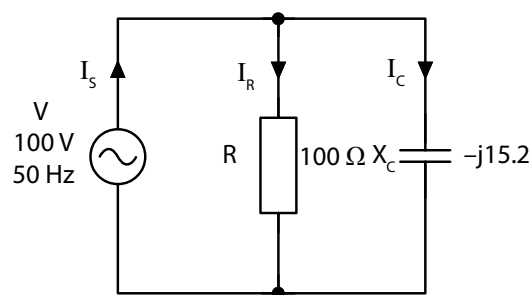
(ix) Kuasa ketara

$$S_s = |I_s| |V_s|$$

$$= 6.36 \text{ A} \times 100 \text{ V}$$

$$= \mathbf{636 \text{ VA}}$$

Contoh 2



Hitungkan;

- Arus yang melalui perintang, I_R
- Arus yang melalui pemuat, I_C
- Jumlah arus litar, I_s
- Galangan, Z_s
- Gambar rajah vektor arus
- Gambar rajah vektor galangan
- Kuasa nyata, P_R
- Kuasa regangan, Q_C
- Kuasa ketara, S_s

Penyelesaian:

Litar selari merujuk kepada

$$V_s = V_R = V_L$$

Simpang 1:

$$Z_R = R = 100 + j0$$

$$= \mathbf{100 \angle 0^\circ \Omega}$$

Simpang 2:

$$Z_C = -jX_C = -j15.2$$

$$= \mathbf{15.2 \angle -90^\circ \Omega}$$

(i) Arus yang melalui perintang

$$I_R = \frac{V}{Z_R}$$

$$= \frac{100 \angle 0^\circ}{100 \angle 0^\circ}$$

$$= 1 + j0$$

$$= \mathbf{1 \angle 0^\circ \text{ A}}$$

(ii) Arus yang melalui pemuat

$$I_C = \frac{V}{Z_C}$$

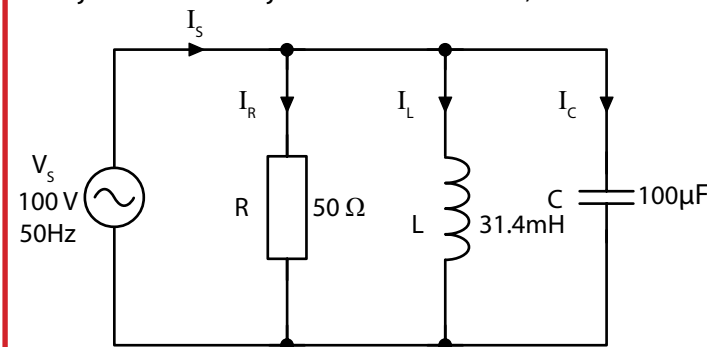
$$= \frac{100 \angle 0^\circ}{15.2 \angle -90^\circ}$$

$$= 0 + j6.579$$

$$= \mathbf{6.579 \angle 90^\circ \text{ A}}$$

Contoh 3

Rajah 2.77 menunjukkan litar selari RLC,



Rajah 2.77

Hitungkan;

- Regangan kearuhan, X_L
- Regangan kemuatan, X_C
- Arus yang melalui perintang, I_R
- Arus yang melalui pemuat, I_C
- Arus yang melalui pemuat, I_C
- Jumlah arus litar, I_s
- Galangan, Z_s
- Rajah vektor arus

Penyelesaian:

Merujuk kepada nilai voltan dalam litar selari;

$$V_s = V_R = V_L = V_C$$

$$(i) X_L = j2\pi fL$$

$$= j2\pi(50\text{Hz})(31.4 \times 10^{-3}\text{H})$$

$$= \mathbf{j9.86 \Omega}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii)} \quad X_C &= -j \frac{1}{2\pi fC} \\ &= -j \frac{1}{2\pi(50\text{Hz})(100 \times 10^{-6}\text{F})} \\ &= \mathbf{-j31.83 \Omega} \end{aligned}$$

(iii) Arus yang melalui perintang,

Simpang 1:

$$\begin{aligned} Z_R &= 10 + j0 \\ &= \mathbf{10 \angle 0^\circ \Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_R &= \frac{V}{Z_R} \\ &= \frac{100 \angle 0^\circ}{10 \angle 0^\circ} \\ &= 10 + j0 \\ &= \mathbf{10 \angle 0^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

(iv) Arus yang melalui pearuh,

Simpang 2:

$$\begin{aligned} Z_L &= R + jX_L \\ &= 0 + j9.86 \\ &= \mathbf{9.86 \angle +90^\circ \Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{V}{Z_L} \\ &= \frac{100 \angle 0^\circ}{9.86 \angle +90^\circ} \\ &= 0 - j10.142 \\ &= \mathbf{10.142 \angle -90^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

(v) Arus yang melalui pearuh,

Simpang 3:

$$\begin{aligned} Z_C &= R - jX_C \\ &= 0 - j31.83 \\ &= \mathbf{31.83 \angle -90^\circ \Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_C &= \frac{V}{Z_C} \\ &= \frac{100 \angle 0^\circ}{31.83 \angle -90^\circ} \\ &= 0 + j3.142 \\ &= \mathbf{3.142 \angle +90^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

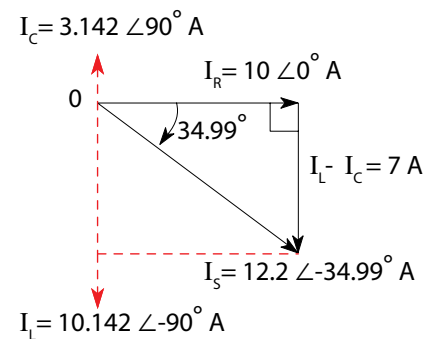
(vi) Jumlah arus litar,

$$\begin{aligned} I_S &= I_R + I_L + I_C \\ &= (10 + j0) + (0 - j10.142) + (0 + j3.142) \\ &= 10 - j7 \\ &= \mathbf{12.2 \angle -34.99^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

(vii) Galangan litar

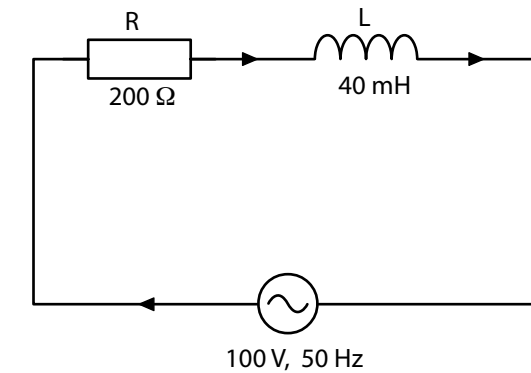
$$\begin{aligned} Z_S &= \frac{V}{I_S} \\ &= \frac{100 \angle 0^\circ}{12.2 \angle -34.99^\circ} \\ &= 6.715 + j4.7 \\ &= \mathbf{8.19 \angle 34.99^\circ \Omega} \end{aligned}$$

(viii) Gambar rajah vektor arus



Latihan

1. Merujuk kepada Rajah 2.78,

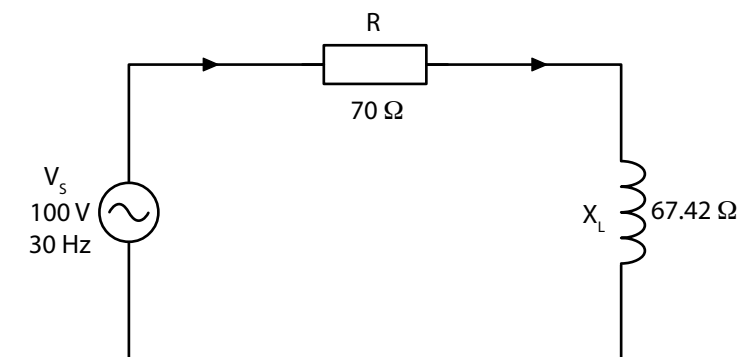


Rajah 2.78

Hitung:

- | | |
|------------------------------------|---|
| (i) Galangan, Z | (i) Faktor kuasa, kos θ |
| (ii) Arus litar, I | (ii) Kuasa nyata pada perintang, P_R |
| (iii) Voltan pada rintangan, V_R | (iii) Kuasa regangan pada pearuh, Q_L |
| (iv) Voltan pada pearuh, V_L | (iv) Kuasa ketara pada sumber, S_S |

2. Rajah 2.79 menunjukkan litar RL siri.

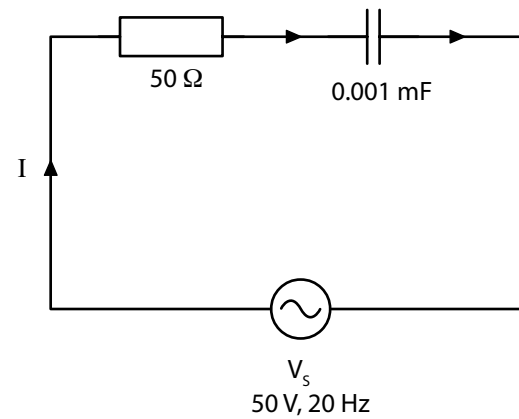


Rajah 2.79

Hitung:

- Galangan, Z
- Arus litar, I
- Rajah vektor sumber bekalan

3. Rajah 2.80 menunjukkan litar siri RC,

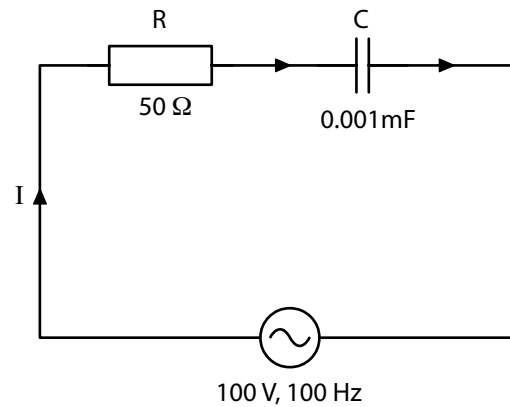


Rajah 2.80

Hitung:

- (i) Regangan kemuatan, X_C
- (ii) Galangan, Z
- (iii) Lakarkan rajah vektor galangan
- (iv) Arus litar, I
- (v) Rajah vektor bagi sumber bekalan

4. Merujuk kepada Rajah 2.81,

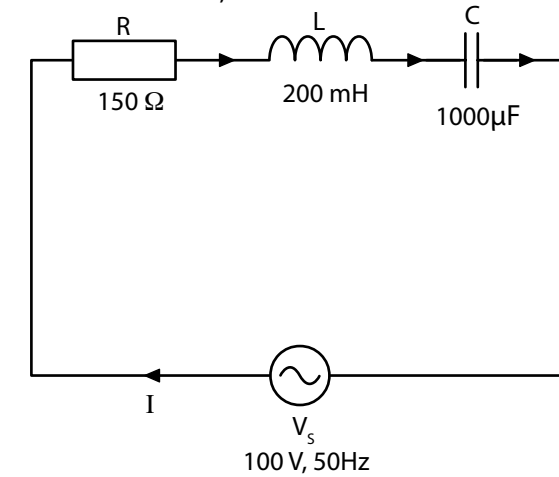


Rajah 2.81

Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Voltan pada perintang, V_R
- (iv) Voltan pada pemuat, V_C
- (v) Faktor kuasa, $\cos \theta$

5. Rajah 2.82 menunjukkan litar siri RLC,

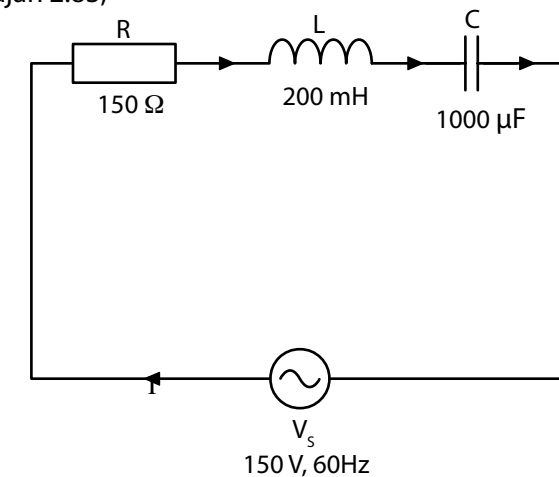


Rajah 2.82

Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Voltan pada perintang, V_R
- (iv) Voltan regangan kearuhan, V_L
- (v) Voltan regangan kemuatan, V_C
- (vi) Faktor kuasa, $\cos \theta$
- (vii) Kuasa nyata pada perintang, P_R
- (viii) Kuasa regangan pada pearuh, Q_L dan pemuat Q_C
- (ix) Kuasa ketara pada sumber bekalan, P_S
- (x) Lukiskan dan labelkan rajah vektor segi tiga voltan bagi litar tersebut.

6. Merujuk kepada Rajah 2.83,

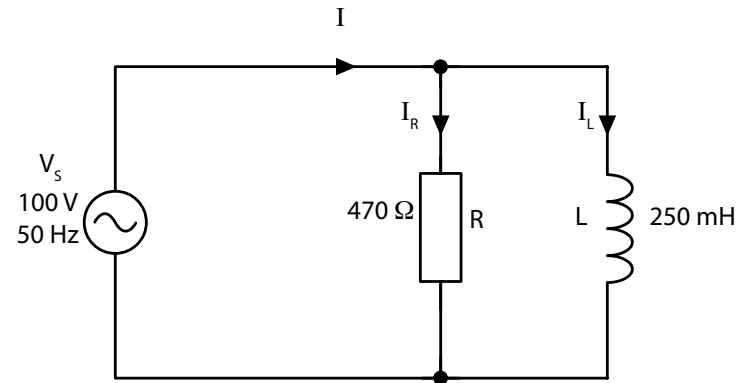


Rajah 2.83

Hitung:

- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Voltan Aktif, V_R
- (iv) Voltan regangan kearuhan, V_L
- (v) Voltan regangan kemuatan, V_C
- (vi) Faktor kuasa, $\cos \theta$
- (vii) Kuasa nyata, P_R
- (viii) Kuasa regangan, P_C
- (ix) Kuasa ketara, P_S
- (x) Lukiskan dan labelkan rajah vektor segi tiga voltan bagi litar tersebut.

7. Rajah 2.84 menunjukkan litar selari RL,

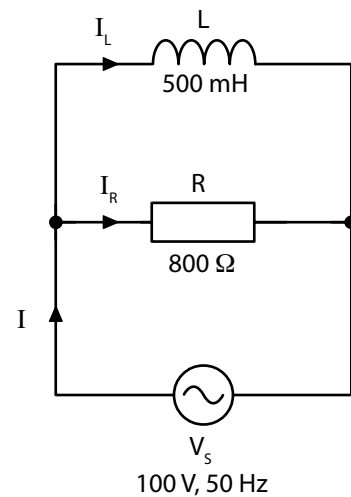


Rajah 2.84

Hitung:

- | | |
|---|--|
| (i) Galangan, Z | (v) Sudut fasa, pada perintang θ |
| (ii) Arus yang melalui perintang, I_R | (vi) Kuasa nyata, P_R |
| (iii) Arus yang melalui pearuh, I_L | (vii) Kuasa regangan pada pearuh, Q_L |
| (iv) Jumlah arus litar, I_s | (viii) Kuasa ketara pada sumber bekalan, S_s |

8. Merujuk kepada Rajah 2.85,

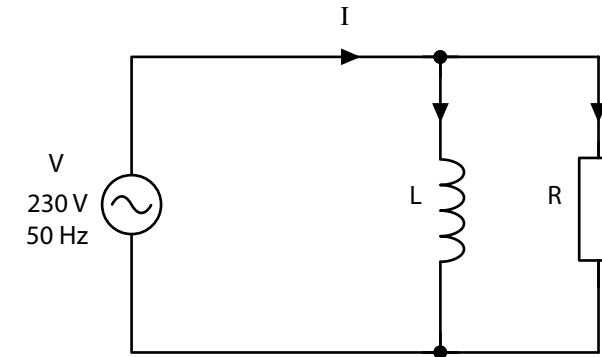


Rajah 2.85

Hitung:

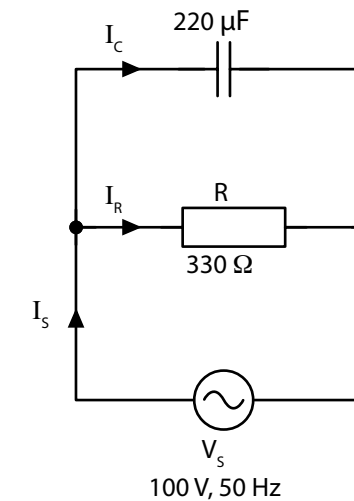
- (i) Galangan, Z
- (ii) Arus litar, I
- (iii) Lakarkan rajah vektor arus

9. Daripada satu pengukuran yang dijalankan, didapati bahawa arus, I dibekalkan sebanyak 6 A oleh sumber voltan V kepada litar selari RL seperti dalam Rajah 2.86. Lesapan kuasa litar adalah sebanyak 880 W. Hitung nilai R dan L .



Rajah 2.86

10. Rajah 2.87 menunjukkan litar selari RC, perintang, R bernilai 330Ω dan pemuat, C bernilai $220 \mu\text{F}$.



Rajah 2.87

Hitung:

- (i) Arus yang melalui perintang, I_R
- (ii) Arus yang melalui pemuat, I_C
- (iii) Jumlah arus litar, I_s
- (iv) Galangan, Z
- (v) Sudut fasa, θ
- (vi) Kuasa nyata pada perintang, P_R
- (vii) Kuasa regangan pada pemuat, P_C
- (viii) Kuasa ketara pada sumber bekalan, P_s



2.5 Projek Mini Penuaian Tenaga Boleh Baharu



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 2.5.1 Menghasilkan litar penuaian tenaga dari sumber tenaga boleh baharu.
- 2.5.2 Menyambung dua beban yang berbeza (LED dan mentol) dalam litar penuaian tenaga.
- 2.5.3 Mengukur nilai voltan keluaran sumber tenaga boleh baharu dan voltan susut pada beban dengan menggunakan meter pelbagai.
- 2.5.4 Membuat kesimpulan hasil dapatan pengujian dua beban yang berbeza dari segi kecekapan tenaga dan voltan susut.
- 2.5.5 Menyediakan laporan projek yang dijalankan.

Dalam mempraktikkan teori reka bentuk kejuruteraan, pelaksanaan projek mini dilihat amat sesuai dan aktiviti yang terbaik bagi menguji dan mengukuhkan kefahaman murid terhadap apa yang telah dipelajari secara teori dan dapat diaplikasikan secara praktikal. Projek mini penuaian tenaga boleh baharu dilaksanakan berdasarkan mana-mana sumber tenaga boleh baharu yang difikirkan dapat menjana kefahaman dalam kalangan murid.



Pernyataan Masalah

Kebelakangan ini statistik menunjukkan peningkatan kadar kemalangan jalan raya terutamanya di kawasan yang tidak dilengkapi dengan lampu jalan ataupun di jalan yang berselekoh tajam. Oleh yang demikian, Jabatan Kerja Raya bercadang untuk menaik taraf papan tanda amaran yang diletakkan di kawasan-kawasan ini dengan memasang lampu amaran agar pengguna jalan raya akan memandu dengan lebih berhati-hati.

Ir. Azizul yang bekerja sebagai Jurutera Elektrik Kanan telah ditugaskan untuk menyiapkan projek ini. Hasil daripada lawatan tapak, didapati kawasan tersebut jauh daripada talian Tenaga Nasional Berhad (TNB), namun mendapat pendedahan cahaya matahari sepanjang hari. Oleh yang demikian, sebagai permulaan cadangan penyelesaian adalah dengan menggunakan lampu LED dan mentol sebagai lampu amaran pada siang hari.

Arahan:

1. Anda diminta untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan.
2. Idea reka bentuk kejuruteraan ini akan diuji kefungsiannya dengan menggunakan simulasi perisian kejuruteraan. Apabila simulasi perisian telah berjaya mendapat keputusan yang dikehendaki, seterusnya pemasangan sistem dilakukan.
3. Sistem tersebut diuji sekali lagi untuk melihat kefungsiannya.
4. Spesifikasi sistem adalah seperti berikut:
 - i. Voltan bekalan: 12 V AT
 - ii. LED: 1.8 V AT
 - iii. Mentol: 12 V AT

PENYELESAIAN MASALAH:

Langkah:

- i. Rancang kerja menggunakan Carta Gantt (10 jam – 4 minggu)

Contoh Carta Gantt

Merancang dan membina Carta Gantt proses kerja secara berkumpulan.

Bil.	Aktiviti	Minggu			
		1	2	3	4
1.	Mengenal pasti ahli kumpulan	Perancangan			
2.	Penyediaan pelan perancangan aktiviti	Perancangan			
3.	Mengenal pasti permasalahan dan kaedah penyelesaian	Perancangan			
4.	Membuat perancangan dan kajian litar	Pelaksanaan	Perancangan		
5.	Membuat lakaran litar skematik		Perancangan		
6.	Menyenaraikan komponen, bahan dan peralatan yang diperlukan		Pelaksanaan		
7.	Menyediakan litar menggunakan simulasi perisian kejuruteraan			Perancangan	Pelaksanaan
8.	Menguji kefungsi litar menggunakan simulasi perisian kejuruteraan			Perancangan	Pelaksanaan
9.	Pemasangan komponen di atas papan reka			Perancangan	Pelaksanaan
10.	Pengujian kefungsi litar			Perancangan	Pelaksanaan
11.	Menjustifikasi voltan keluaran dan kecekapan tenaga				Perancangan
12.	Menyediakan laporan akhir dan membuat persembahan projek				Pelaksanaan

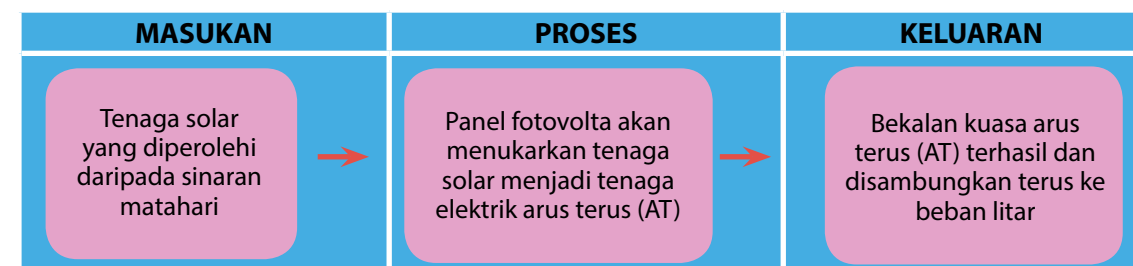
Petunjuk:

Perancangan Pelaksanaan

- ii. Gambar Rajah Blok Sistem

Contoh Gambar Rajah Blok

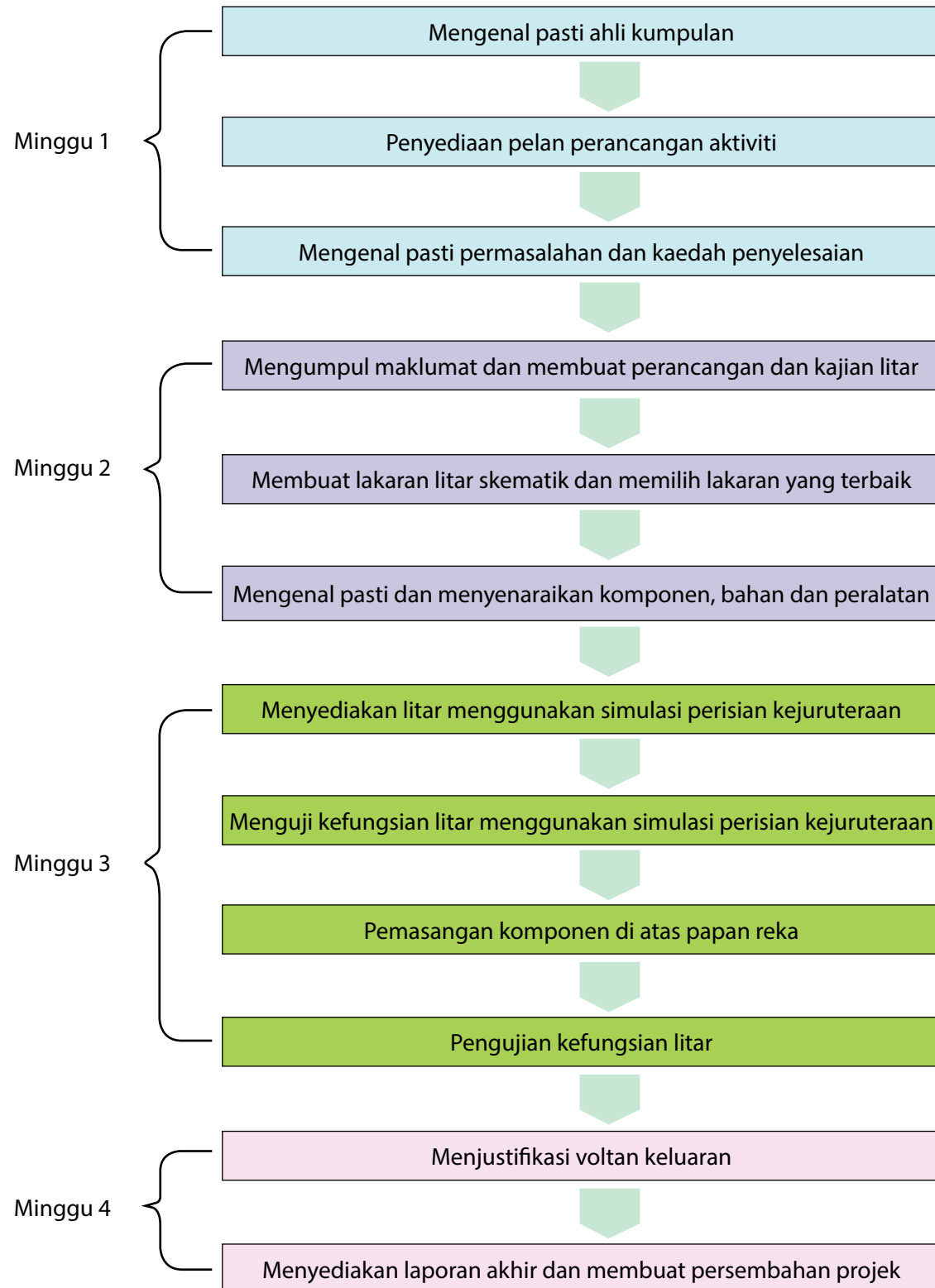
Kajian berkaitan pengoperasian litar perlu dibuat bagi mengenal pasti komponen penting untuk membina litar penuaian tenaga boleh baharu.



Aktiviti

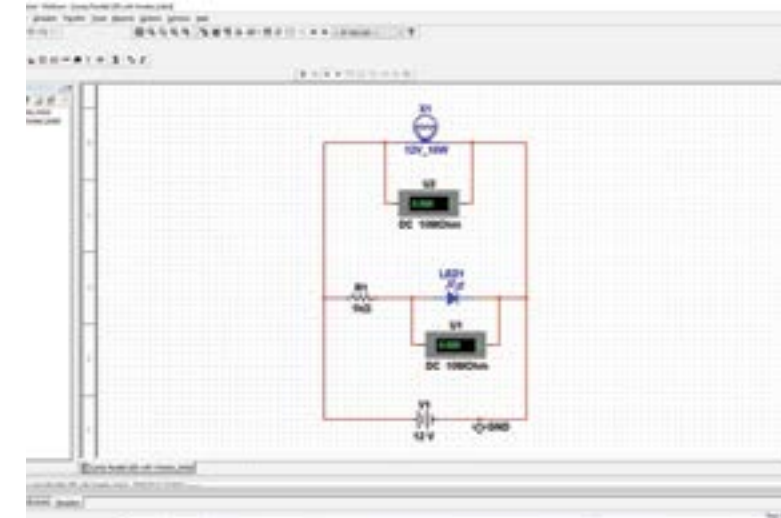
Aktiviti secara berkumpulan (3-4 orang).

iii. Proses Kerja Murid



Rajah 2.88 Proses kerja murid dalam menghasilkan projek mini penuaian tenaga boleh baharu.

iv. Lakaran Litar Skematik pada Perisian



Rajah 2.89 Litar skematik penuaian tenaga boleh baharu yang dicadangkan dalam aktiviti projek.

v. Kenal Pasti Bahan dan Peralatan yang Diperlukan

Jadual 2.26 Senarai bahan dan peralatan yang diperlukan.

Peralatan	Kuantiti
Panel fotovolta 12 V 2 Watt	1 unit
Mentol 12 V	1 unit
LED 1.8 V	1 unit
Perintang 1k Ω	1 unit
Papan reka (<i>Breadboard</i>)	1 unit
<i>Wire stripper</i>	1 unit
Meter pelbagai (<i>Multimeter</i>)	1 unit

vi. Pemasangan pada Papan Reka



Foto 2.4 Contoh pemasangan litar penuaian tenaga boleh baharu di atas papan reka.

Info Tambahan
Murid perlu sentiasa diawasi dan diingatkan supaya sentiasa mematuhi langkah-langkah keselamatan ketika menjalankan aktiviti amali.

Info Tambahan
Murid boleh menggunakan perisian lain seperti *CircuitMod*, *Livewire*, *Multisim* dan sebagainya.

vii. Pengujian (Perisian dan Perkakasan)

Pengujian Perisian

Objektif:

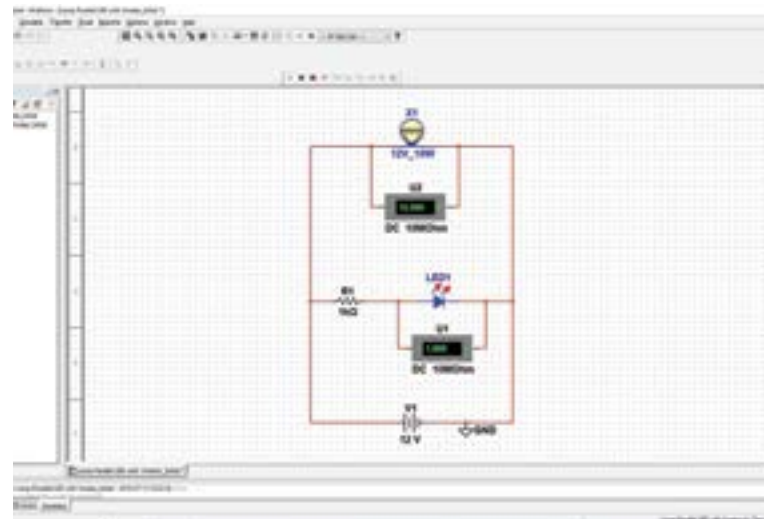
Menganalisis voltan keluaran dan kecekapan tenaga antara mentol dan LED menggunakan simulasi perisian kejuruteraan.

Peralatan dan Bahan:

Bahan/Peralatan	Kuantiti
Komputer	1 set
Perisian kejuruteraan Multisim	-
Bateri 12 V	1 unit
Mentol 12 V	1 unit
LED 1.8 V	1 unit
Perintang 1k Ω	1 unit
Jangka volt (<i>voltmeter</i>)	2 unit

Prosedur:

- Menggunakan perisian Multisim, sambungkan litar seperti di dalam Rajah 2.90 di bawah.
- Klik butang simulasi.
- Dapatkan bacaan voltan di setiap jangka volt (*voltmeter*) dan rekodkan.
- Ulangi langkah (iii) di atas bermula dengan bekalan kuasa 12 V AT, menurun sebanyak 1 V AT.



Rajah 2.90 Pengujian litar penuaian tenaga boleh baharu menggunakan simulasi perisian kejuruteraan.

Pengujian Perkakasan

Objektif:

Menganalisis voltan keluaran dan kecekapan tenaga antara mentol dan LED menggunakan perkakasan.

Peralatan dan Bahan:

Bahan/Peralatan	Kuantiti
Panel fotovolta 12 V 2 Watt	1 unit
Mentol 12 V	1 unit
LED 1.8 V	1 unit
Perintang 1k Ω	1 unit
Papan reka (<i>breadboard</i>)	1 unit
<i>Wire stripper</i>	1 unit
Jangka pelbagai (<i>multimeter</i>)	1 unit

Prosedur:

- Menggunakan papan reka, sambungkan litar seperti di dalam Foto 2.5 di bawah.
- Hadapkan panel fotovolta ke arah pancaran cahaya matahari.
- Dapatkan bacaan voltan di jangka volt (*voltmeter*) dan rekodkan.
- Ulangi langkah (iii) di atas pada pancaran cahaya matahari yang berbeza waktunya.



Foto 2.5 Pengujian litar penuaian tenaga boleh baharu menggunakan perkakasan.

ix. Penambahbaikan

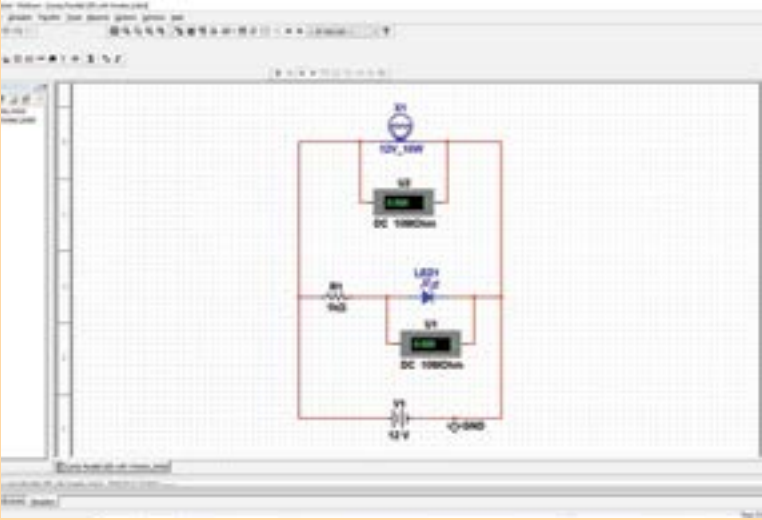
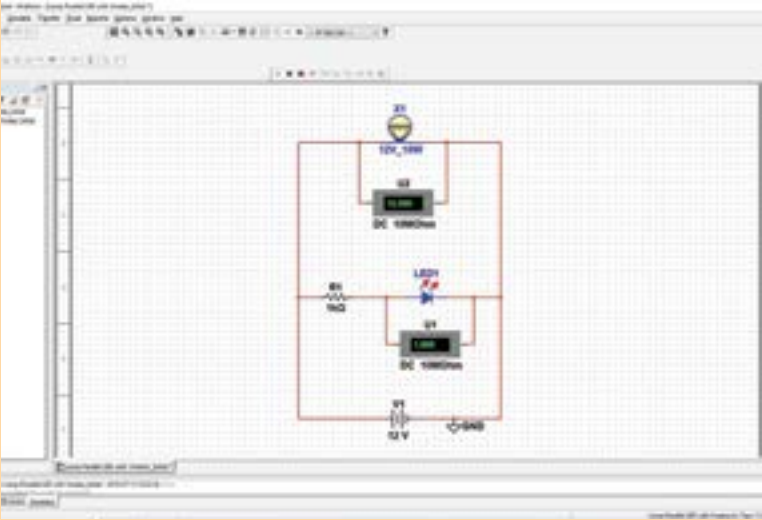
Pada masa akan datang, aktiviti projek mini ini boleh menggunakan lampu tumpu (*spotlight*) untuk menggantikan sinaran cahaya matahari kerana cahaya tersebut boleh dikawal menggunakan peredup (*dimmer*) dan lebih tepat untuk mewujudkan pancaran cahaya yang berbeza seperti pada waktu pagi, tengah hari dan petang.

x. Format lembaran kerja amali

- Manual amali perisian projek mini penuaian tenaga boleh baharu.
- Manual amali perkakasan projek mini penuaian tenaga boleh baharu.

LOGO SEKOLAH:	NAMA SEKOLAH:		
NAMA SUBJEK:	PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK		
KOD SUBJEK:	TINGKATAN: 4	TAHUN:	
MANUAL AMALI PERISIAN PROJEK MINI PENUAIAN TENAGA BOLEH BAHARU			
TARIKH:			
NAMA MURID:			
NAMA GURU:			
KOMEN PENILAI:		MARKAH:	
NO. DOKUMEN:	2020_E_T4_01		
NO. SEMAKAN:	0		
BIL. MUKA SURAT:	18		
OBJEKTIF PROJEK:	1.	Murid menghasilkan litar penuaian tenaga dari sumber tenaga boleh baharu.	
	2.	Murid menyambung dua beban yang berbeza (LED dan mentol) dalam litar penuaian tenaga.	
	3.	Murid mengukur nilai voltan keluaran sumber tenaga boleh baharu dan voltan susut pada beban dengan menggunakan meter pelbagai.	
	4.	Murid membuat kesimpulan hasil dapatan pengujian dua beban yang berbeza dari segi kecekapan tenaga dan voltan susut.	
	5.	Murid menyediakan laporan projek yang dijalankan.	
	6.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran beban menggunakan perisian komputer.	
SENARAI BAHAN:	1.	Bateri 12 V	1 Unit
	2.	Mentol 12 V	1 Unit
	3.	LED 1.8 V	1 Unit
	4.	Perintang 1k Ω	1 Unit
	5.	Jangka Volt (voltmeter)	1 Unit
SENARAI PERALATAN:	1.	Komputer	1 Unit

Melaksanakan Objektif 1 Hingga 4 Menggunakan Simulasi Perisian Kejuruteraan

OBJEKTIF 1: (SIMULASI)	Pada akhir amali perisian, murid akan dapat menghasilkan litar penuaian tenaga dari sumber tenaga boleh baharu.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Murid perlu membina litar penuaian tenaga boleh baharu menggunakan perisian kejuruteraan berdasarkan lakaran litar yang telah direka. Sebelum reka bentuk fizikal litar ini disambung dan dipasang, murid perlu melakukan simulasi menggunakan perisian kejuruteraan dan boleh dilihat seperti di Rajah 2.91(a) dan Rajah 2.91(b) berikut:
	
	<p>Rajah 2.91(a) Litar simulasi menggunakan perisian kejuruteraan dalam keadaan OFF.</p> 
	<p>Rajah 2.91(b) Litar simulasi menggunakan perisian kejuruteraan dalam keadaan ON.</p>

Info Tambahan

Murid boleh menggunakan perisian lain seperti **CircuitMod**, **Livewire**, **Multisim** dan sebagainya.







OBJEKTIF 2: (SIMULASI)	Murid menyambung dua beban yang berbeza (LED dan mentol) dalam litar penuaian tenaga.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Murid perlu membuat simulasi menggunakan perisian kejuruteraan untuk litar seperti di Rajah 2.91 (a) dan Rajah 2.91 (b) di mana dua beban yang berbeza telah disambungkan. Murid perlu membuat penilaian ke atas dua beban tersebut yang mempunyai kapasiti tenaga yang berbeza-beza. Murid perlu memilih jenis mentol dan LED yang sesuai untuk memenuhi objektif aktiviti ini. Murid perlu merekodkan hasil perbandingan setiap jenis mentol dan LED yang tersenarai dalam perisian kejuruteraan tersebut. Murid perlu memberikan justifikasi pemilihan jenis mentol dan LED yang telah diputuskan menggunakan perisian kejuruteraan. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>


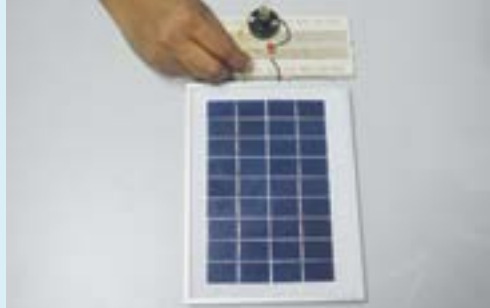


OBJEKTIF 3: (SIMULASI)	Murid mengukur nilai voltan keluaran sumber tenaga boleh baharu dan voltan susut pada beban dengan menggunakan jangka volt (voltmeter).
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Murid perlu mengukur voltan keluaran sumber tenaga boleh baharu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.91(a) dan Rajah 2.91(b). Murid perlu mengangap voltan keluaran yang terjana adalah seperti yang disimulasikan menggunakan bateri 12 V AT. Murid perlu menggunakan jangka volt (voltmeter) U1 dan U2 untuk mengukur voltan susut pada beban LED dan lampu. Murid perlu memeriksa sama ada jangka volt (<i>voltmeter</i>) menunjukkan bacaan yang berbeza untuk setiap beban. Murid perlu merekodkan bacaan pada setiap jangka volt (<i>voltmeter</i>) di setiap beban. Murid perlu memberikan justifikasi sekiranya jangka volt (<i>voltmeter</i>) menunjukkan bacaan yang sama atau berbeza untuk setiap beban. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

OBJEKTIF 4: (SIMULASI)	Murid perlu membuat kesimpulan hasil dapatan pengujian dua beban yang berbeza dari segi kecekapan tenaga dan voltan susut.																																																				
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Murid perlu membuat simulasi di mana penjana tenaga boleh baharu V1 telah disimulasikan dengan kadar voltan keluaran yang berbeza-beza dari maksimum hingga minimum. Murid perlu merekodkan hasil perbandingan simulasi seperti berikut: <table border="1" data-bbox="406 455 1251 996"> <thead> <tr> <th>Voltan Terjana</th> <th>LED1</th> <th>X1</th> <th>Kesan kepada Litar Simulasi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12 V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2V</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1V</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> Murid perlu memberikan justifikasi perbandingan simulasi bagi kedua-dua jenis beban tersebut. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> Murid membuat kesimpulan tentang kesesuaian LED atau mentol serta nilai voltan minimum yang diperlukan. <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> 	Voltan Terjana	LED1	X1	Kesan kepada Litar Simulasi	12 V				11V				10V				9V				8V				7V				6V				5V				4V				3V				2V				1V			
Voltan Terjana	LED1	X1	Kesan kepada Litar Simulasi																																																		
12 V																																																					
11V																																																					
10V																																																					
9V																																																					
8V																																																					
7V																																																					
6V																																																					
5V																																																					
4V																																																					
3V																																																					
2V																																																					
1V																																																					

LOGO SEKOLAH:	NAMA SEKOLAH:		
NAMA SUBJEK:	PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK		
KOD SUBJEK:	TINGKATAN: 4	TAHUN:	
MANUAL AMALI PERKAKASAN PROJEK MINI PENUAIAN TENAGA BOLEH BAHARU			
TARIKH:			
NAMA MURID:			
NAMA GURU:			
KOMEN PENILAI:		MARKAH:	
NO. DOKUMEN:	2020_E_T4_01		
NO. SEMAKAN:	0		
BIL. MUKA SURAT:	18		
OBJEKTIF PROJEK:	1.	Murid menghasilkan litar penuaian tenaga dari sumber tenaga boleh baharu.	
	2.	Murid menyambung dua beban yang berbeza (LED dan mentol) dalam litar penuaian tenaga.	
	3.	Murid mengukur nilai voltan keluaran sumber tenaga boleh baharu dan voltan susut pada beban dengan menggunakan meter pelbagai.	
	4.	Murid membuat kesimpulan hasil dapatan pengujian dua beban yang berbeza dari segi kecekapan tenaga dan voltan susut.	
	5.	Murid menyediakan laporan projek yang dijalankan.	
SENARAI BAHAN:	1.	Panel fotovolt 12 V 10 Watt	1 Unit
	2.	Mentol 12 V	1 Unit
	3.	LED 1.8 V	1 Unit
	4.	Perintang 1k Ω	1 Unit
	5.	Jangka Volt (<i>voltmeter</i>)	1 Unit
SENARAI PERALATAN:	1.	Papan reka (<i>Breadboard</i>)	1 Unit
	2.	<i>Wire stripper</i>	1 unit
	3.	Jangka pelbagai (<i>Multimeter</i>)	1 unit

B: Melaksanakan Objektif 1 Hingga 4 Menggunakan Perkakasan (HARDWARE)

<p>OBJEKTIF 1 HINGGA 4: (SIMULASI)</p>	<p>Pada akhir amali, murid akan dapat menghasilkan litar penuaian tenaga dari sumber tenaga boleh baharu.</p>
<p>LANGKAH KERJA:</p>	<ol style="list-style-type: none"> Murid perlu membina dan memasang litar penuaian tenaga boleh baharu yang telah direka dan disediakan berdasarkan simulasi perisian kejuruteraan. Komponen-komponen seperti di Foto 2.6 disediakan sebelum reka bentuk fizikal litar ini disambung dan dipasang: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Papan reka</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Perintang dan LED</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Mentol dan soket</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Panel fotovolta</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Foto 2.6 Penyediaan komponen untuk reka bentuk fizikal litar.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> LED dipasang pada papan reka. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> Seterusnya, perintang dipasang pada papan reka. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>

	<ol style="list-style-type: none"> Kemudian, mentol berserta soket mentol dipasang pada papan reka. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> Akhir sekali, litar ini dilengkapi dengan memasang panel fotovolta sebagai sumber bekalan kuasa. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> Secara fizikalnya, perkakasan litar yang lengkap untuk projek mini ini adalah seperti berikut: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> Laraskan meter pelbagai pada tetapan voltan arus terus. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
--	---

9. Mulakan dengan mengukur kadaran voltan arus terus yang dijana oleh panel fotovolta. Voltan terjana akan berbeza-beza berdasarkan cahaya matahari yang diterima.



$V = 7.214$



$V = 9.608$



$V = 5.047$



$V = 1.7807$

10. Teruskan aktiviti dengan mengukur kadar voltan pada LED.



11. Kemudian diikuti dengan mengukur kadaran voltan pada mentol.



12. Tambah bilangan LED untuk melihat kesannya ke atas litar. Lakukan pengukuran ketika pencahayaan matahari amat lemah dan lihat sama ada LED atau mentol akan menyala atau tidak.



13. Tambah bilangan LED untuk melihat kesannya ke atas litar. Lakukan pengukuran ketika pencahayaan matahari amat baik dan lihat sama ada LED atau mentol akan menyala atau tidak.



14. Rekodkan semua bacaan yang diperolehi daripada meter pelbagai. Seterusnya berikan kesimpulan hasil dapatan pengujian panel fotovolta dan dua beban yang berbeza dari segi kekuatan cahaya matahari, kecekapan tenaga dan voltan susut.

C: Melaksanakan Objektif 5 – Laporan Projek

OBJEKTIF 5:	Di akhir aktiviti amali perisian dan perkakasan, murid akan dapat menyediakan laporan projek yang dijalankan.
LANGKAH KERJA:	<ul style="list-style-type: none"> i. PENDAHULUAN <ul style="list-style-type: none"> • Ringkasan masalah yang dikaji • Pernyataan masalah ii. KEMAHIRAN MENGORGANISASI <ul style="list-style-type: none"> • Carta Gantt • Gambar Rajah Blok • Carta Alir iii. ANALISIS PROTOTAIP <ul style="list-style-type: none"> • Keberfungsian/Pengujian • Cadangan penambahbaikan iv. KESIMPULAN v. LAMPIRAN <ul style="list-style-type: none"> • Manual Amali Perisian • Manual Amali Perkakasan vi. BIBLIOGRAFI
	1. Laporan boleh disediakan seperti di lampiran.

Info Tambahan

Murid menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan sebagai panduan untuk menyelesaikan masalah supaya proses kerja lebih sistematik.



Peranan Jurutera

Jurutera akan menyediakan laporan setelah melakukan sesuatu tugas atau projek sebagai rujukan pada masa hadapan bagi tujuan kelestarian projek tersebut.

Lampiran

NAMA MURID			
NO. KAD PENGENALAN			
NAMA SEKOLAH			
TINGKATAN		TARIKH	
BIL.	AKTIVITI KERJA	HURAIAN	
1.	PENDAHULUAN • Ringkasan masalah yang dikaji • Pernyataan masalah		
2.	KEMAHIRAN MENGORGANISASI • Carta Gantt • Gambar rajah Blok • Carta Alir		
3.	ANALISIS PROTOTAIP • Keberfungsian/Pengujian • Cadangan penambahbaikan		
4.	KESIMPULAN		
5.	LAMPIRAN • Manual Amali Perisian • Manual Amali Perkakasan		
6.	BIBLIOGRAFI		



Latihan

Pernyataan Masalah:

Syarikat Energy Electro Systems akan melaksanakan projek di bawah tanggungjawab sosial korporat atau *corporate social responsibility* (CSR). Tinjauan telah dibuat ke atas sebuah perkampungan luar bandar yang masih belum mendapat bekalan elektrik daripada Tenaga Nasional Berhad (TNB). Hasil lawatan tapak tersebut mendapati terdapat aliran anak sungai yang wujud secara semula jadi daripada kawasan tadahan di tanah tinggi perkampungan tersebut. Setelah mengambil kira pelbagai faktor, satu reka bentuk cadangan penyelesaian yang diusulkan adalah dengan mewujudkan penjana hidro elektrik berskala sederhana menggunakan turbin hidro. Turbin hidro tersebut akan dipasang di dalam saluran paip air seterusnya akan menjana elektrik untuk kegunaan pencahayaan asas penduduk kampung tersebut.

Arahan:

1. Anda diminta untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan.
2. Idea reka bentuk kejuruteraan ini akan diuji kefungsiannya dengan menggunakan simulasi perisian kejuruteraan. Apabila simulasi perisian telah berjaya mendapat keputusan yang dikehendaki, seterusnya pemasangan sistem dilakukan.
3. Sistem yang telah siap dipasang perlu diuji sekali lagi untuk melihat kefungsiannya.
4. Spesifikasi sistem adalah seperti berikut:
 - i. Voltan terjana: 12 V AT
 - ii. LED: 1.8 V AT
 - iii. Mentol: 6 V AT.

MODUL 3

3.0

SISTEM BEKALAN ARUS TERUS (AT)



Standard Kandungan

- 3.1 Bahan Separuh Pengalir
- 3.2 Diod
- 3.3 Projek Mini Bekalan Kuasa Arus Terus (AT)

3.1 Bahan Separuh Pengalir



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 3.1.1 Mengenal pasti bahan pengalir, separuh pengalir dan penebat berdasarkan rintangan bahan berkenaan.
- 3.1.2 Menerangkan bahan separuh pengalir instrinsik dan ekstrinsik.
- 3.1.3 Membandingkan pengaliran arus dalam bahan separuh pengalir instrinsik (elektron dan lubang) dan ekstrinsik (pembawa arus terbanyak dan tersedikit).
- 3.1.4 Membuat justifikasi kelebihan penggunaan bahan separuh pengalir sebagai peranti elektronik.

Pengenalan

Keperluan terhadap tenaga dalam kehidupan manusia adalah sejajar dengan perkembangan teknologi penciptaan pelbagai peralatan elektrik dan elektronik yang berorientasikan inovasi dan futuristik. Fenomena ini bermatlamat membantu kehidupan manusia supaya lebih selesa, praktikal dan efisien. Sejak kebelakangan ini, penciptaan terhadap pelbagai peralatan elektronik semakin berkembang pesat terutama dalam industri penghasilan gajet media elektronik perhubungan. Selain itu, pelbagai variasi peralatan elektronik dihasilkan bagi memenuhi kehendak pengguna pada masa ini. Sebagai contoh, lampu elektronik LED sudah mula diperkenalkan di negara kita. Di samping meningkatkan teknologi elektronik, penghasilan peralatan seumpama ini dilihat dapat membantu mengurangkan pergantungan terhadap sumber kuasa yang tinggi serta dapat membantu dalam melestarikan sumber tenaga pada masa akan datang.

Di negara kita, sistem bekalan kuasa utama adalah dalam bentuk arus ulang-alik (AU). Keperluan terhadap bekalan kuasa arus terus menjadi peralatan utama yang digunakan bagi membolehkan peranti elektronik digunakan. Ini kerana aplikasi tenaga utama bagi peranti elektronik adalah dalam bentuk arus terus (AT). Bahan binaan komponen utama yang terdapat dalam bekalan kuasa AT ialah bahan separuh pengalir. Bahan separuh pengalir digunakan secara meluas dalam industri pembuatan komponen elektrik dan elektronik. Secara asasnya, bahan separuh pengalir ini mempunyai empat elektron valensi pada petala atom paling luar. Keadaan ini menjadikan sifat bahan separuh pengalir ini istimewa kerana boleh berkongsi dua sifat iaitu pengalir dan penebat.



Bincangkan bagaimana peralatan elektrik dan elektronik yang menggunakan bekalan arus terus (AT) tetapi mengambil punca bekalan kuasa daripada sumber pendawaian soket keluar tiga pin 230 V AU.



Sila Imbas

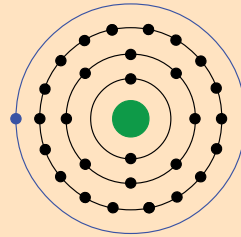
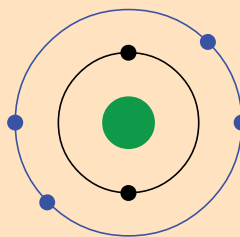
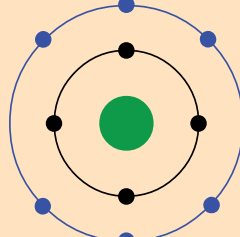
Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/9-teras-industri-4-0/> untuk menonton video 9 teras Industri 4.0.

3.1.1 Bahan Pengalir, Separuh Pengalir dan Penebat

Pengelasan Bahan

Bagi menentukan sesuatu bahan itu mempunyai sifat pengalir, separuh pengalir dan penebat, jumlah elektron valensi yang berada pada orbit paling luar pada sesuatu atom bahan itu menjadi rujukan penting. Berdasarkan elektron valensi inilah pengelasan terhadap bahan dapat ditentukan melalui kebolehan mengalirkan arus elektrik. Elektron valensi mempunyai aras tenaga yang tinggi. Pengelasan bahan boleh dibahagikan kepada tiga jenis iaitu pengalir, separuh pengalir dan penebat. Jadual 3.1 menunjukkan pengelasan bahan pengalir, separuh pengalir dan penebat.

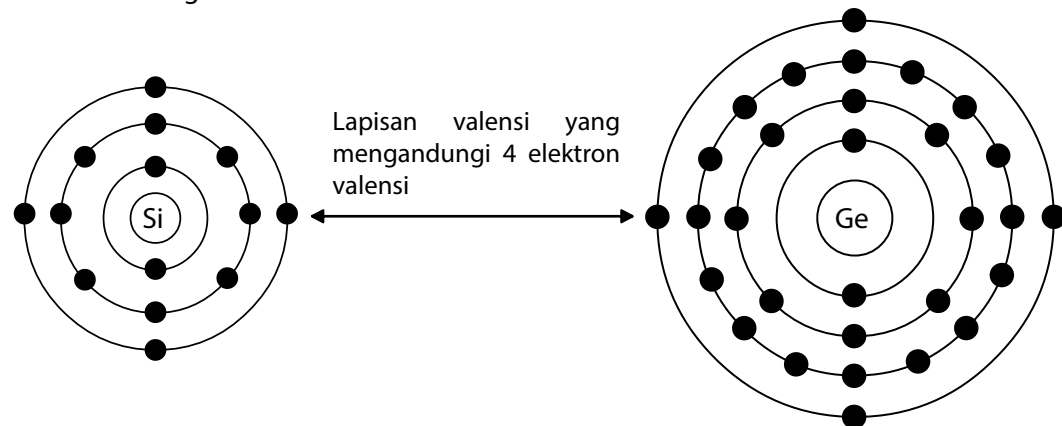
Jadual 3.1 Pengelasan bahan pengalir, separuh pengalir dan penebat.

Aspek	Pengalir	Separuh pengalir	Penebat
1. Struktur Atom dan bilangan elektron valensi	 Boleh mengandungi antara satu hingga tiga elektron valensi.	 Mempunyai hanya empat elektron valensi.	 Boleh mengandungi antara lima hingga lapan elektron valensi.
2. Konduktiviti	Tinggi	Sederhana	Rendah
3. Kesan rintangan	Rendah	Sederhana	Tinggi
4. Sifat atom	Atomnya cenderung untuk melepaskan elektron valensinya dan menjadi elektron-elektron yang bebas bergerak dari satu atom ke atom yang lain.	Tidak mudah untuk membuang/ menerima elektron valensi daripada atom yang lain.	Atomnya cenderung untuk menerima elektron valensi daripada atom yang lain bagi memenuhi lapisan valensi dan menjadi atom yang stabil.
5. Contoh bahan	Emas, perak, kuprum, aluminium dan besi.	Silikon dan germanium.	Kaca, mika, seramik, sulfur dan getah.

3.1.2 Bahan Separuh Pengalir Instrinsik dan Ekstrinsik

Bahan Separuh Pengalir Instrinsik

Bahan separuh pengalir utama yang digunakan dalam pembuatan komponen elektronik ialah silikon dan germanium. Contoh komponen yang menggunakan bahan separuh pengalir ialah diod, transistor dan litar bersepadu (IC). Separuh pengalir instrinsik ialah separuh pengalir tulen dan tidak mengandungi unsur asing. Rajah 3.1 (a) dan 3.1 (b) menunjukkan struktur atom silikon dan struktur atom germanium.



Rajah 3.1 (a) Struktur atom silikon dengan 14 elektron.

Rajah 3.1 (b) Struktur atom germanium dengan 32 elektron.

Daripada gambar rajah struktur atom dapat dikenal pasti bilangan elektron pada lapisan valensi bagi kedua-dua atom berikut yang mengandungi 4 elektron valensi. Ini menunjukkan di dalam unsur bahan separuh pengalir hanya akan melengkapkan ikatan kovalen antara struktur atom tersebut daripada 4-8 elektron valensi. Keadaan ini dianggap tidak stabil bagi elektron valensi untuk mengalirkan tenaga elektrik.

Tahukah Anda

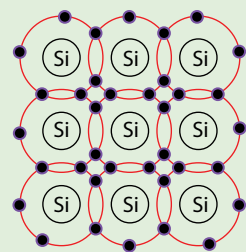
Dalam penghasilan komponen separuh pengalir, bahan binaan yang menjadi pilihan utama pengeluar adalah silikon berbanding germanium. Ini kerana silikon mampu tahan haba yang lebih. Keadaan ini akan dapat mengelakkan komponen dari mudah rosak dan terbakar.

1. Tahan haba
2. Bahan mudah diperolehi

Info Tambahan

Ikatan Kovalen

Rajah sebelah menunjukkan ikatan kovalen bagi struktur atom silikon di mana setiap atom berkongsi empat elektron.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/ikatan-kovalen-separuh-pengalir/> untuk menonton video ikatan kovalen separuh pengalir.



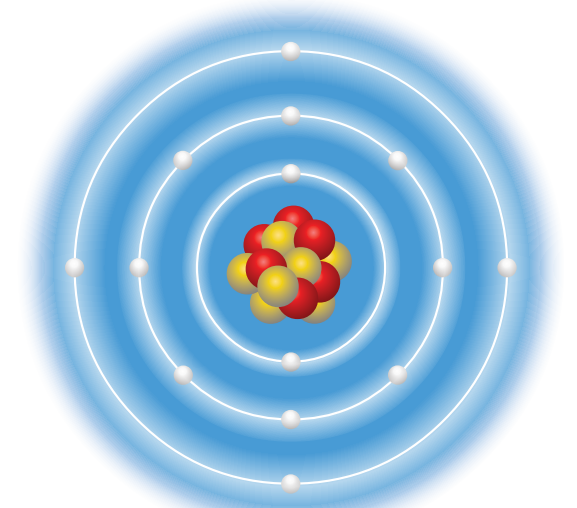
Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/bahan-separuh-pengalir-instrinsik/> untuk menonton video bahan separuh pengalir Instrinsik.

Jadual 3.2 dan Rajah 3.2 menunjukkan atom silikon dan strukturnya.

Jadual 3.2 Struktur atom.

Silikon Metalloid	
Simbol	Si
Nombor Atom	14
Berat (amu)	28.08
Radius (pm)	111
Proton/Elektron	14
Neutron	14
Tahap tenaga	3



Konfigurasi elektron: (Ne) 3s² 3p²

Rajah 3.2 Atom silikon.

Bahan Separuh Pengalir Ekstrinsik

Separuh pengalir ekstrinsik ialah separuh pengalir yang terbina daripada resapan atau penanaman atom bendasing ke dalam separuh pengalir instrinsik yang dikenali sebagai pengedapan. Proses pengedapan pada bahan separuh pengalir instrinsik ini akan menghasilkan bahan separuh pengalir ekstrinsik bahan jenis N dan bahan jenis P.

Jadual 3.3 menunjukkan contoh unsur trivalen dan unsur pentavalen yang digunakan untuk proses pengedapan bagi menghasilkan separuh pengalir ekstrinsik bahan jenis P dan bahan jenis N.

Jadual 3.3 Elemen trivalen dan pentavalen.

	Unsur	Simbol	Nombor Atom	Bilangan Elektron Valensi
Unsur Trivalen Menghasilkan bahan jenis P dan bendasing trivalen ini disebut 'penerima'	Boron	B	5	3
	Aluminium	Al	13	3
	Galium	Ga	31	3
	Indium	In	49	3
Unsur Pentavalen Menghasilkan bahan jenis N dan bendasing pentavalen ini disebut 'penderma'	Fosforus	P	15	5
	Arsenik	As	33	5
	Antimoni	Sb	51	5

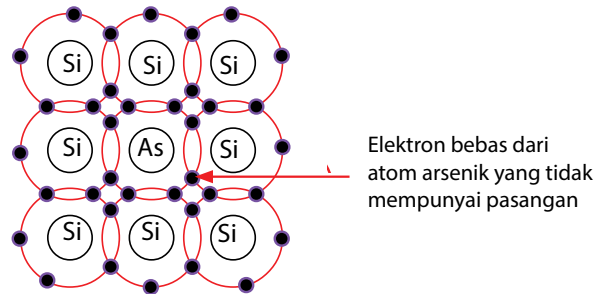


Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/separuh-pengalir-ekstrinsik-2/> untuk menonton video separuh pengalir ekstrinsik.

Penghasilan Bahan Jenis N:

Bahan separuh pengalir intrinsik, contohnya silikon didopkan dengan salah satu unsur pentavalen seperti dalam Rajah 3.3 akan menghasilkan bahan yang dikenali sebagai bahan jenis N.



Elektron bebas dari atom arsenik yang tidak mempunyai pasangan

Bahan jenis N:

- Pembawa arus terbanyak ialah elektron.
- Pembawa arus tersedikit ialah lubang.

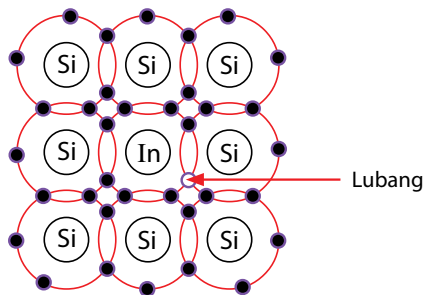
Rajah 3.3 Silikon didopkan dengan arsenik.

Empat daripada 5 elektron valensi atom bendasing akan membentuk ikatan kovalen dengan atom-atom silikon tetapi terdapat satu elektron yang tidak mempunyai pasangan.

Elektron ini akan terlepas dari orbitnya dan menjadi elektron bebas. Sekiranya lebih banyak bendasing pentavalen diserap maka lebih banyak lagi elektron bebas terhasil. Ini menjadikan pembawa arus terbanyak ialah elektron bebas. Lubang yang terhasil ketika penjanaan pasangan elektron-lubang menjadikan pembawa arus tersedikit ialah lubang. Oleh yang demikian, bahan ini dinamakan bahan jenis N.

Penghasilan Bahan Jenis P

Bahan jenis P dibentuk dengan mengedopkan salah satu unsur trivalen seperti dalam Rajah 3.4 ke dalam bahan separuh pengalir intrinsik.



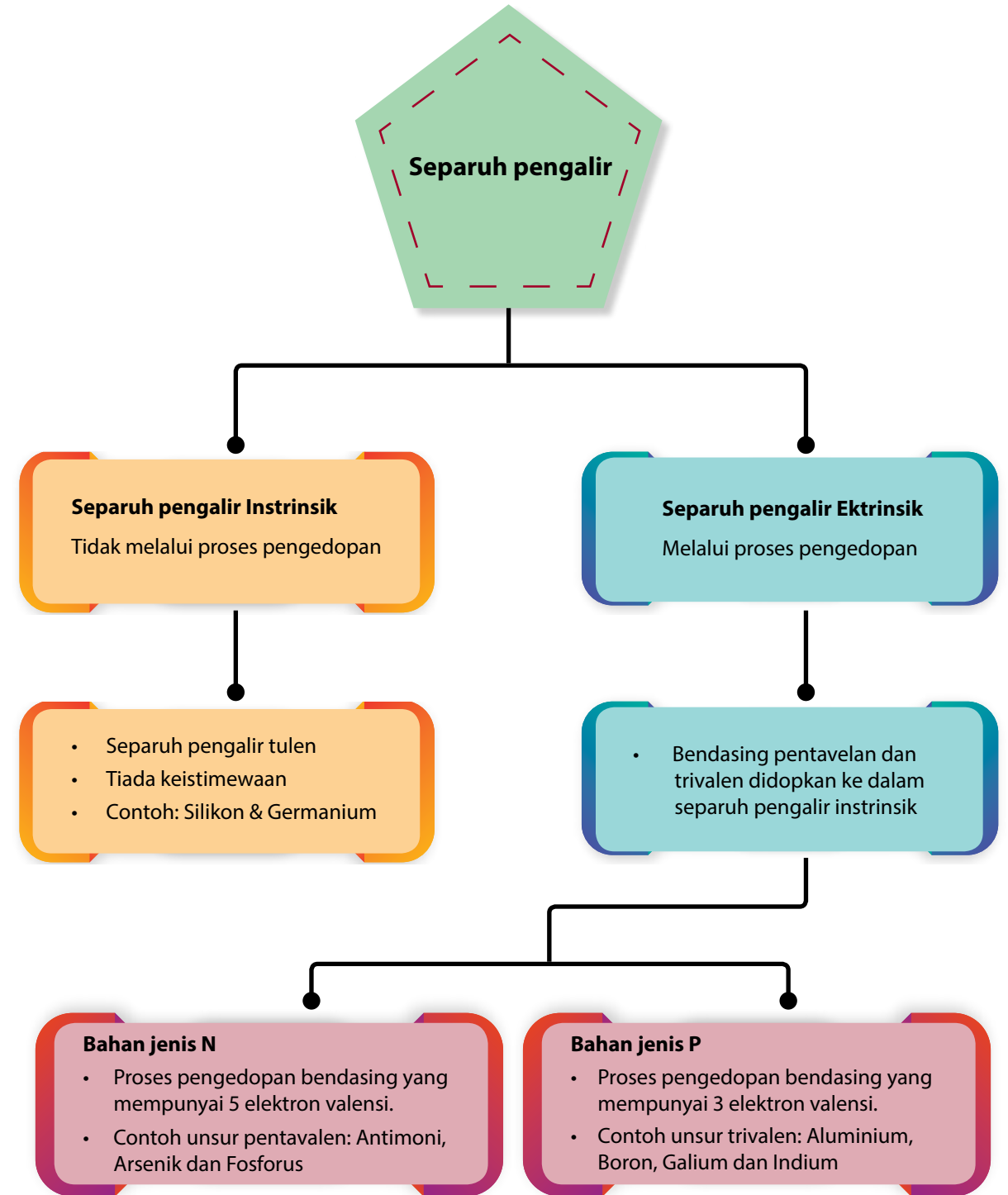
Lubang

Bahan jenis P:

- Pembawa arus terbanyak ialah lubang.
- Pembawa arus tersedikit ialah elektron.

Rajah 3.4 Silikon diserapkan dengan indium.

Merujuk pada Rajah 3.4, daripada ikatan kovalen di antara silikon dan indium terdapat kekurangan pada bilangan elektron valensi yang berpunca daripada elemen indium. Kekurangan ini menyebabkan terbentuknya lubang bebas. Sekiranya lebih banyak bendasing trivalen diserap maka lebih banyak lagi lubang terhasil. Ini menjadikan pembawa arus terbanyak ialah lubang. Lubang yang terhasil akan sentiasa bersedia menerima elektron bebas untuk diisi dan ini menjadikan kedudukan pembawa arus tersedikit ialah elektron. Oleh yang demikian, bahan ini dinamakan bahan jenis P.

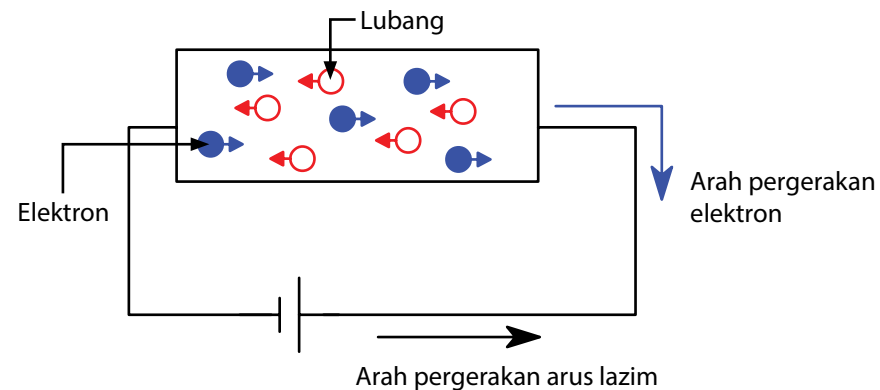


Rajah 3.5 Bahan separuh pengalir.

Pengaliran Arus dalam Bahan Separuh Pengalir Instrinsik

Apabila punca voltan disambungkan ke bahan separuh pengalir instrinsik, elektron bebas akan bergerak ke arah kutub positif punca voltan dan lubang akan ke arah kutub negatif punca voltan. Elektron bebas yang terlepas daripada ikatan kovalen bergerak melalui separuh pengalir dengan 'melompat' dari satu lubang ke lubang yang lain dan seterusnya bergerak menuju ke arah kutub positif. Pada masa yang sama, keadaan ini menjadikan kelihatan seolah-olah lubang juga telah bergerak ke bahagian kutub negatif.

Arus yang mengalir dalam bahan separuh pengalir instrinsik adalah sangat kecil dan boleh dianggap sebagai aliran elektron bebas dan lubang yang berlaku dalam arah yang bertentangan seperti ditunjukkan di dalam Rajah 3.6. Tahap pengaliran arus boleh berlaku bergantung kepada suhu kerana ikatan kovalen akan terurai dengan lebih mudah apabila suhu meningkat. Selain itu, akan menghasilkan lebih banyak elektron bebas dan lubang serta mengurangkan daya tahan bahan separuh pengalir instrinsik tersebut.



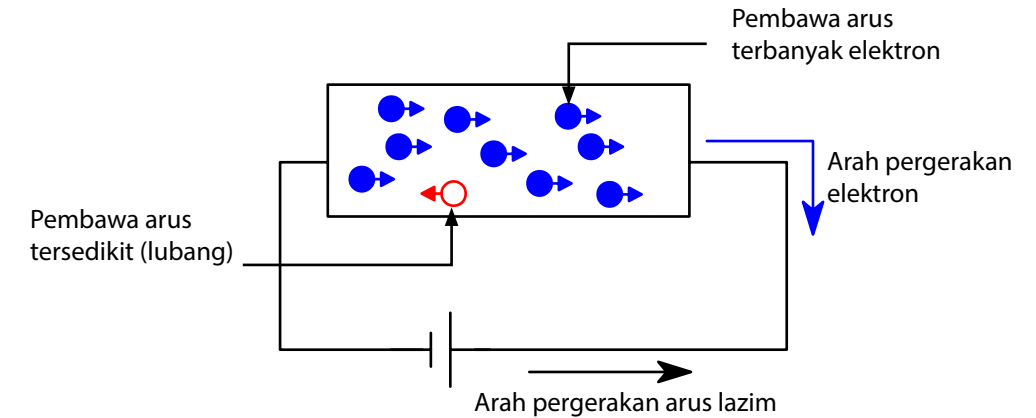
Rajah 3.6 Pengaliran arus bahan separuh pengalir instrinsik.

Pengaliran Arus dalam Bahan Jenis N

Pengaliran arus dalam bahan jenis N boleh berlaku dalam dua keadaan serentak iaitu:

- Pergerakan elektron bebas dalam jalur pengaliran yang merupakan pembawa arus terbanyak.
- Pergerakan lubang dalam jalur valensi yang merupakan pembawa arus tersedikit.

Rajah 3.7 di bawah menunjukkan separuh pengalir ekstrinsik jenis N disambung ke punca voltan. Elektron iaitu pembawa terbanyak bergerak ke arah kutub positif punca voltan. Lubang yang merupakan pembawa tersedikit yang ditinggalkan oleh elektron dalam jalur valensi seolah-olah bergerak dari kutub positif ke kutub negatif punca voltan. Apabila suhu bahan separuh pengalir dinaikkan, lebih banyak lubang akan terbentuk oleh tenaga termal. Oleh itu, arus tersedikit akan bertambah.



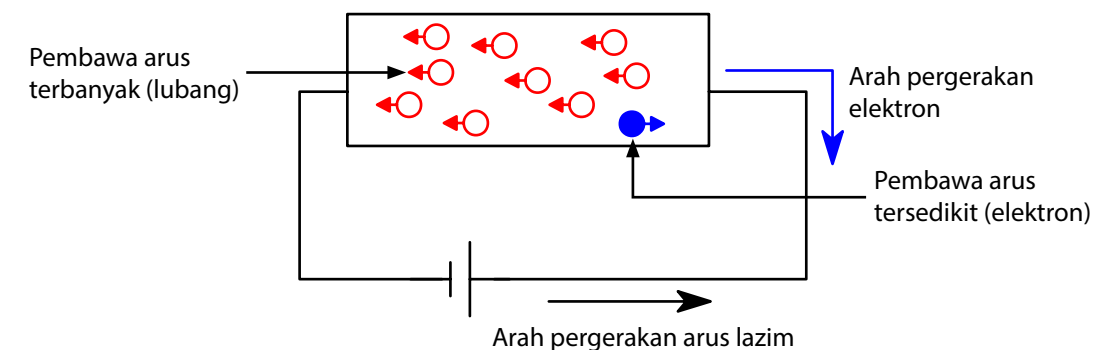
Rajah 3.7 Pengaliran arus dalam bahan separuh pengalir ekstrinsik jenis N.

Pengaliran Arus dalam Bahan Jenis P

Pengaliran arus dalam bahan jenis P juga boleh berlaku dalam dua keadaan serentak iaitu:

- Pergerakan lubang dalam jalur valensi yang merupakan pembawa arus terbanyak.
- Pergerakan elektron bebas dalam jalur pengaliran yang merupakan pembawa arus tersedikit.

Pengaliran arus dalam bahan jenis P yang disebabkan oleh lubang ditunjukkan dalam Rajah 3.8. Lubang akan tertolak oleh kutub positif punca voltan dan bergerak ke arah kutub negatif punca voltan. Elektron bebas akan bergerak ke arah kutub positif punca voltan.



Rajah 3.8 Pengaliran arus dalam bahan separuh pengalir ekstrinsik jenis P.

Arus dalam bahan jenis N adalah lebih besar berbanding arus dalam bahan jenis P kerana pergerakan elektron dalam jalur pengaliran adalah lebih mudah berbanding dengan pergerakan lubang dalam jalur valensi. Jadual 3.4 menunjukkan perbandingan pergerakan elektron dan lubang dalam bahan jenis P dan jenis N. Oleh sebab lubang ialah pembawa terbanyak dalam bahan jenis P, maka arus yang melibatkan lubang ialah arus terbanyak. Arus yang disebabkan oleh elektron dikenali sebagai arus tersedikit kerana elektron ialah pembawa tersedikit.

Jadual 3.4 Perbandingan pergerakan elektron dan lubang dalam bahan jenis N dan jenis P.

Pergerakan elektron bebas	
Bahan jenis N	Bahan jenis P
<p>Lebih elektron bebas daripada setiap atom bendasing seperti arsenik bergerak secara bebas melalui jalur pengaliran yang menyebabkan pengaliran arus.</p> <p>Arah pergerakan elektron bebas di jalur pengaliran.</p>	<p>Elektron silikon terlepas daripada ikatan kovalen apabila mendapat tenaga dan bergerak di jalur pengaliran serta meninggalkan lubang jalur valensi untuk mengisi lubang yang dihasilkan oleh setiap atom bendasing seperti boron.</p> <p>Arah pergerakan elektron bebas di jalur pengaliran.</p> <p>Elektron bebas yang berada di jalur pengaliran akan mengisi semula lubang setelah elektron bebas silikon melompat keluar.</p>



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/perbandingan-separuh-pengalir-instrinsik-dan-ekstrinsik/> untuk menonton video separuh pengalir instrinsik dan ekstrinsik.

3.1.4 Kelebihan Penggunaan Bahan Separuh Pengalir Sebagai Peranti Elektronik

Penggunaan bahan separuh pengalir dalam penghasilan pelbagai peranti dan komponen elektronik dilihat dapat memberikan beberapa kelebihan. Perbincangan terhadap bahan separuh pengalir sebelum ini juga menyatakan kelebihan sifat bahan separuh pengalir.

1. Suhu

Komponen yang dihasilkan oleh bahan separuh pengalir ini tidak melibatkan sebarang wayar filamen atau tungsten yang biasanya memerlukan kuasa untuk memanaskan bahan bagi tujuan proses pelepasan elektron. Oleh kerana tidak terdapat proses pemanasan ini, maka komponen elektronik daripada bahan separuh pengalir ini akan beroperasi dengan lebih efisien tanpa melibatkan peningkatan suhu terhadap peranti atau komponen elektronik. Keadaan ini dapat mengelakkan daripada masalah kemerosotan jumlah tenaga dalam litar dan komponen elektronik.

2. Voltan operasi rendah

Komponen elektronik separuh pengalir menggunakan voltan operasi yang sangat rendah. Kebolehan operasi dalam voltan rendah ini mengurangkan penggunaan tenaga elektrik dan dapat mengurangkan saiz komponen. Jika komponen elektronik separuh pengalir ini dipadatkan, maka secara tidak langsung saiz litar juga dapat dikurangkan. Ini membantu penghasilan peranti atau komponen elektronik yang lebih kecil.

3. Kos

Kelebihan lain bagi penggunaan komponen separuh pengalir ialah tidak melibatkan sebarang bunyi dan kos penghasilan lebih murah berbanding dengan tiub vakum atau bahan-bahan lain.



Tahukah Anda

Teknologi televisyen pada masa sekarang lebih menjimatkan tenaga elektrik dan lebih ringan kerana penggunaan komponen elektronik separuh pengalir.



Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/asas-konsep-separuh-pengalir/> berkaitan dengan asas konsep separuh pengalir.

Latihan

- Lukiskan struktur atom bagi:
 - Germanium yang mempunyai nombor atom 32.
 - Silikon yang mempunyai nombor atom 14.
- Terangkan maksud ikatan kovalen dan lakar ikatan kovalen bagi germanium.
- Berikan faktor yang membolehkan elektron terbebas dari ikatan kovalen.
- Bagi membolehkan bahan jenis N terhasil, separuh pengalir instrinsik perlu didopkan dengan bendasing. Apakah unsur bendasing itu dan terangkan setiap satu serta berikan contoh rajah yang menerangkan separuh pengalir instrinsik yang didopkan dengan salah satu unsur bendasing.
- Nyatakan pembawa arus terbanyak dan tersedikit bagi bahan jenis N dan P.

Cadangan tugas kumpulan

Arahan:

- Bahagikan murid kepada beberapa kumpulan.
- Pilih tajuk tugas yang sesuai di bawah.
- Persembahkan tugas tersebut dalam bentuk *Power Point*.
- Bentangkan hasil perbincangan tersebut.
- Mengadakan post-mortem hasil dapatan kumpulan.

Tajuk tugas:

- Bincangkan penghasilan bahan jenis N dan pilih satu contoh bendasing yang perlu didopkan dengan bahan separuh pengalir instrinsik. Terangkan dan berikan contoh rajah yang menerangkan proses pengedopan.
- Bincangkan penghasilan bahan jenis P dan pilih satu contoh bendasing yang perlu didopkan dengan bahan separuh pengalir instrinsik. Terangkan dan berikan contoh rajah yang menerangkan proses pengedopan.
- Bincangkan kelebihan penggunaan bahan separuh pengalir dalam pembuatan peralatan elektronik masa kini. Sediakan satu contoh peralatan dan terangkan komponen bahan separuh pengalir yang digunakan. Buat perbandingan kebaikan dan keburukan penggunaan peralatan yang menggunakan komponen separuh pengalir.

3.2 Diod

Standard Pembelajaran

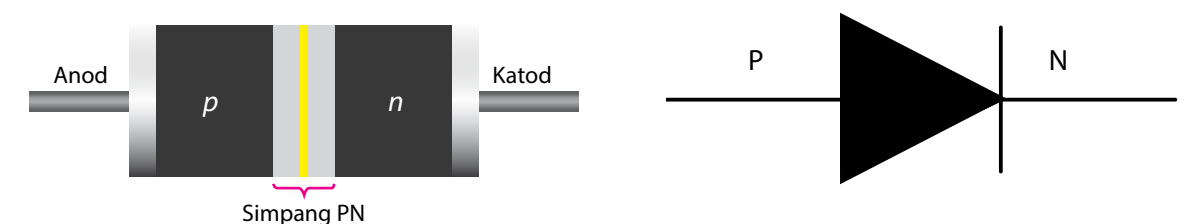
Murid boleh:

- 3.2.1 Menjelaskan kewujudan lapisan susutan dan sawar upaya bagi simpang PN.
- 3.2.2 Menerangkan operasi diod bagi pincang hadapan dan songsang.
- 3.2.3 Menerangkan terminologi asas bagi diod.
 - Voltan lutut
 - Sawar upaya
 - Arus bocor
 - Voltan songsang puncak
 - Voltan pecah tebat
- 3.2.4 Melakar lengkung ciri I-V diod.
- 3.2.5 Melakar simbol-simbol diod.
 - Terowong
 - Varaktor
 - Pemancar Cahaya
 - Foto
 - Laser
 - Zener
 - Kuasa
- 3.2.6 Membezakan nilai voltan lutut diod berdasarkan struktur atom dan aras tenaga bagi germanium dan silikon.
- 3.2.7 Menghitung nilai arus dan voltan dalam litar diod.
- 3.2.8 Menentukan jenis diod mengikut kefungsi litar.
 - Penerus
 - Pengatur

Perbincangan dalam tajuk diod akan menyentuh secara keseluruhan mengenai konsep, terminologi, jenis-jenis diod yang dihasilkan dan menentukan jenis diod berdasarkan kefungsi litar.

Binaan dan Simbol Asas Diod

Diod merupakan satu komponen elektronik yang berfungsi satu arah sahaja. Struktur binaan bagi diod adalah cantuman dua bahan separuh pengalir iaitu jenis P dan jenis N. Diod mempunyai dua terminal iaitu anod dan katod. Rajah 3.9 menunjukkan struktur binaan dan simbol diod.

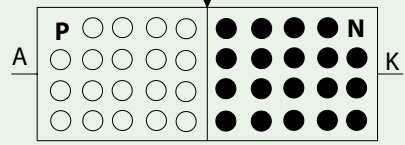
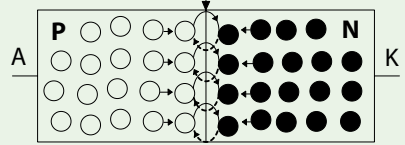
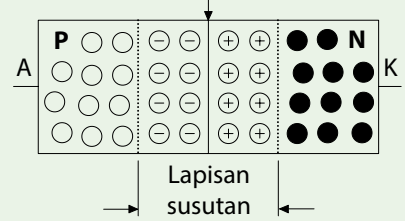
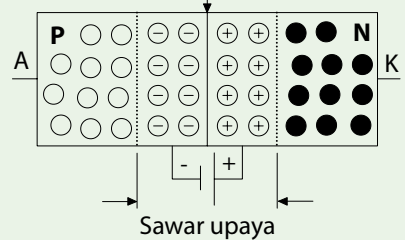


Rajah 3.9 Struktur binaan dan simbol diod.

3.2.1 Simpang P-N

Proses penggabungan bahan P dan bahan N akan menghasilkan kawasan simpang yang dikenali sebagai sawar upaya. Jadual 3.5 menunjukkan penggabungan bahan jenis P dan jenis N yang akan mewujudkan kawasan simpang P-N yang dikenali sebagai sawar upaya.

Jadual 3.5 Proses penggabungan bahan P dan bahan N.

Proses penggabungan	Penerangan
<p>1. Simpang PN</p>  <p>(a) Simpang PN</p>	Diod dihasilkan dengan menggabungkan dua jenis bahan iaitu bahan jenis P dan bahan jenis N.
<p>2. Simpang PN</p>  <p>(b) Lubang dan elektron menyeberangi simpang</p>	Elektron bebas dalam bahan jenis N yang berhampiran simpang akan meresap dan menyeberangi simpang dan meresap ke lubang dalam bahan P.
<p>3. Simpang PN</p>  <p>Lapisan susutan</p>	Kehilangan elektron bebas di bahan N akan membentuk ion positif dan kemasukan elektron bebas di bahan P membentuk ion negatif. Keadaan ini membentuk satu lapisan ion positif pada bahan N dan ion negatif pada bahan P. Kawasan ini dikenali sebagai lapisan susutan.
<p>4. Simpang PN</p>  <p>Sawar upaya</p>	Ion positif dan ion negatif membina medan elektrostatis merentasi simpang P-N. Resapan elektron bebas dan lubang akan berhenti apabila tiada keupayaan untuk mengatasi medan elektrostatis. Halangan atau rintangan yang dibina oleh medan elektrostatis dikenali sawar upaya atau upaya simpang.

3.2.2 Operasi Diod

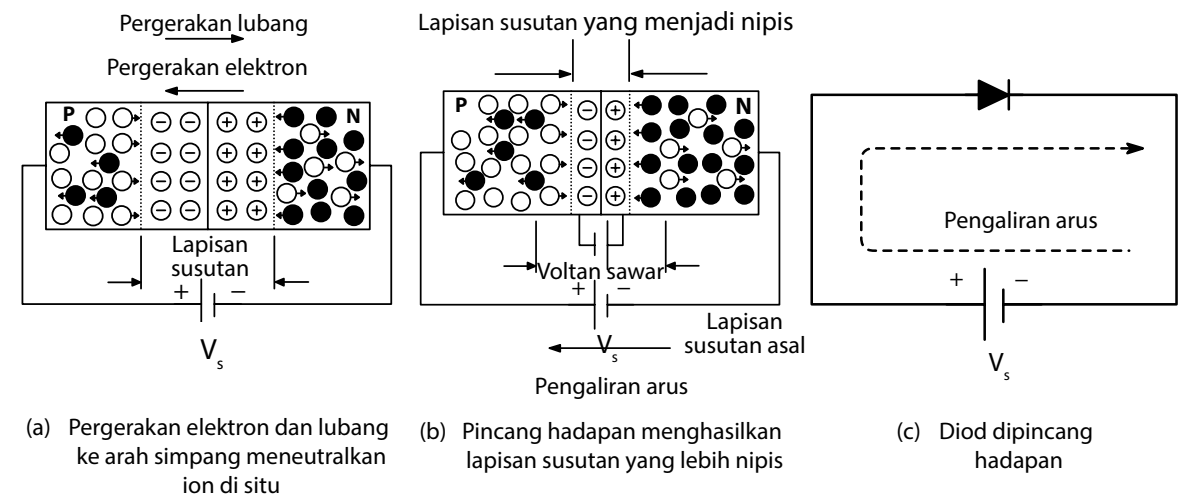
Voltan pincang ialah voltan yang merentasi diod. Terdapat dua jenis keadaan pincang pada diod iaitu pincang hadapan dan pincang songsang. Merujuk pada Rajah 3.10, apabila punca anod mendapat voltan lebih positif dari katod atau katod mendapat voltan lebih negatif dari anod, diod berada dalam keadaan pincang hadapan. Apabila anod mendapat voltan lebih negatif dari katod atau katod mendapat voltan lebih positif dari anod, diod berada dalam keadaan pincang songsang.



Rajah 3.10 Litar skematik diod pincang hadapan dan songsang.

Diod Pincang Hadapan

Bagi menjadikan diod dalam keadaan pincang hadapan, anod mesti disambungkan ke kutub positif dan katod disambungkan ke kutub negatif punca voltan. Rajah 3.11 menunjukkan keadaan diod di pincang hadapan. Kutub positif menolak lubang dalam bahan jenis P ke arah simpang dan meneutralkan ion positif berhampiran simpang. Pada masa yang sama kutub negatif menolak elektron dalam bahan jenis N ke arah simpang. Keadaan ini menyebabkan lapisan susutan menjadi semakin tipis. Kesannya akan mengurangkan medan elektrostatis di simpang seterusnya membenarkan pembawa arus terbanyak menyeberangi simpang.



Rajah 3.11 Diod simpang PN dipincang hadapan.

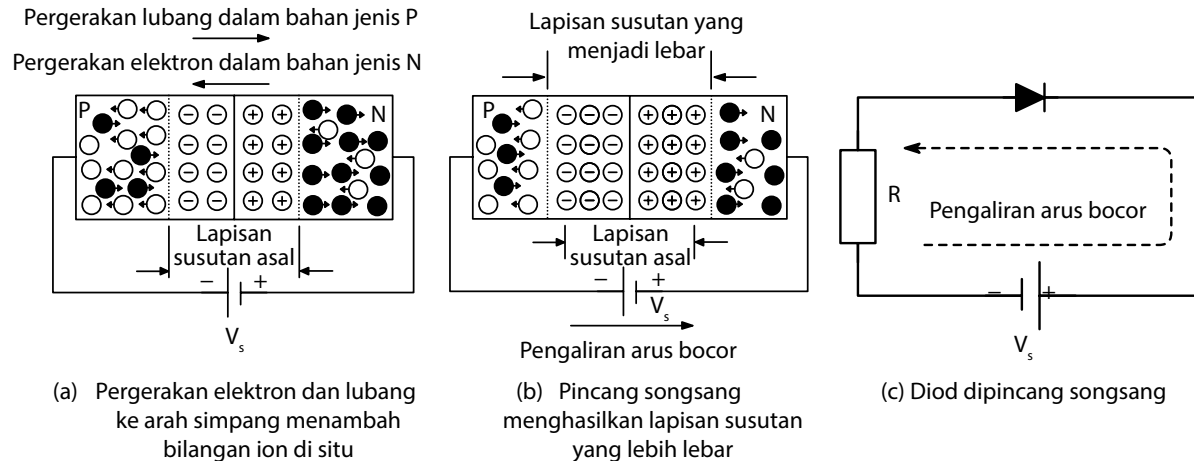


Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/diod-pincang-hadapan-dan-songsang/> untuk menonton animasi diod pincang hadapan dan songsang.

Diod Pincang Songsang

Bagi menjadikan diod beroperasi dalam pincang songsang, kutub positif punca voltan disambung ke katod diod dan kutub negatif punca voltan disambung ke punca anod diod. Rajah 3.12 menunjukkan diod dipincang songsang. Kutub positif punca voltan akan menarik elektron yang terdapat dalam bahan jenis N ke arahnya. Pada masa yang sama kutub negatif punca voltan akan menarik lubang yang terdapat dalam bahan P ke arahnya. Ini akan menyebabkan lapisan susutan semakin lebar. Sawar upaya juga bertambah. Keadaan ini menyebabkan nilai rintangan dalam diod bertambah dan arus tidak dapat mengalir. Walau bagaimanapun, masih terdapat pengaliran pembawa tersedikit berlaku yang mana pergerakan elektron dan lubang sebagai pembawa pengalir tersedikit akan menghasilkan arus bocor. Arus bocor boleh diabaikan kerana nilainya yang amat kecil.



Rajah 3.12 Diod simpang PN dipincang songsang.

3.2.3 Terminologi Asas Diod

Terdapat beberapa terminologi yang perlu difahami bagi memudahkan pemahaman berkaitan diod. Jadual 3.6 menunjukkan beberapa terminologi asas berkaitan diod.

Jadual 3.6 Terminologi asas diod.

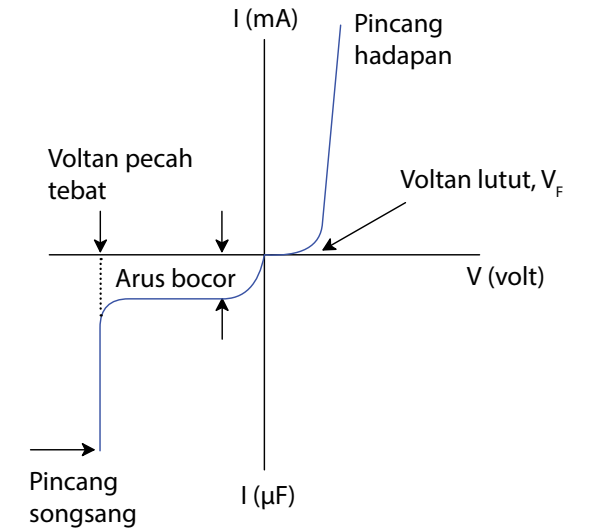
Terminologi	Keterangan
Voltan Lutut	Voltan ketika diod mula mengalirkan arus. Nilai voltan lutut bagi silikon, Si ialah 0.7 V dan germanium, Ge ialah 0.3 V.
Sawar Upaya	Sifat rintangan yang menentang pengaliran elektron yang dihasilkan oleh medan elektrostatik pada simpang PN.
Arus Bocor	Arus yang mengalir dalam diod ketika dipincang songsang yang disebabkan oleh pembawa tersedikit.
Voltan Songsang Puncak	Nilai maksimum pada masukan voltan pincang songsang berada pada puncak kitaran ketika diod berada dalam pincang songsang.
Voltan Pecah Tebat	Takat voltan ketika berlakunya nilai arus songsang naik secara mendadak. Jumlah arus yang besar melebihi takat pecah tebat menyebabkan cantuman P-N rosak.

3.2.4 Lengkung Ciri I-V bagi Diod

Lengkung ciri I-V diod merupakan satu graf yang menunjukkan hubungan antara arus dan voltan diod. Rajah 3.13 menunjukkan satu lengkung ciri I-V diod. Lengkung ciri I-V ini menunjukkan keadaan ketika suatu diod dipincang hadapan dan dipincang songsang.

1. Diod Pincang Hadapan

- Terdapat arus yang mengalir dalam jumlah yang kecil sehingga mencapai nilai voltan lutut untuk membenarkan jumlah voltan bekalan merentasi diod.
- Nilai voltan lutut yang berbeza mengikut jenis bahan separuh pengalir iaitu 0.3 V bagi germanium dan 0.7 bagi silikon.
- Jumlah voltan susut yang merentasi diod adalah sama dengan nilai voltan lutut diod.



Rajah 3.13 Lengkung ciri I-V bagi diod.

2. Diod Pincang Songsang

- Terdapat arus yang mengalir dalam diod ketika dipincang songsang yang disebabkan oleh pembawa tersedikit.
- Nilai takat voltan yang sangat tinggi ketika berlakunya nilai arus songsang yang naik secara mendadak. Kesannya boleh menyebabkan cantuman P-N diod rosak.

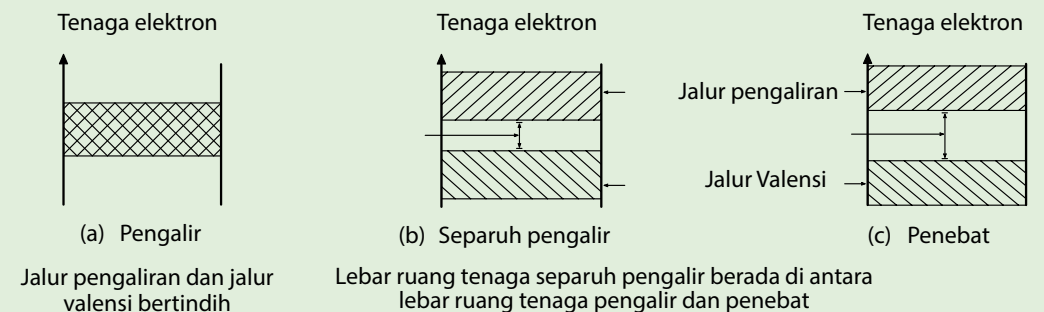


Tahukah Anda

Elektron-volt (eV) ialah tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan satu elektron melalui sawar upaya 1 V.



Info Tambahan



3.2.5 Jenis Diod

Terdapat pelbagai jenis dan simbol diod. Jadual 3.7 menunjukkan jenis-jenis dan simbol diod yang digunakan secara meluas dalam penghasilan pelbagai peranti elektronik.

Jadual 3.7 Jenis-jenis diod.

Jenis	Simbol	Bentuk fizikal
Diod Kuasa		
Diod Isyarat		
Diod Zener		
Diod Laser		
Diod Foto		
Diod Terowong		
Diod Varaktor		
Diod Pemancar Cahaya (LED)		



Tahukah Anda

LED atau *Light Emitting Diode* dapat menghasilkan cahaya dan isyarat. LED digunakan pada barangan elektrik seperti radio, televisyen, alat pemain CD atau DVD dan pada lampu kenderaan.



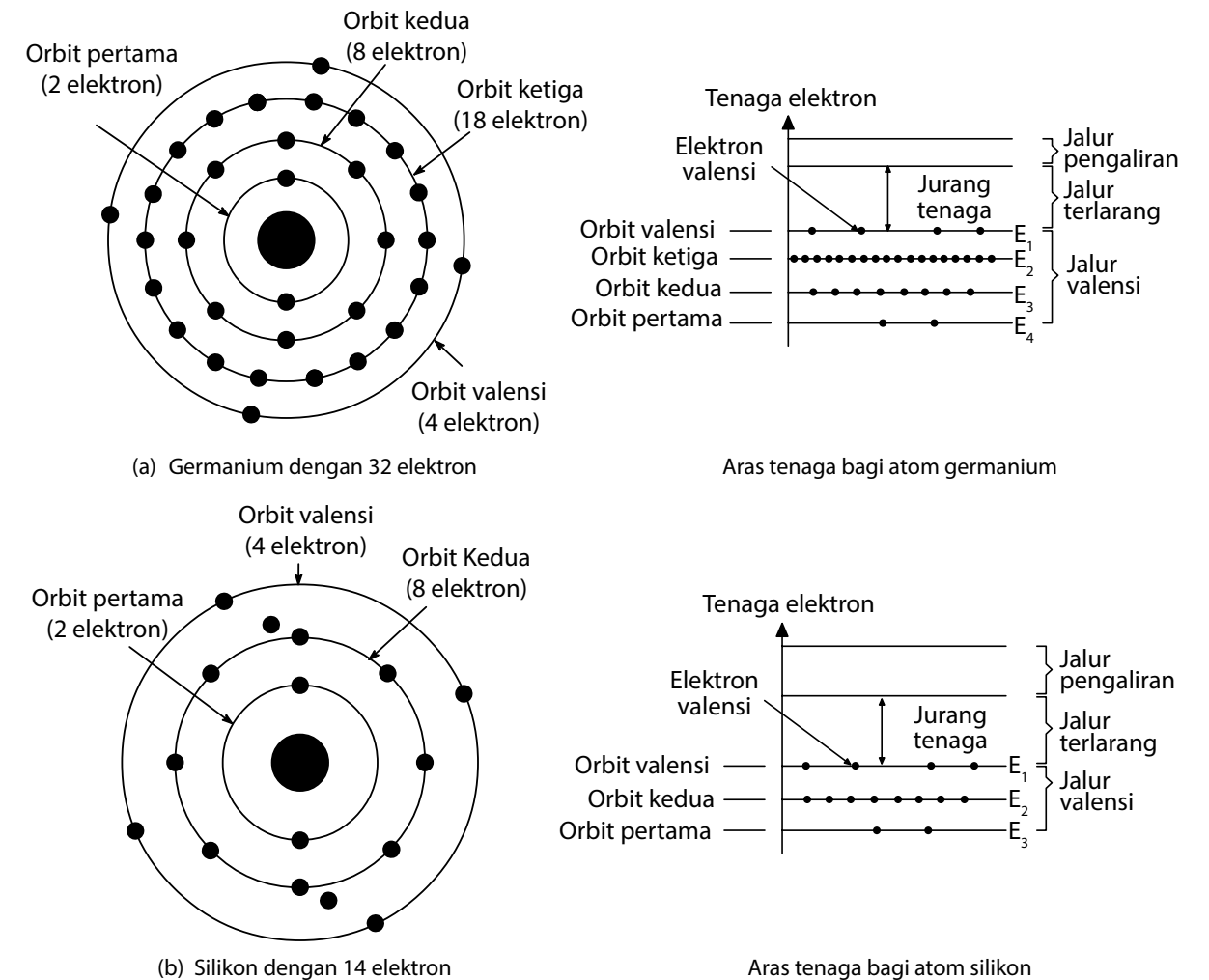
Sila Imbas

Layari laman sesawang <http://arasmega.com/qr-link/symbol-symbol-diod/> untuk mengenali simbol-simbol diod.

3.2.6 Voltan Lutut Diod Berdasarkan Struktur Atom dan Aras Tenaga bagi Germanium dan Silikon

Dalam pengelasan bahan sebelum ini, separuh pengalir seperti silikon dan germanium adalah bahan yang mempunyai sifat di antara pengalir dan penebat. Elektron yang berada pada orbit mempunyai tenaga kinetik dan tenaga sawar elektrik atau dikenali dengan sawar upaya. Orbit-orbit atom dirujuk sebagai aras tenaga. Aras tenaga dalam atom separuh pengalir akan disebarakan menjadi jalur tenaga yang mengandungi beberapa aras tenaga.

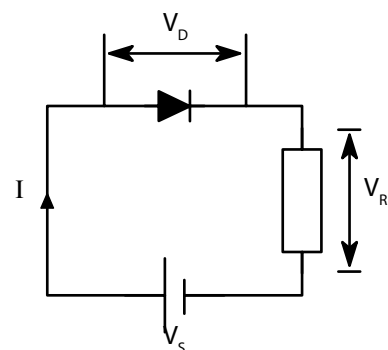
Kedudukan aras tenaga adalah di antara jalur valensi dan jalur pengaliran. Di antara jalur valensi dan jalur pengaliran terdapat jurang tenaga yang dikenali sebagai jalur terlarang. Elektron tidak boleh berada dalam jalur terlarang tetapi hanya boleh melalui ruang ini untuk melompat dari jalur valensi ke jalur pengaliran atau sebaliknya. Rajah 3.14 menunjukkan perbezaan struktur atom dan aras tenaga bagi bahan separuh pengalir silikon dan germanium.



Rajah 3.14 Struktur atom dan aras tenaga bagi bahan separuh pengalir silikon dan germanium.

3.2.7 Litar Asas Diod

Litar siri diod terdiri daripada punca voltan, V_s yang disambung bersiri dengan diod dan perintang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.15. V_D ialah susut voltan merentasi diod dan V_R ialah susut voltan merentasi perintang. Nilai arus dalam litar siri adalah sama.



Rajah 3.15 Litar asas diod.

Dengan menggunakan Hukum Voltan Kirchhoff,

$$V_s - V_D - V_R = 0$$

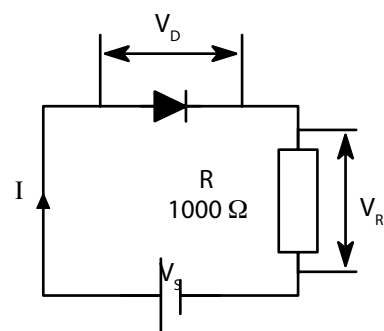
$$\text{maka, } V_R = V_s - V_D$$

daripada Hukum Ohm, $V_R = I \times R$

$$\text{maka, } IR = V_s - V_D$$

$$I = \frac{V_s - V_D}{R}$$

Contoh 1



12 V

Rajah 3.16

Penyelesaian:

$$(i) V_R = V_s - V_D$$

Oleh itu,
Daripada Ohm $V_R = IR$,

$$\begin{aligned} I &= \left(\frac{V_s - V_D}{R} \right) \\ &= \left(\frac{12 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{1000 \Omega} \right) \\ &= \mathbf{11.3 \text{ mA}} \end{aligned}$$

1. Dengan merujuk kepada Rajah 3.16, hitung:

(i) Arus, I

(ii) Susut voltan, V_R

Diod yang digunakan dalam litar ialah diod silikon, $V_D = 0.7 \text{ V}$.

(ii) Dengan menggunakan Hukum Voltan Kirchhoff, $-V_s + V_D + V_R = 0$

$$V_s - V_D - V_R = 0$$

$$V_R = V_s - V_D$$

$$V_R = 12 - 0.7$$

$$= \mathbf{11.3 \text{ V}}$$

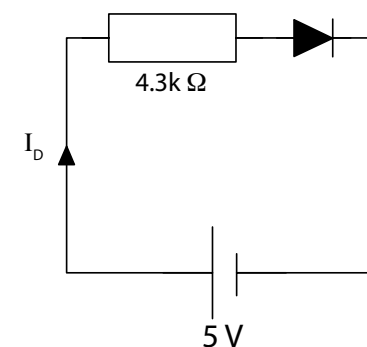
Atau boleh menggunakan rumus Hukum Ohm,

$$V_R = I \times R$$

$$= 11.3 \text{ mA} \times 1000 \Omega$$

$$= \mathbf{11.3 \text{ V}}$$

2. Dengan merujuk kepada Rajah 3.17, hitungkan arus yang mengalir melalui diod, I_D .

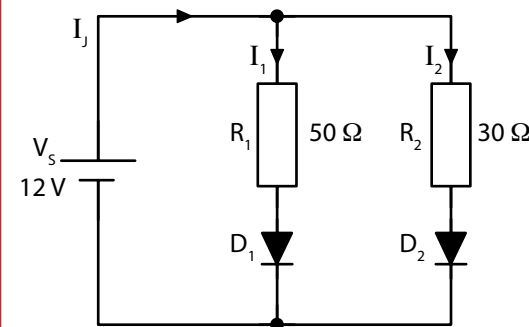


Rajah 3.17

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} I_D &= \left(\frac{V_s - V_D}{R} \right) \\ &= \left(\frac{5 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{4300 \Omega} \right) \\ I_D &= \mathbf{1 \text{ mA}} \end{aligned}$$

Contoh 2



Rajah 3.18

1. Rujuk Rajah 3.18, hitungkan:

- Voltan susut pada perintang R_1 dan R_2
- Jumlah arus, I_J jika diod yang digunakan adalah silikon (0.7 V).

(ii) Dengan menggunakan Hukum Ohm,

$$V_R = I \times R$$

$$I_1 = \frac{V_s - V_D}{R}$$

$$= \frac{12 - 0.7}{50}$$

$$= \mathbf{0.226 \text{ A}}$$

$$V_{R_2} = V_s - V_{D_2}$$

$$I_2 = \frac{V_s - V_{D_2}}{R}$$

$$= \frac{12 - 0.7}{30}$$

$$= \mathbf{0.376 \text{ A}}$$

Oleh itu, jumlah arus

$$I_J = I_1 + I_2$$

$$= 0.226 + 0.376$$

$$= \mathbf{0.602 \text{ A}}$$

Penyelesaian:

$$(i) V_s = V_{R_1} + V_{D_1} = V_{R_2} + V_{D_2}$$

Maka,

$$V_{R_1} = V_s - V_{D_1}$$

$$= 12 - 0.7$$

$$= \mathbf{11.3 \text{ V}}$$

Oleh kerana nilai voltan yang sama pada setiap simpang, maka

$$V_{R_2} = V_{R_1}$$

$$= \mathbf{11.3 \text{ V}}$$

3.2.8 Fungsi Litar yang Melibatkan Penggunaan Diod

Terdapat pelbagai jenis diod yang digunakan secara meluas dalam bidang elektrik dan elektronik bagi kegunaan pengguna domestik dan industri. Jadual 3.8 menunjukkan beberapa contoh jenis dan penggunaan diod.

Jadual 3.8 Jenis dan fungsi diod.

Diod	Fungsi
Diod Kuasa	Penerus dalam litar bekalan kuasa AT.
Diod Isyarat	Pengesan isyarat dalam radar.
Diod Zener	Pengatur voltan dalam bekalan kuasa.
Diod Laser	Digunakan dalam pembaca kod bar, penunjuk laser, cakera atau rakaman cakera CD/DVD/Blu-ray.
Diod Foto	Pengesan cahaya dalam alat kawalan jauh.
Diod Terowong	Pengesan dan penukar frekuensi yang digunakan sebagai pengayun dalam litar osiloskop.
Diod Varaktor	Digunakan dalam litar RF seperti <i>Voltage Controlled Oscillators (VCOs)</i> iaitu sebagai pengayun voltan yang dikawal dalam pelbagai litar yang berbeza.
Diod Pemancar Cahaya (LED)	Digunakan sebagai lampu petunjuk di dalam litar.

Pengenalan Bekalan Kuasa Arus Terus (AT)

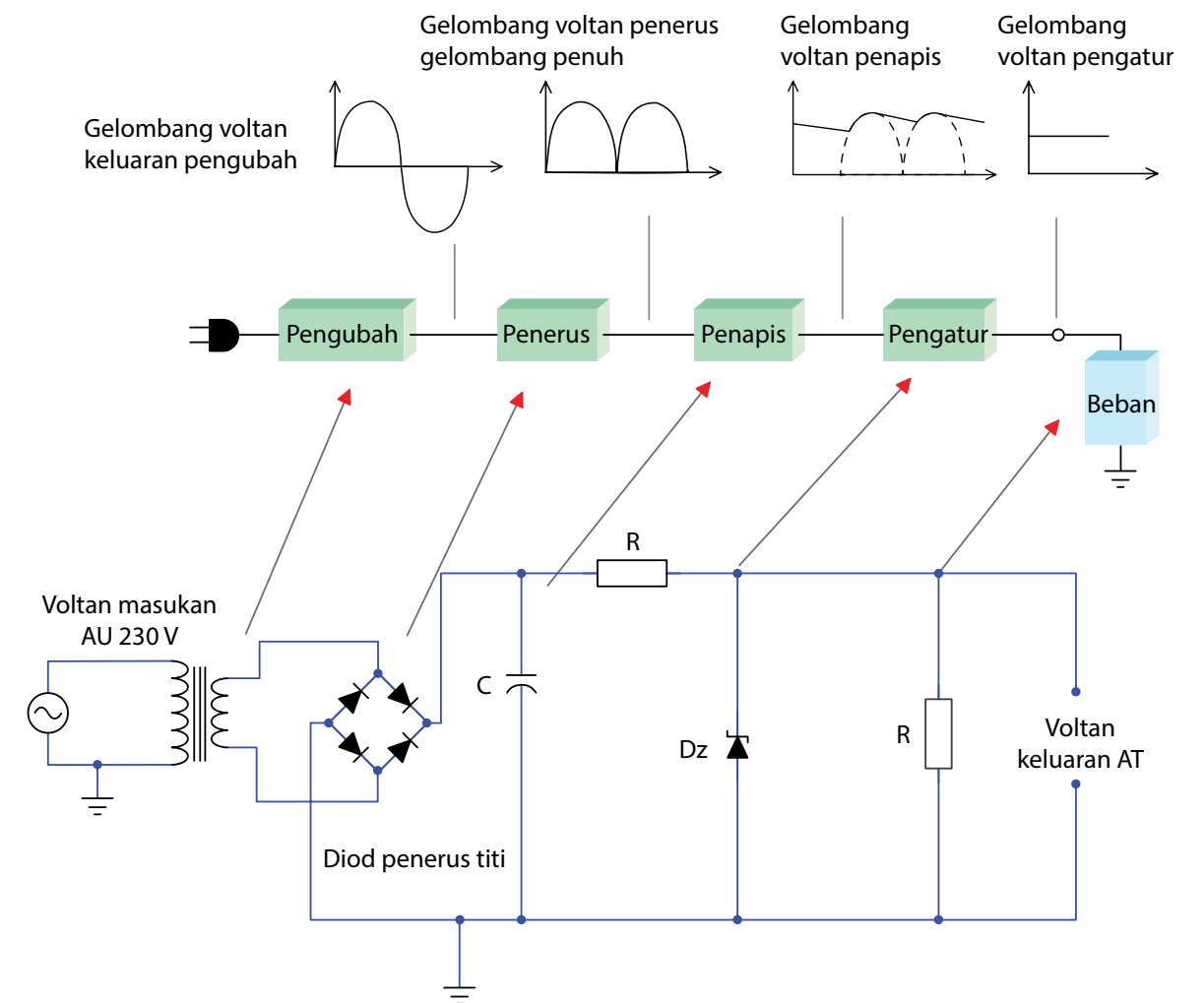
Bekalan kuasa elektrik yang dibekalkan dalam negara kita adalah dalam arus ulang-alik (AU). Bagi penggunaan peralatan elektrik, bekalan kuasa AU ini boleh digunakan secara terus tetapi berbeza pula dengan penggunaan peralatan elektronik. Hampir kesemua peralatan dan keperluan domestik dan industri pada masa sekarang bergantung kepada penggunaan voltan AT untuk beroperasi terutama di zaman perindustrian 4.0 ini. Pelbagai keperluan peralatan elektrik dan elektronik canggih memerlukan sistem kawalan yang menggunakan bekalan kuasa AT ini. Keperluan terhadap bekalan kuasa AT ini dilihat sangat penting kerana kebanyakan peralatan elektronik memerlukan voltan yang stabil selain menyumbang kepada penjimatan penggunaan tenaga dan kelestarian alam sekitar.



1. Bekalan kuasa AT



Bekalan kuasa AT adalah merupakan satu litar elektronik yang menukarkan voltan bekalan utama AU kepada voltan AT yang diperlukan. Secara asasnya, litar bekalan kuasa AT mengandungi 5 bahagian utama iaitu pengubah, penerus, penapis, pengatur dan beban. Rajah 3.19 menunjukkan bahagian asas bekalan kuasa AT dan gelombang keluaran, manakala Jadual 3.9 menerangkan fungsi bagi setiap blok dalam bekalan kuasa AT.



Rajah 3.19 Bahagian asas bekalan kuasa AT dan gelombang keluaran bagi setiap peringkat.

Jadual 3.9 Fungsi setiap blok bekalan kuasa AT.

Bahagian	Penerangan Fungsi
Pengubah	Menurun voltan masukan 230 V AU kepada nilai yang dikehendaki.
Penerus	Menukarkan voltan AU kepada voltan AT berdenyut.
Penapis	Menghasilkan voltan AT yang linear tanpa berdenyut dan tulen atau mengurangkan riak gelombang.
Pengatur Voltan	Menghasilkan voltan AT yang tetap walaupun berlaku perubahan pada beban keluaran atau voltan masukan (menstabilkan voltan).
Beban	Sambungan ke peralatan elektronik yang memerlukan voltan masukan.

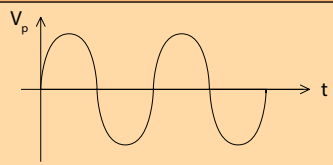
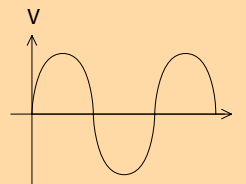
2. Justifikasi bentuk gelombang keluaran pada setiap bahagian litar bekalan kuasa AT

Bekalan kuasa AT mempunyai 5 bahagian utama iaitu pengubah, penerus, penapis, pengatur voltan dan beban.

(i) Pengubah

Pengubah yang digunakan dalam bekalan kuasa AT ialah pengubah langkah turun atau dikenali dengan 'step-down transformer' berfungsi untuk menurunkan voltan masukan. Terdapat dua bahagian utama pada pengubah iaitu yang dikenali sebagai belitan utama dan belitan sekunder. Belitan utama pengubah ialah bahagian yang disambungkan kepada bekalan kuasa 230V AU. Bagi bahagian sekunder pula ialah bahagian keluaran arus yang mana kadar arus diturunkan mengikut jumlah yang ditetapkan pada pengubah dan mestilah mengikut kesesuaian pada penggunaan peralatan elektronik. Berikut adalah bentuk gelombang masukan dan keluaran pada bahagian pengubah.

Jadual 3.10 Bentuk gelombang masukan dan keluaran.

Bahagian	Bentuk Gelombang Yang Terhasil	Penerangan
Masukan Pengubah		Voltan masukan pada belitan utama pengubah.
Keluaran Pengubah		Voltan keluaran pengubah dari bahagian sekunder, nilai voltan puncak dikurangkan atau mengalami penurunan.

(ii) Penerus

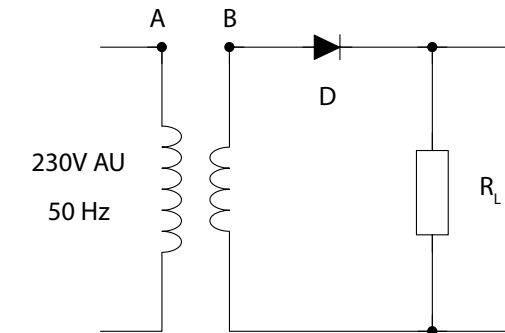
Penerus boleh dibina dalam pelbagai bentuk litar yang mana bergantung kepada beberapa faktor seperti jenis bekalan yang diterima, jenis penggunaan komponen yang digunakan seperti diod dan bentuk kawalan keluaran gelombang arus. Dalam tajuk sebelum ini, diod merupakan satu komponen elektronik yang mempunyai rintangan yang sangat rendah semasa dipincang hadapan dan mempunyai rintangan yang amat tinggi apabila dipincang songsang. Arus hanya akan mengalir melalui diod apabila dipincang hadapan dan akan menentang pengaliran arus semasa dipincang songsang. Ini bermakna bahawa diod hanya membenarkan arus mengalir melalui dalam satu arah sahaja. Oleh yang demikian, pembinaan litar penerus adalah berkaitan dengan bentuk keluaran yang diperlukan.

Kegunaan diod dalam litar bekalan kuasa AT

Diod digunakan dengan meluas dalam unit bekalan kuasa AT sebagai penerus dan pengatur voltan.

A. Penerus

Litar penerus digunakan bagi penukaran voltan AU kepada voltan AT. Terdapat dua jenis litar penerus iaitu litar penerus setengah gelombang dan litar penerus gelombang penuh.

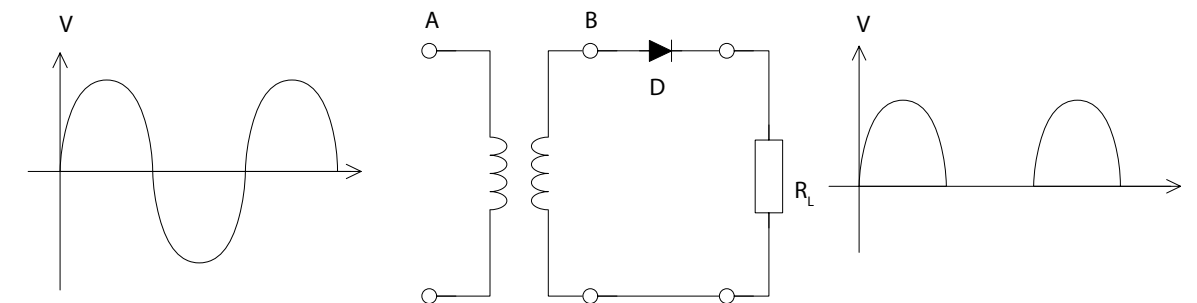


Rajah 3.20 Litar penerus setengah gelombang.

Kendalian Litar Penerus Setengah Gelombang

Apabila titik A menerima separuh kitaran positif, voltan yang teraruh akan menghasilkan setengah kitaran positif juga di titik B, dengan yang demikian anod akan menerima voltan positif pada anod yang menjadikan diod dipincang hadapan, maka diod akan membenarkan arus mengalir melalui. Arus akan mengalir dari titik B, melalui diod ke sebelah bahagian atas perintang beban R_L yang menjadi kekutuban positif dan terus ke bahagian bawah perintang R_L yang menjadi kekutuban negatif dan kembali ke titik B melalui belitan sekunder pengubah. Hasilnya, setengah kitaran positif akan terhasil pada titik keluaran. Rajah 3.20 menunjukkan litar penerus gelombang separuh menggunakan diod separuh pengalir.

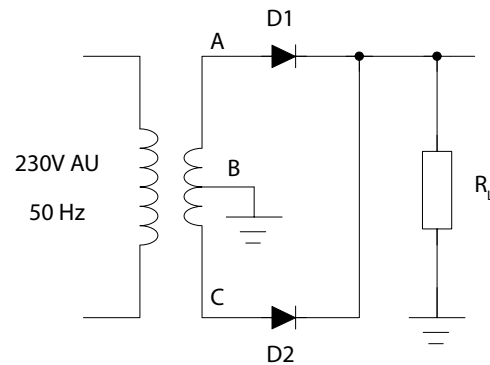
Sebaliknya apabila titik A menerima separuh kitaran negatif menjadikan titik B juga negatif, diod akan dipincang songsang, maka diod dalam keadaan tidak membenarkan arus mengalir melalui, dengan yang demikian tiada voltan keluaran akan terhasil pada titik keluaran. Bentuk gelombang masukan dan keluaran ditunjukkan dalam Rajah 3.21.



Rajah 3.21 Bentuk gelombang masukan dan keluaran penerus gelombang separuh.

B. Litar Pernerus Gelombang Penuh

Pernerus gelombang penuh mempunyai dua diod separuh pengalir dan pengubah bertap tengah pada belitan sekunder. Rajah 3.22 menunjukkan litar pernerus gelombang penuh.

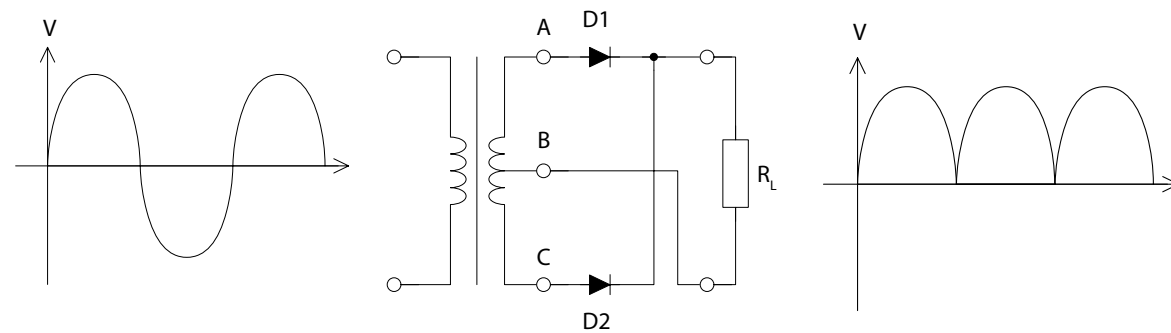


Rajah 3.22 Litar pernerus gelombang penuh.

Kendalian Litar Pernerus Gelombang Penuh

Merujuk kepada Rajah 3.22, apabila titik A pada setengah kitaran positif, titik C akan menjadi negatif manakala titik B adalah keupayaan kosong. D1 akan dipincang hadapan sebab anod D1 menerima voltan positif manakala D2 dipincang songsang kerana anod D2 menerima voltan negatif. Arus akan mengalir melalui D1, perintang beban R_L dan balik ke titik A melalui titik B tap tengah belitan sekunder. Dalam keadaan ini, hanya D1 sahaja yang membenarkan arus mengalir manakala D2 berada pada keadaan tidak berfungsi (*off*). Oleh itu, setengah kitaran positif akan terhasil merentas R_L pada titik keluaran.

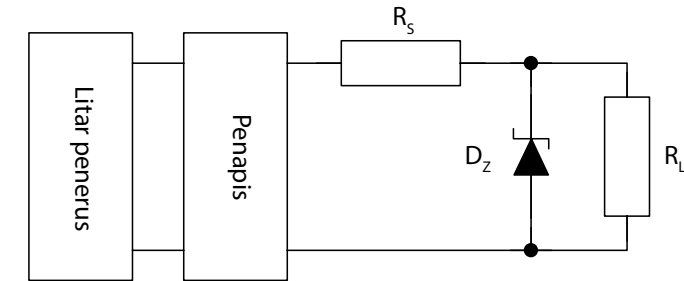
Bentuk gelombang masukan dan keluaran ditunjukkan pada Rajah 3.23. Pada setengah kitaran lagi, titik A adalah setengah kitaran negatif dan titik C positif. Dalam keadaan ini, D1 akan dipincang songsang dan D2 dipincang hadapan. D1 akan membenarkan arus mengalir manakala D2 dalam keadaan tidak berfungsi (*off*). Arus akan mengalir dari titik C melalui D2 dan perintang beban R_L dan balik ke titik C melalui tap tengah belitan sekunder titik B. Oleh itu, setengah kitaran positif juga akan terhasil merentas R_L pada titik keluaran.



Rajah 3.23 Bentuk gelombang masukan dan keluaran pernerus gelombang penuh.

C. Pengatur Voltan Diod Zener

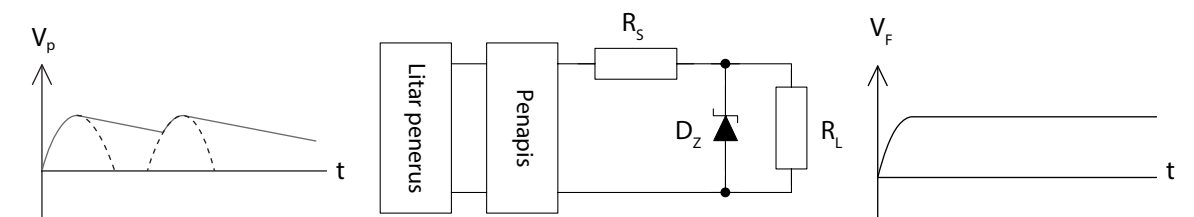
Litar Pengatur Voltan Diod Zener



Rajah 3.24 Pengatur voltan menggunakan diod zener.

Kendalian Litar Pengatur Voltan Diod Zener

Kendalian pengoperasian diod tidak hanya dalam pincang hadapan. Sebagai contoh, diod zener beroperasi sebagai pengatur voltan semasa pincang songsang. Diod zener mempunyai keistimewaan yang tersendiri iaitu boleh mengaturnya voltan jika beroperasi di dalam kawasan zener. Bagi beroperasi di kawasan zener, voltan masukan mesti lebih besar daripada voltan zener dan rintangan beban tidak menyebabkan arus zener menjadi kosong. Rajah 3.24 menunjukkan pengatur voltan menggunakan diod zener. Berikut adalah bentuk gelombang keluaran litar pengatur voltan diod zener seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.25.

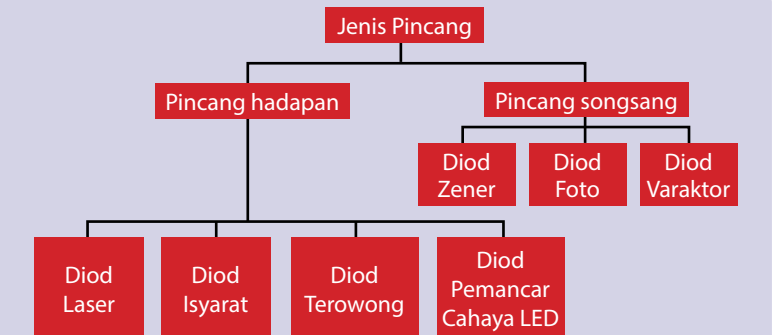


Rajah 3.25 Bentuk gelombang keluaran litar pengatur voltan diod zener.



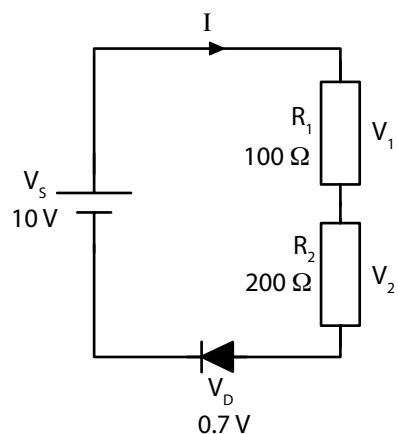
Tahukah Anda

Bukan hanya diod zener yang berkendali dalam pincang songsang. Terdapat beberapa lagi jenis diod yang berkendali secara sama iaitu diod foto dan diod varaktor. Untuk memudahkan kita memahami kendalian diod, rajah berikut menunjukkan peta minda aliran jenis kendalian pincang diod.



Latihan

1. Rajah 3.26 menunjukkan satu litar diod jenis silikon.

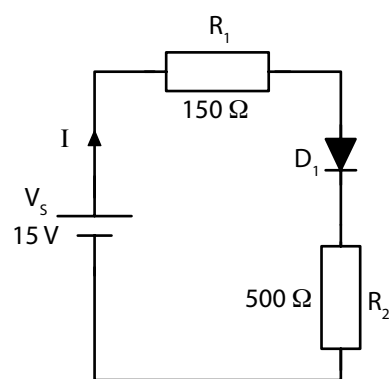


Rajah 3.26

Hitung:

- (i) Arus, I
- (ii) Susut voltan, V_{R_1} .

2. Rajah 3.27 menunjukkan satu litar diod jenis germanium.

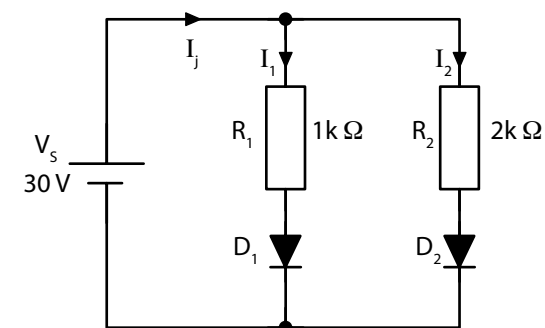


Rajah 3.27

Hitung:

- (i) Arus melalui diod
- (ii) Arus melalui R_1 dan R_2
- (iii) Susut voltan merentasi R_1 dan R_2 .

3. Rajah 3.28 menunjukkan satu litar diod germanium.

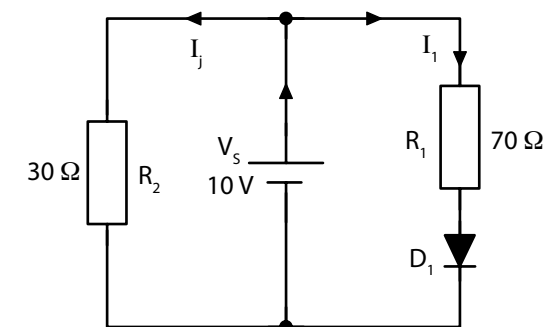


Rajah 3.28

Hitungkan:

- (i) Voltan susut pada perintang R_1 dan R_2
- (ii) Jumlah arus, I_j .

4. Merujuk kepada Rajah 3.29 yang menggunakan diod silikon.

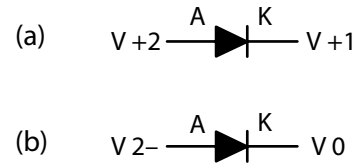


Rajah 3.29

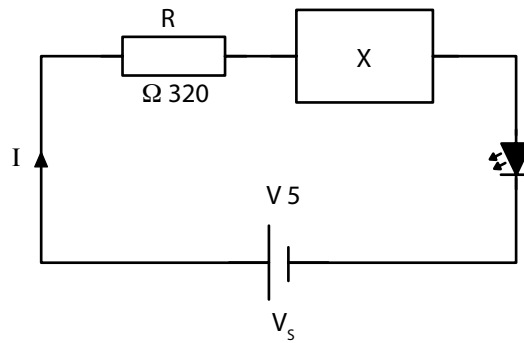
Hitungkan:

- (i) Arus melalui diod
- (ii) Arus melalui R_1 dan R_2
- (iii) Susut voltan merentasi R_1 dan R_2 .

5. Nyatakan sama ada diod berada dalam keadaan pincang hadapan atau pincang songsang.

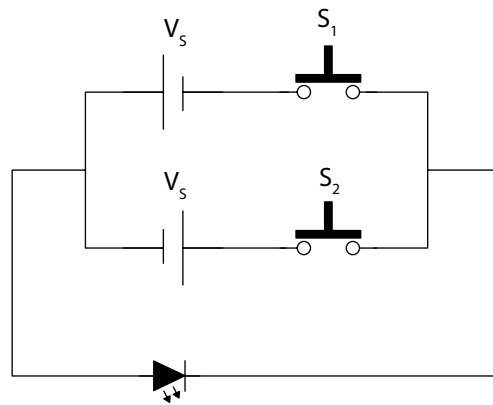


6. Lukiskan sambungan simbol diod di dalam kotak x dalam Rajah 3.30 supaya diod pemancar cahaya (LED) dapat menyala.



Rajah 3.30

7. Rajah 3.31 menunjukkan dua sambungan bekalan kuasa bersama suis tekan S1 dan S2 yang disambung pada diod pemancar cahaya (LED). Terangkan kemungkinan yang berlaku jika suis S1 dan S2 ditekan secara berasingan (bukan serentak).



Rajah 3.31

Terangkan apabila:

- (i) Kendalian litar apabila suis S₁ ditekan
- (ii) Kendalian litar apabila suis S₂ ditekan.

3.3 Projek Mini Bekalan Kuasa AT

Standard Pembelajaran

- Murid boleh:
- 3.3.1 Menghasilkan litar bekalan kuasa AT mengikut bekalan masukan AU.
 - 3.3.2 Memasang litar bekalan kuasa yang dicadangkan pada papan reka.
 - 3.3.3 Menguji kefungsiian litar yang dibangunkan dan bentuk gelombang.
 - 3.3.4 Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran pada setiap bahagian litar bekalan kuasa.
 - 3.3.5 Menyediakan laporan projek yang dijalankan.

Keperluan terhadap pembuktian pembelajaran secara amali memberi impak yang sangat besar pada pembelajaran dan pemahaman murid. Tajuk pembelajaran 'Projek Mini Bekalan Kuasa AT' ini akan memberi peluang kepada murid mempraktikkan pembelajaran teori yang telah dipelajari. Berikut merupakan aktiviti penghasilan projek mini bekalan kuasa AT.

3.3.1 Menghasilkan Litar Bekalan Kuasa AT

Pernyataan Masalah

Murid yang tinggal di asrama menghadapi masalah seperti bangun lewat untuk ke sekolah dan juga melakukan aktiviti harian di asrama. Oleh itu, mereka memerlukan jam loceng untuk penggunaan keperluan harian mereka. Namun begitu, penggunaan jam loceng yang menggunakan bateri akan memberi kesan kepada alam sekitar apabila bateri yang kehabisan cas tidak dilupuskan secara betul. Oleh itu, bagi menyelesaikan masalah tersebut, murid dicadangkan untuk membina satu litar bekalan kuasa AT bagi menggantikan penggunaan bateri pada peralatan elektronik seperti jam loceng. Litar bekalan kuasa AT tersebut adalah mengikut keperluan bekalan kuasa peralatan 3 V.

Arahan:

1. Anda diminta untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan. Berdasarkan senarai komponen yang diberikan, rancang kerja anda. Seterusnya, bangunkan satu bekalan kuasa AT.
2. Idea reka bentuk kejuruteraan ini akan diuji kefungsiannya dengan menggunakan simulasi perisian kejuruteraan. Apabila simulasi perisian telah berjaya mendapat keputusan yang dikehendaki, seterusnya pemasangan sistem dilakukan.
3. Litar bekalan kuasa AT tersebut perlu diuji sekali lagi untuk melihat kefungsiannya.
4. Spesifikasi sistem adalah seperti:
 - i. Jenis jam: Jam loceng analog
 - ii. Sumber tenaga: 2 bateri AA 1.5 V



PENYELESAIAN MASALAH:

Langkah:

i. Rancang Kerja Menggunakan Carta Gantt (10 Jam – 4 Minggu)

Contoh Carta Gantt

Merancang dan membina carta gantt proses kerja secara berkumpulan.

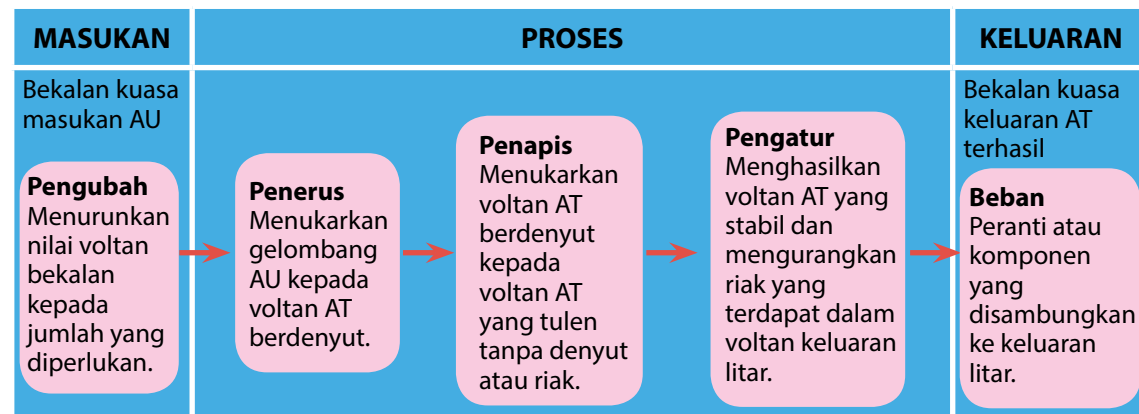
Bil.	Aktiviti	Minggu			
		1	2	3	4
1.	Mengenal pasti ahli kumpulan.	■			
2.	Penyediaan pelan perancangan aktiviti.	■			
3.	Mengenal pasti permasalahan dan kaedah penyelesaian.	■			
4.	Membuat perancangan dan kajian litar.	■	■		
5.	Membuat lakaran litar skematik.		■		
6.	Menyenaraikan komponen, bahan dan peralatan yang diperlukan.		■		
7.	Pemasangan komponen atas papan reka.			■	■
8.	Pengujian kefungsi litar.			■	■
9.	Menjustifikasi bentuk gelombang keluaran.			■	■
10.	Menyediakan laporan akhir dan membuat persembahan projek.				■

Petunjuk:
 Perancangan
 Pelaksanaan

ii. Gambar Rajah Blok Sistem

Contoh Gambar Rajah Blok Sistem

Kajian berkaitan pengoperasian litar perlu bagi mengenal pasti komponen penting untuk membina bekalan kuasa AT.

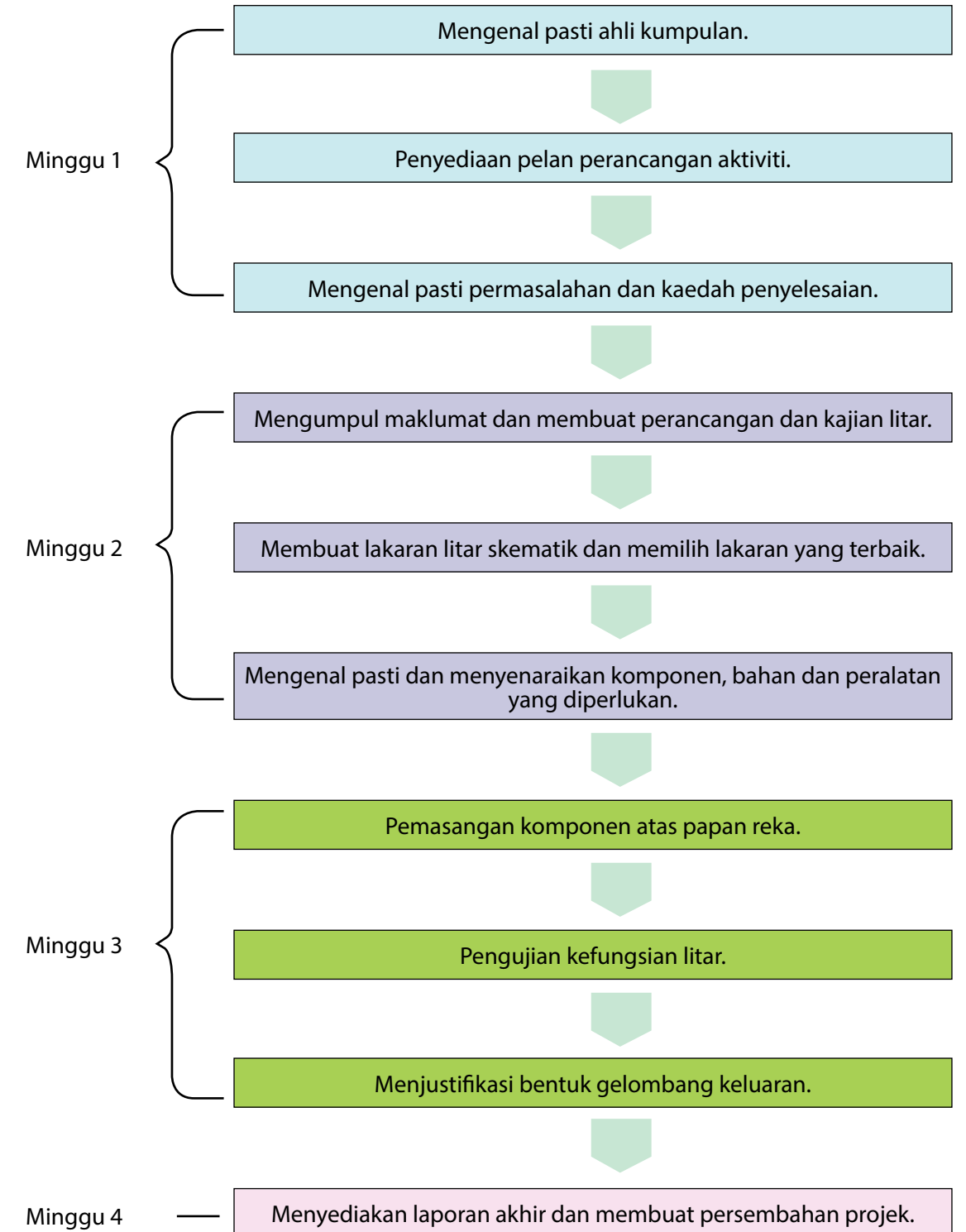


Rajah 3.32 Gambar rajah blok.

Info Tambahan

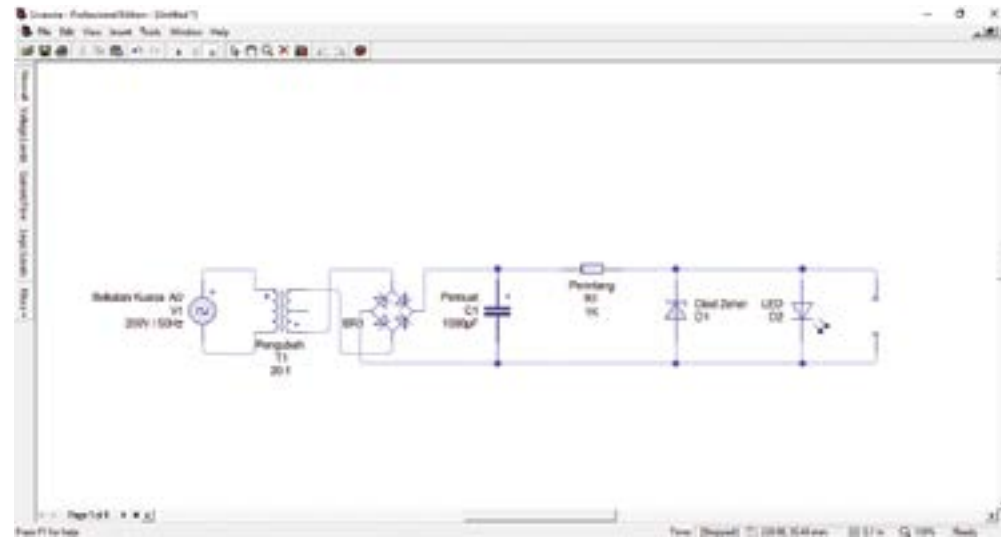
Murid menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan sebagai panduan menyelesaikan masalah secara sistematik.

iii. Proses Kerja Murid



Rajah 3.33 Proses kerja murid dalam menghasilkan projek mini bekalan kuasa.

iv. Lakaran Litar Skematik pada Perisian



Rajah 3.34 Litar skematik bekalan kuasa AT yang dicadangkan dalam aktiviti projek.

v. Kenal Pasti Bahan dan Peralatan Yang Diperlukan

Jadual 3.11 Senarai bahan dan peralatan yang diperlukan.

Peralatan	Kuantiti
Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2)	2 set
Pengubah 230 V / 12 V dengan palam 3 kaki 13 A	1 set
Meter pelbagai / Meter volt	1 set
Penerus titi KBPC610 atau setara	1 set
Pemuat 1000 μ F 25 V	1 set
Diod Zener 12 V	1 set
Perintang 1k Ω	1 set
Diod pemancar cahaya (LED)	1 set
Papan reka (<i>breadboard</i>)	1 set
Kabel Penyambung	1 set

Info Tambahan

Murid boleh menggunakan perisian lain seperti **CircuitMod**, **Livewire**, **Multisim** dan sebagainya.



Aktiviti

Aktiviti secara berkumpulan (3-4 orang)

vi. Pemasangan pada Papan Reka

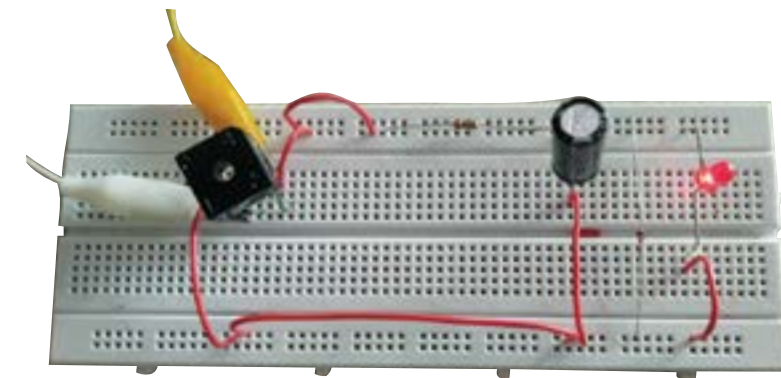


Foto 3.1 Contoh pemasangan litar bekalan kuasa AT di atas papan reka.

vii. Pengujian (Perisian dan Perkakasan)

Contoh Pengujian Litar Penerus Titi

Objektif:

Mengkaji bentuk gelombang keluaran penerus titi.

Peralatan dan bahan:

Peralatan	Kuantiti
Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2)	1 set
Pengubah 230 V / 12 V dengan palam 3 kaki 13 A	1 set
Kabel penyambung	1 set
Penerus titi KBPC610 atau setara	1 set
Perintang 1k Ω	1 set
Papan reka (<i>breadboard</i>)	1 set

Prosedur:

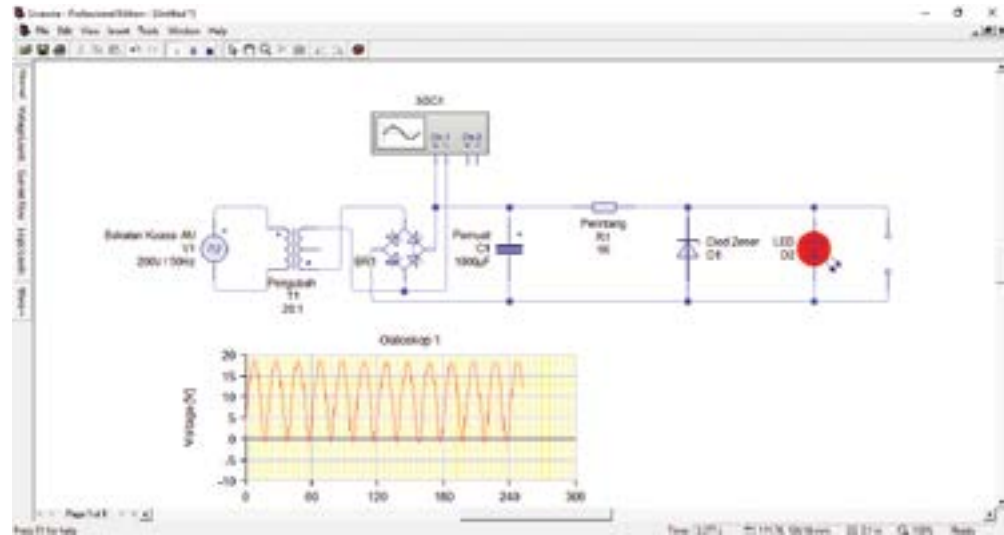
i. Setkan tombol kawalan osiloskop mengikut penetapan berikut:

Tombol Kawalan	Penetapan/Setting
(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO
(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO
(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 ms/bahagian
(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	5 V/bahagian

Info Tambahan

Murid perlu diawasi dan diingatkan supaya sentiasa mematuhi langkah-langkah keselamatan ketika menjalankan aktiviti amali.

- ii. Sambungkan kuar CH1 osiloskop pada penerus titi.
- iii. Hidupkan punca bekalan kuasa.
- iv. Hidupkan suis osiloskop.
- v. Dapatkan bentuk gelombang voltan.
- vi. Cerap bentuk dan nilai voltan puncak, V_p bagi penerus titi. Kemudian lakarkan bentuk gelombang yang dipaparkan oleh osiloskop.



Rajah 3.35 Pengujian menggunakan perisian.

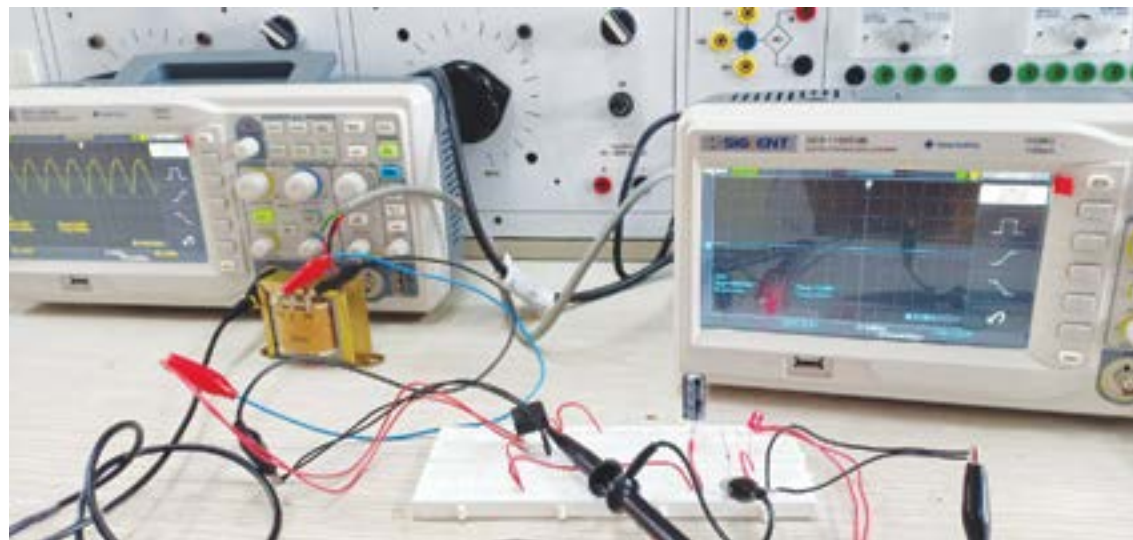


Foto 3.2 Pengujian menggunakan osiloskop.

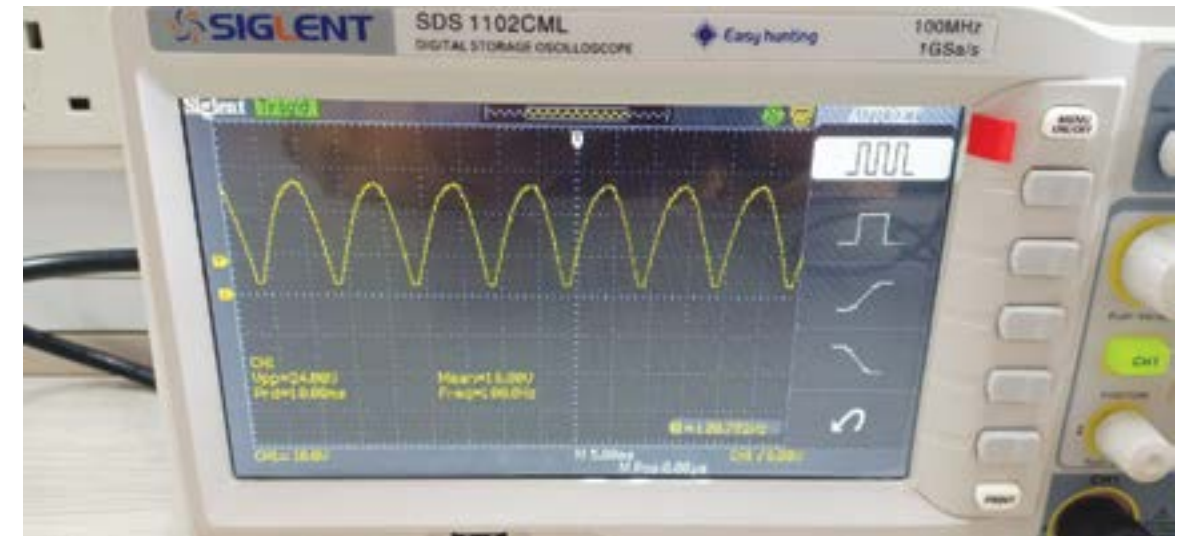


Foto 3.3 Hasil dapatan bentuk gelombang daripada osiloskop.

viii. Penambahbaikan

Menggunakan bekalan kuasa AU untuk bekalan kuasa kepada litar kerana masukan boleh dikawal dan lebih tepat berbanding bekalan terus melalui pengubah. Hasil dapatan gelombang keluaran juga lebih tepat. Foto 3.4 menunjukkan penggunaan bekalan kuasa AU bagi menggantikan pengubah.



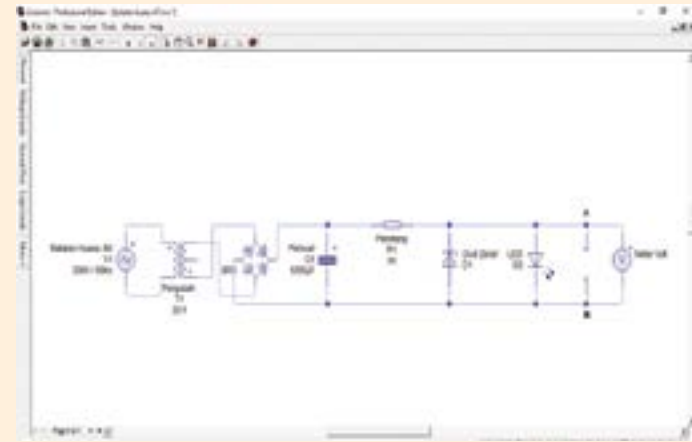
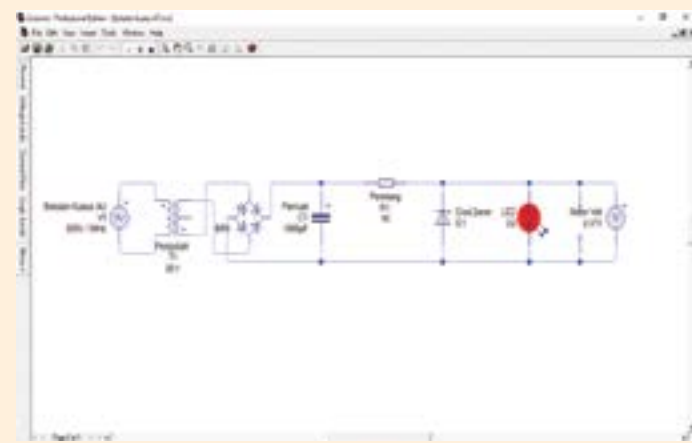
Foto 3.4 Bekalan kuasa AU 12 V.

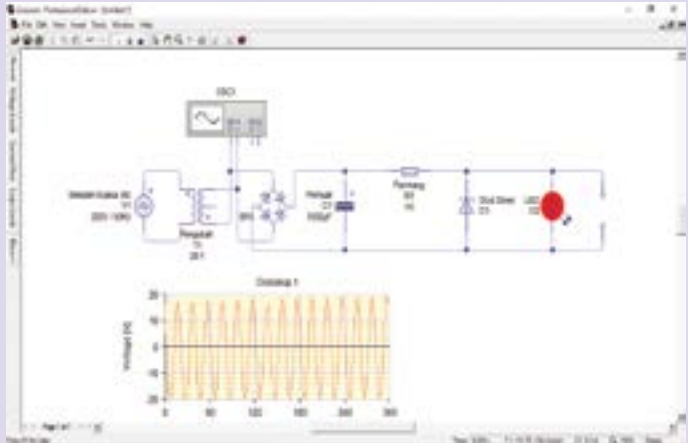
ix. Format Lembaran Kerja Amali

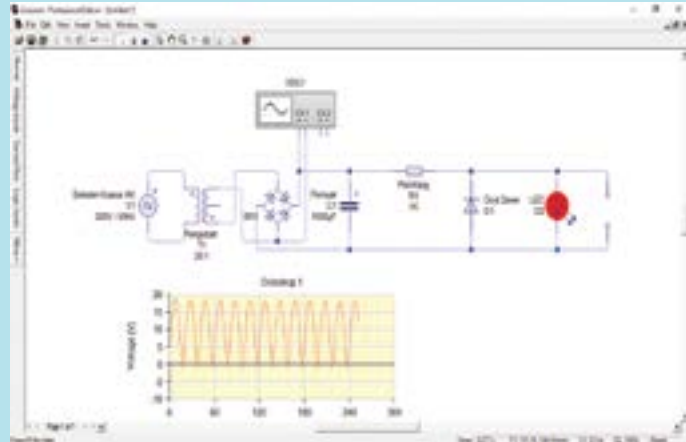
1. Manual amali perisian projek mini bekalan kuasa arus terus.
2. Manual amali perkakasan projek mini bekalan kuasa arus terus.

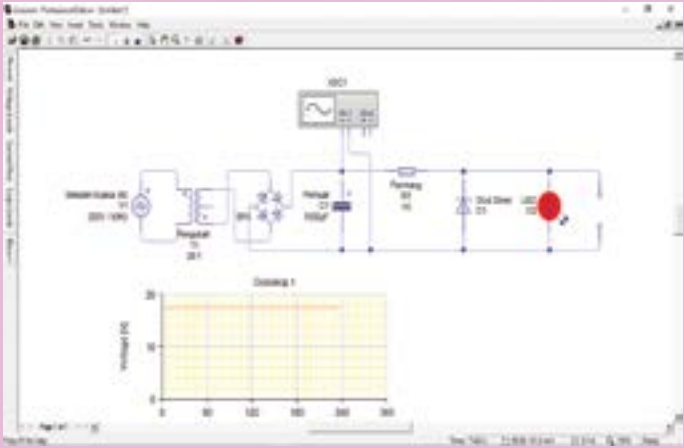
LOGO SEKOLAH:	NAMA SEKOLAH:	
NAMA SUBJEK:	PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK	
KOD SUBJEK:	TINGKATAN: 4	TAHUN:
MANUAL AMALI PERISIAN PROJEK MINI BEKALAN KUASA ARUS TERUS		
TARIKH:		
NAMA MURID:		
NAMA GURU:		
KOMEN PENILAI:		MARKAH:
NO. DOKUMEN:		
NO. SEMAKAN:		
BIL. MUKA SURAT:		
OBJEKTIF PROJEK: Pada akhir amali murid akan dapat:	1.	Menghasilkan litar bekalan kuasa arus terus menggunakan perisian komputer.
	2.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran pengubah menggunakan perisian komputer.
	3.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran penerus titi menggunakan perisian komputer.
	4.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran penapis menggunakan perisian komputer.
	5.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran pengatur menggunakan perisian komputer.
	6.	Membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran beban menggunakan perisian komputer.
SENARAI BAHAN:	1. Perisian komputer yang berkaitan (dicadangkan perisian <i>LiveWire</i>).	1 unit
SENARAI PERALATAN:	2. Komputer atau laptop.	1 set

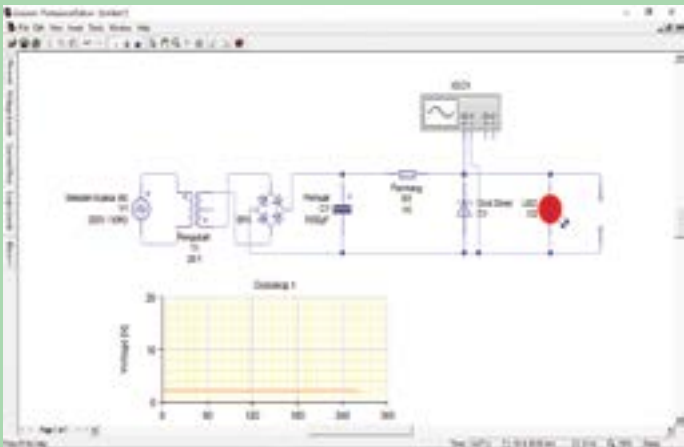
A: Melaksanakan Objektif 1 Hingga 6 Menggunakan Simulasi Perisian Kejuruteraan

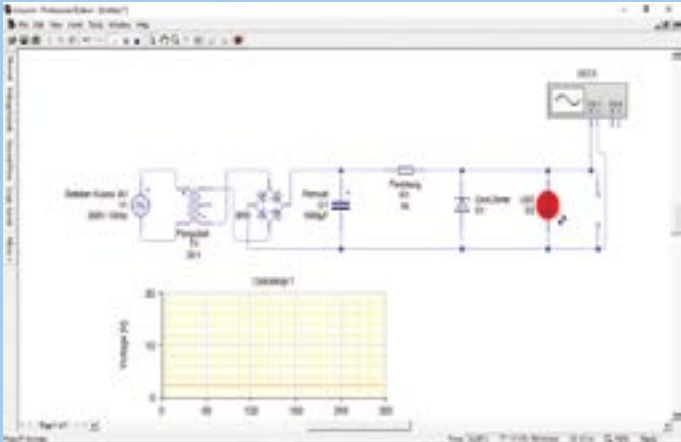
OBJEKTIF 1: (SIMULASI)	Murid menghasilkan litar bekalan kuasa arus terus menggunakan perisian kejuruteraan.																	
LANGKAH KERJA:	1. Murid membuat binaan litar simulasi berdasarkan litar yang telah direka terlebih dahulu.																	
	2. Murid membina litar mengikut spesifikasi bahan dan komponen yang telah direka bentuk. Berikut merupakan contoh spesifikasi bahan dan komponen: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Spesifikasi bahan dan komponen</th> <th>Bilangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pengubah 230 V/12 V</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Penerus titi</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Pemuat 1000 μF 25 V</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Diod Zener 12 V</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Perintang 1k Ω</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2)</td> <td>1 set</td> </tr> <tr> <td>Meter pelbagai</td> <td>1 unit</td> </tr> <tr> <td>Bekalan kuasa 230 V AU</td> <td>1 unit</td> </tr> </tbody> </table>	Spesifikasi bahan dan komponen	Bilangan	Pengubah 230 V/12 V	1 unit	Penerus titi	1 unit	Pemuat 1000 μ F 25 V	1 unit	Diod Zener 12 V	1 unit	Perintang 1k Ω	1 unit	Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2)	1 set	Meter pelbagai	1 unit	Bekalan kuasa 230 V AU
Spesifikasi bahan dan komponen	Bilangan																	
Pengubah 230 V/12 V	1 unit																	
Penerus titi	1 unit																	
Pemuat 1000 μ F 25 V	1 unit																	
Diod Zener 12 V	1 unit																	
Perintang 1k Ω	1 unit																	
Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2)	1 set																	
Meter pelbagai	1 unit																	
Bekalan kuasa 230 V AU	1 unit																	
	3. Contoh penghasilan dan simulasi litar menggunakan perisian kejuruteraan dilakukan seperti di Rajah 3.36 (a) dan Rajah 3.36 (b) berikut: <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Rajah 3.36 (a) Litar simulasi menggunakan perisian kejuruteraan dalam keadaan OFF.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Rajah 3.36 (b) Litar simulasi menggunakan perisian kejuruteraan dalam keadaan ON.</p>																	

OBJEKTIF 2: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran pengubah dengan menggunakan perisian komputer.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Murid perlu menghasilkan litar bekalan arus terus dengan menggunakan perisian. 2. Murid menentukan justifikasi bentuk gelombang keluaran pada pengubah menggunakan perisian komputer. 3. Pengubah yang digunakan dalam bekalan kuasa AT ialah pengubah langkah turun atau dikenali dengan 'step-down transformer'. 4. Rajah 3.37 menunjukkan contoh kedudukan pengubah dalam litar bekalan kuasa AT dan bentuk gelombang yang dihasilkan. 5. Murid perlu merekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada pengubah menggunakan perisian komputer dalam ruangan yang disediakan. 6. Murid perlu membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran yang terhasil. Jawab di ruangan yang disediakan.  <p>Rajah 3.37 Contoh kedudukan pengubah dan bentuk gelombang yang dihasilkan.</p>
	Rekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada pengubah.
	Catatan justifikasi penghasilan gelombang keluaran bagi pengubah: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

OBJEKTIF 3: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran penerus titi dengan menggunakan perisian komputer.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Murid perlu menghasilkan litar bekalan arus terus dengan menggunakan perisian. 2. Murid menentukan justifikasi bentuk gelombang keluaran pada penerus titi menggunakan perisian komputer. 3. Penerus titi digunakan di dalam projek bekalan kuasa AT yang dihasilkan. Penerus titi merupakan jenis penerus gelombang penuh yang menggunakan empat diod separuh pengalir yang disusun dalam tatarajah tertentu. 4. Rajah 3.38 menunjukkan contoh kedudukan penerus titi dalam litar bekalan kuasa AT dan bentuk gelombang yang dihasilkan. 5. Murid perlu merekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada penerus titi menggunakan perisian komputer dalam ruangan yang disediakan. 6. Murid perlu membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran yang terhasil. Jawab di ruangan yang disediakan.  <p>Rajah 3.38 Contoh kedudukan penerus titi dan bentuk gelombang yang dihasilkan.</p>
	Rekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada penerus titi.
	Catatan justifikasi penghasilan gelombang keluaran bagi penerus titi: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

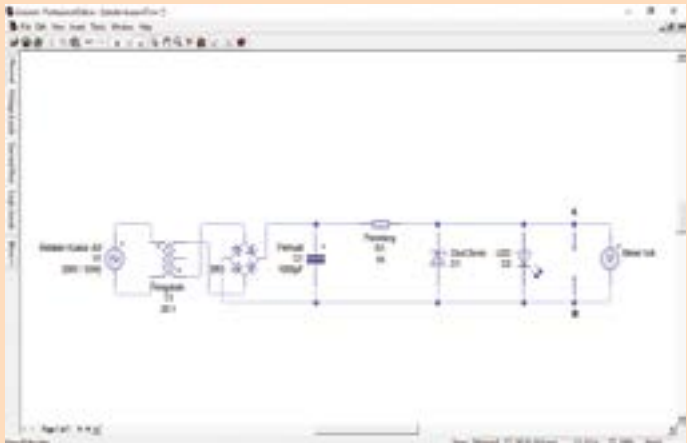
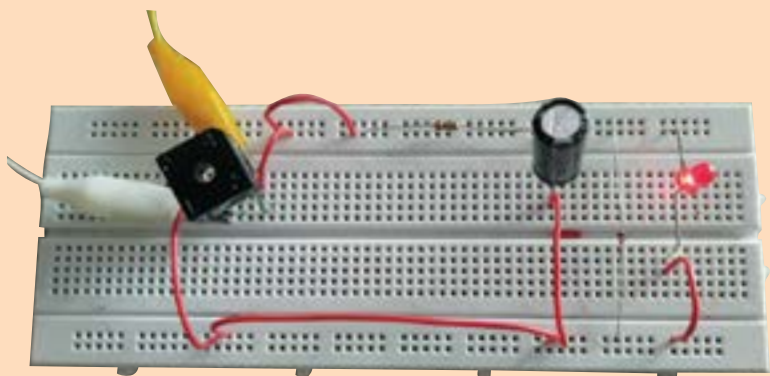
OBJEKTIF 4: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran penapis dengan menggunakan perisian komputer.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Murid perlu menghasilkan litar bekalan arus terus dengan menggunakan perisian. 2. Murid menentukan justifikasi bentuk gelombang keluaran pada penapis menggunakan perisian komputer. 3. Penapis jenis satu pemuat, C digunakan dalam litar penapis bagi litar bekalan AT ringkas ini. 4. Rajah 3.39 menunjukkan contoh kedudukan penapis dalam litar bekalan kuasa AT dan bentuk gelombang yang dihasilkan. 5. Murid perlu merekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada penapis menggunakan perisian komputer dalam ruangan yang disediakan. 6. Murid perlu membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran yang terhasil. Jawab di ruangan yang disediakan.  <p>Rajah 3.39 Contoh kedudukan penapis dan bentuk gelombang yang dihasilkan.</p>
	Rekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada penapis di ruangan ini.
	Catatan justifikasi penghasilan gelombang keluaran bagi penapis: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

OBJEKTIF 5: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran pengatur dengan menggunakan perisian komputer.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Murid perlu menghasilkan litar bekalan arus terus dengan menggunakan perisian. 2. Murid menentukan justifikasi bentuk gelombang keluaran pada pengatur menggunakan perisian komputer. 3. Pengatur voltan diod Zener digunakan dalam litar pengatur bagi litar bekalan AT ringkas ini. 4. Rajah 3.40 menunjukkan contoh kedudukan pengatur dalam litar bekalan kuasa AT dan bentuk gelombang yang dihasilkan. 5. Murid perlu merekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada pengatur menggunakan perisian komputer dalam ruangan yang disediakan. 6. Murid perlu membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran yang terhasil. Jawab di ruangan yang disediakan.  <p>Rajah 3.40 Contoh kedudukan pengatur dan bentuk gelombang yang dihasilkan.</p>
	Rekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada pengatur di ruangan ini.
	Catatan justifikasi penghasilan gelombang keluaran bagi pengatur: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

OBJEKTIF 6: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran beban dengan menggunakan perisian komputer.
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Murid perlu menghasilkan litar bekalan arus terus dengan menggunakan perisian. 2. Murid menentukan justifikasi bentuk gelombang keluaran pada beban menggunakan perisian komputer. 3. Diod pemancar cahaya, LED digunakan sebagai beban dalam litar bekalan AT ringkas ini. 4. Rajah 3.41 menunjukkan contoh kedudukan beban dalam litar bekalan kuasa AT dan bentuk gelombang yang dihasilkan. 5. Murid perlu merekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada beban menggunakan perisian komputer dalam ruangan yang disediakan. 6. Murid perlu membuat justifikasi bentuk gelombang keluaran yang terhasil. Jawab di ruangan yang disediakan.
	
	Rajah 3.41 Contoh kedudukan beban dan bentuk gelombang yang dihasilkan.
	Rekod hasil pengujian bentuk gelombang keluaran pada beban di ruangan ini.
	Catatan justifikasi penghasilan gelombang keluaran bagi beban:

LOGO SEKOLAH:	NAMA SEKOLAH:	
NAMA SUBJEK:	PENGAJIAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK DAN ELEKTRONIK	
KOD SUBJEK:	TINGKATAN: 4	TAHUN:
MANUAL AMALI BAGI PERKAKASAN PROJEK MINI BEKALAN KUASA ARUS TERUS		
TARIKH:		
NAMA MURID:		
NAMA GURU:		
KOMEN PENILAI:	MARKAH:	
NO. DOKUMEN:		
NO. SEMAKAN:		
BIL. MUKA SURAT:		
OBJEKTIF PROJEK:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyambung litar bekalan kuasa arus terus (AT). 2. Mencerap bentuk gelombang yang terhasil menggunakan osiloskop dan nilai keluaran bagi setiap peringkat penghasilan arus terus (AT) iaitu pengubah, penerus, penapis dan pengatur. 3. Menguji keberhasilan projek melalui nilai voltan keluaran dan inferens kerosakan pada prototaip projek bekalan kuasa AT. 4. Menyediakan laporan projek yang telah dijalankan. 	
Pada akhir amali murid akan dapat:		
SENARAI BAHAN:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengubah 230 V / 12 V dengan palam 3 kaki 13 A 2. Penerus titi KBPC610 atau setara 3. Pemuat 1000 μF 25 V 4. Diod Zener 12 V 5. Perintang 1k Ω 6. Papan reka (<i>breadboard</i>) 7. Kabel penyambung 	<ol style="list-style-type: none"> 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit 1 unit secukupnya
SENARAI PERALATAN:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Osiloskop dua saluran (CH1 dan CH2) 2. Meter pelbagai 3. Bekalan kuasa AU/AT (jika diperlukan) 	<ol style="list-style-type: none"> 2 set 1 unit 1 unit

B: Melaksanakan Objektif 1 Hingga 4 Menggunakan Perkakasan (Hardware)

OBJEKTIF 1: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat menyambung litar bekalan kuasa arus terus (AT).
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Membina prototaip litar bekalan kuasa AT di atas papan reka mengikut litar yang telah direka dengan menggunakan senarai bahan dan peralatan yang telah disediakan. Pemasangan prototaip litar bekalan kuasa AT di atas papan reka adalah mengikut kreativiti dan kefahaman murid terhadap penyambungan litar. Rajah 3.42 menunjukkan litar yang telah direka dan Foto 3.5 menunjukkan contoh sambungan litar di atas papan reka.
	 <p>Rajah 3.42</p>
	 <p>Foto 3.5</p>

OBJEKTIF 2: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat mencerap bentuk gelombang yang terhasil menggunakan osiloskop dan nilai keluaran bagi litar pengubah.																
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Setkan tombol kawalan osiloskop mengikut penetapan berikut: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Tombol Kawalan</th> <th>Penetapan/Setting</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO</td> <td>AUTO</td> </tr> <tr> <td>(ii) Suis Pemilihan saluran</td> <td>Mod AUTO</td> </tr> <tr> <td>(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian</td> <td>5 Ms/bahagian</td> </tr> <tr> <td>(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian</td> <td>V/bahagian 5</td> </tr> </tbody> </table> Sambungkan terminal kuar CH1 dan kuar CH2 di bahagian masukan dan keluaran pengubah. Hidupkan punca bekalan kuasa. Hidupkan suis osiloskop. Dapatkan bentuk gelombang VS1 dan VS2 secara serentak. Cerap bentuk dan nilai voltan puncak ke puncak V_{pp} serta lakarkan bentuk gelombang yang dipaparkan oleh osiloskop di dalam Jadual 3.12. Buat pemerhatian dan perbandingan berkaitan dengan bentuk gelombang masukan dan keluaran bagi pengubah. Tanggalkan kuar CH1 dan CH2. Tutup bekalan osiloskop dan pengubah. 	Tombol Kawalan	Penetapan/Setting	(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO	(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO	(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 Ms/bahagian	(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	V/bahagian 5						
Tombol Kawalan	Penetapan/Setting																
(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO																
(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO																
(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 Ms/bahagian																
(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	V/bahagian 5																
	<p>Jadual 3.12 Keputusan.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dapatan dari osiloskop</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Saluran CH1</th> <th colspan="2">Saluran CH2</th> </tr> <tr> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Dapatan dari osiloskop				Saluran CH1		Saluran CH2		Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}				
Dapatan dari osiloskop																	
Saluran CH1		Saluran CH2															
Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}														

OBJEKTIF 3: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat mencerap bentuk gelombang yang terhasil menggunakan osiloskop dan nilai keluaran bagi litar penerus titi.																
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Sambungkan penerus titi KBPC610 dan perintang 100 Ω pada litar pengubah. Setkan tombol kawalan osiloskop mengikut penetapan berikut: <table border="1" data-bbox="351 338 1274 622"> <thead> <tr> <th>Tombol Kawalan</th> <th>Penetapan/ Setting</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO</td> <td>AUTO</td> </tr> <tr> <td>(ii) Suis Pemilihan saluran</td> <td>Mod AUTO</td> </tr> <tr> <td>(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian</td> <td>5 ms/bahagian</td> </tr> <tr> <td>(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian</td> <td>5 V/bahagian</td> </tr> </tbody> </table> Sambungkan terminal kuar CH1 di bahagian keluaran pengubah. Sambungkan terminal kuar CH2 di bahagian penerus titi. Hidupkan punca bekalan kuasa. Hidupkan suis osiloskop. Dapatkan bentuk gelombang VS1 dan VS2 secara serentak. Cerap bentuk dan nilai voltan puncak ke puncak V_{pp} bagi pengubah dan nilai voltan puncak, V_p bagi penerus titi. Kemudian lakarkan bentuk gelombang yang dipaparkan oleh osiloskop di dalam Jadual 3.13. Buat pemerhatian dan perbandingan berkaitan dengan bentuk gelombang keluaran bagi pengubah dengan penerus titi. Tanggalkan kuar CH1 dan CH2. Tutup bekalan osiloskop dan pengubah. 	Tombol Kawalan	Penetapan/ Setting	(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO	(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO	(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 ms/bahagian	(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	5 V/bahagian						
Tombol Kawalan	Penetapan/ Setting																
(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO																
(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO																
(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 ms/bahagian																
(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	5 V/bahagian																
	<p style="text-align: center;">Jadual 3.13 Keputusan.</p> <table border="1" data-bbox="351 1317 1274 1684"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dapatan dari osiloskop</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Saluran CH1</th> <th colspan="2">Saluran CH2</th> </tr> <tr> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Dapatan dari osiloskop				Saluran CH1		Saluran CH2		Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}				
Dapatan dari osiloskop																	
Saluran CH1		Saluran CH2															
Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}														

OBJEKTIF 4: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat mencerap bentuk gelombang yang terhasil menggunakan osiloskop dan nilai keluaran bagi litar penapis pemuat, C.																
LANGKAH KERJA:	<ol style="list-style-type: none"> Sambungkan pemuat 1000 μF 25 V dan perintang 100 Ω pada litar penerus titi. Setkan tombol kawalan osiloskop mengikut penetapan berikut: <table border="1" data-bbox="1822 338 2759 622"> <thead> <tr> <th>Tombol Kawalan</th> <th>Penetapan/Setting</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO</td> <td>AUTO</td> </tr> <tr> <td>(ii) Suis Pemilihan saluran</td> <td>Mod AUTO</td> </tr> <tr> <td>(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian</td> <td>5 ms/bahagian</td> </tr> <tr> <td>(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian</td> <td>5 V/bahagian</td> </tr> </tbody> </table> Sambungkan terminal kuar CH2 di bahagian penerus titi. Sambungkan terminal kuar CH2 di bahagian penapis pemuat, C. Hidupkan punca bekalan kuasa. Hidupkan suis osiloskop. Dapatkan bentuk gelombang VS1 dan VS2 secara serentak. Cerap bentuk dan nilai voltan puncak ke puncak V_{pp} serta lakarkan bentuk gelombang yang dipaparkan oleh osiloskop di dalam Jadual 3.14. Buat pemerhatian dan perbandingan berkaitan dengan bentuk gelombang keluaran bagi penerus titi dengan penapis pemuat, C. Tanggalkan kuar CH1 dan CH2. Tutup bekalan osiloskop dan pengubah. 	Tombol Kawalan	Penetapan/Setting	(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO	(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO	(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 ms/bahagian	(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	5 V/bahagian						
Tombol Kawalan	Penetapan/Setting																
(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO	AUTO																
(ii) Suis Pemilihan saluran	Mod AUTO																
(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian	5 ms/bahagian																
(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian	5 V/bahagian																
	<p style="text-align: center;">Jadual 3.14 Keputusan.</p> <table border="1" data-bbox="1822 1213 2759 1607"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dapatan dari osiloskop</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Saluran CH1</th> <th colspan="2">Saluran CH2</th> </tr> <tr> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> <th>Bentuk gelombang</th> <th>Nilai V_{pp}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Dapatan dari osiloskop				Saluran CH1		Saluran CH2		Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}				
Dapatan dari osiloskop																	
Saluran CH1		Saluran CH2															
Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}														

OBJEKTIF 5: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat mencerap bentuk gelombang yang terhasil menggunakan osiloskop dan nilai keluaran bagi litar pengatur voltan diod Zener.			
LANGKAH KERJA:	1. Sambungkan diod Zener 12 V dan perintang 100 Ω pada litar penerus titi.			
	2. Setkan tombol kawalan osiloskop mengikut penetapan berikut:			
	Tombol Kawalan		Penetapan/Setting	
	(i) Suis AC/Gnd/DC/AUTO		AUTO	
	(ii) Suis Pemilihan saluran		Mod AUTO	
	(iii) Pemboleh ubah masa/bahagian		5 ms/bahagian	
	(iv) Pemboleh ubah volt/bahagian		5 V/bahagian	
	3. Sambungkan terminal kuar CH1 di bahagian penapis pemuat, C.			
	4. Sambungkan terminal kuar CH2 di bahagian pengatur voltan.			
	5. Hidupkan punca bekalan kuasa.			
	6. Hidupkan suis osiloskop.			
7. Dapatkan bentuk gelombang VS1 dan VS2 secara serentak.				
8. Cerap bentuk dan nilai voltan puncak ke puncak V_{pp} serta lakarkan bentuk gelombang yang dipaparkan oleh osiloskop di dalam Jadual 3.15.				
9. Buat pemerhatian dan perbandingan berkaitan dengan bentuk gelombang keluaran bagi penapis pemuat, C dengan pengatur voltan diod zener.				
10. Tanggalkan kuar CH1 dan CH2.				
11. Tutup bekalan osiloskop dan pengubah.				
Jadual 3.15 Keputusan.				
Dapatan dari osiloskop				
Saluran CH1		Saluran CH2		
Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	Bentuk gelombang	Nilai V_{pp}	

OBJEKTIF 6: (SIMULASI)	Pada akhir amali, murid akan dapat menguji keberhasilan projek melalui nilai voltan keluaran dan inferens kerosakan pada prototaip projek bekalan kuasa AT.	
LANGKAH KERJA:	1. Sambungkan terminal kuar meter volt atau meter pelbagai di bahagian keluaran beban.	
	2. Hidupkan punca bekalan kuasa.	
	3. Dapatkan bacaan voltan, catatkan dalam Jadual 3.16 dan pastikan bekalan keluaran bersesuaian dengan jam loceng atau jam dinding yang hendak diuji.	
	4. Jika hasil pengujian tidak berjaya, proses inferens kerosakan dalam litar perlu dijalankan. Bincangkan dan isikan dalam Jadual 3.16.	
	Jadual 3.16 Keputusan.	
	Pengukuran nilai meter volt atau meter pelbagai	
	Nilai Voltan Keluaran
	Contoh inferens kerosakan pada projek.	
	Jadual 3.17 Hasil pengujian projek.	
	Inferens Permasalahan Projek	Langkah Penyelesaian
	(i) Kerosakan pada pengubah Inferens Kerosakan: Nilai bacaan voltan keluaran 0 V dan tiada bacaan voltan AU pada belitan sekunder. Bacaan meter pelbagai pada rintangan belitan sekunder ialah infiniti dan nilai bacaan rintangan rendah pada belitan primer. Belitan sekunder pengubah terbuka atau rosak.	Pengubah perlu diganti
(ii) Kerosakan pada penerus gelombang penuh titi Inferens Kerosakan: Nilai bacaan voltan rendah dan terdapat voltan riak. Komponen diod penerus titi dalam keadaan terbuka atau rosak.	Diod penerus titi perlu diganti	
(iii) Kerosakan pada pemuat, C pada litar penapis Inferens Kerosakan: Nilai bacaan voltan rendah, paras voltan riak bertambah. Pengaturan voltan lemah. Komponen pemuat dalam keadaan terbuka atau rosak.	Pemuat perlu diganti	

C: Melaksanakan Objektif 7 – Laporan Projek

OBJEKTIF 7:	Murid menyediakan laporan projek yang telah dijalankan.
LANGKAH KERJA:	<ul style="list-style-type: none"> (i) PENDAHULUAN <ul style="list-style-type: none"> • Ringkasan masalah yang dikaji • Pernyataan masalah (ii) KEMAHIRAN MENGORGANISASI <ul style="list-style-type: none"> • Carta Gantt • Gambar rajah Blok • Carta Alir (iii) ANALISIS PROTOTAIP <ul style="list-style-type: none"> • Keberfungsian/ Pengujian • Cadangan penambahbaikan (iv) KESIMPULAN (v) LAMPIRAN <ul style="list-style-type: none"> • Manual amali perisian • Manual amali perkakasan (vi) BIBLIOGRAFI
	1. Laporan boleh disediakan seperti di lampiran.

Lampiran			
NAMA MURID			
NO. KAD PENGENALAN			
NAMA SEKOLAH			
TINGKATAN		TARIKH	
BIL.	AKTIVITI KERJA	HURAIAN	
1.	PENDAHULUAN • Ringkasan masalah yang dikaji • Pernyataan masalah		
2.	KEMAHIRAN MENGORGANISASI • Carta Gantt • Gambar rajah Blok • Carta Alir		
3.	ANALISIS PROTOTAIP • Keberfungsian/Pengujian • Cadangan penambahbaikan		
4.	KESIMPULAN		
5.	LAMPIRAN • Manual Amali Perisian • Manual Amali Perkakasan		
6.	BIBLIOGRAFI		

Latihan

Pernyataan Masalah:

Penggunaan komputer riba dan tablet di dalam aktiviti pembelajaran abad ke-21 bukan lagi sesuatu yang asing bagi murid di sekolah. Perkongsian penggunaan komputer riba dan tablet dalam kalangan murid menyebabkan beberapa masalah timbul seperti kehilangan alat pengecas bateri dan kerosakan pada bateri boleh cas semula apabila digunakan dalam jangka masa yang lama. Oleh itu, bekalan kuasa arus terus sangat diperlukan bagi menggantikan alat pengecas komputer riba dan tablet yang hilang dan boleh dikekalkan di dalam kelas bagi penggunaan keperluan murid untuk pembelajaran yang memerlukan penggunaan komputer riba dan tablet. Namun begitu, penggantian semula alat pengecas bateri komputer dan tablet akan memberi kesan peningkatan kos yang tinggi. Bagi menyelesaikan masalah tersebut, murid dicadangkan membina satu litar bagi menggantikan penggunaan alat pengecas bateri kepada bekalan kuasa AT yang lebih efisien dari segi kos dan nilai alat ganti. Litar bekalan kuasa AT tersebut adalah mengikut keperluan bekalan kuasa peralatan iaitu di antara 15 V hingga 19 V.

Arahan:

1. Anda diminta untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan. Berdasarkan senarai komponen yang diberikan, rancang kerja anda. Seterusnya bina satu litar bekalan kuasa AT.
2. Idea reka bentuk kejuruteraan ini akan diuji kefungsiannya dengan menggunakan simulasi perisian kejuruteraan. Apabila simulasi perisian telah berjaya mendapat keputusan yang dikehendaki, seterusnya pemasangan sistem dilakukan.
3. Litar bekalan kuasa AT tersebut perlu diuji sekali lagi untuk melihat kefungsiannya.
4. Spesifikasi sistem adalah seperti berikut:
 - i. Sumber tenaga: bekalan kuasa AT untuk alat pengecas bateri komputer riba dan tablet.
 - ii. Pengecas bateri jenis komputer riba 19 V; atau
 - iii. Pengecas bateri jenis tablet 15 V.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/pengenalan-papan-reka-breadboard/> untuk mengetahui lebih lanjut mengenai kaedah penggunaan papan reka (*breadboard*).

LAMPIRAN 2



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/asas-penggunaan-kalkulator/> untuk mengetahui lebih lanjut mengenai asas penggunaan kalkulator.

LAMPIRAN 3



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/penggunaan-kalkulator-melibatkan-bentuk-polar-dan-rectangular/> untuk mengetahui lebih lanjut mengenai penggunaan kalkulator melibatkan bentuk *polar* dan *rectangular*.

LAMPIRAN 4



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://www.youtube.com/watch?v=l7iNdqN53xs> untuk mengetahui lebih lanjut bagi menguji komponen perintang menggunakan meter pelbagai.

LAMPIRAN 5



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/menguji-komponen-diod-menggunakan-meter-pelbagai/> untuk mengetahui lebih lanjut bagi menguji komponen diod menggunakan meter pelbagai.

LAMPIRAN 6



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/menguji-komponen-pemuat-menggunakan-meter-pelbagai/> untuk mengetahui lebih lanjut bagi menguji komponen pemuat menggunakan meter pelbagai.

LAMPIRAN 7



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/menguji-komponen-pearuh-menggunakan-meter-pelbagai/> untuk mengetahui lebih lanjut bagi menguji komponen pearuh menggunakan meter pelbagai.

GLOSARI



Sila Imbas

Layari laman sesawang <https://arasmega.com/qr-link/glosari-3/> untuk mengetahui glosari yang terdapat dalam buku teks ini.

RUJUKAN

- Abdull Hamid Othman, Chia Song Choy, K. Viswanathan, & Zulkarnain Md. Amin. (1993). *Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Antonio Luque and Steven Hegedus. (2003). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Board of Engineers Malaysia. (2012). *Code of Ethics/Regulation*. <http://www.bem.org.my/documents/20181/33826/codeconduct+%28Rev.0-20161027%29.pdf>. (Dicapai pada 25 Jun 2019)
- Board of Engineers Malaysia. (2005). *Guidelines for Code of Professional Conduct*. Circular No. 3/2005. <http://apec-emf.org/wp-content/uploads/2013/12/BEM-code-of-professional-conduct.pdf>. (Dicapai pada 11 April 2019)
- Dennis L. Eggleston. (2011). *Basics Electronics for Scientists and Engineers*. Cambridge University Press.
- International Engineering Alliance. (2014). *25 Years Washington Accord*. <https://www.ieagreements.org/assets/Uploads/Documents/History/25YearsWashingtonAccord-A5booklet-FINAL.pdf>. (Dicapai pada 5 April 2019)
- Jabatan Standard Malaysia. (2017). *"MS 1182:2017 Classification of Fires", First Edition*.
- Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA). (2009). *Dasar Teknologi Hijau Negara*. <https://www.perpaduan.gov.my/sites/default/files/Dasar%20Teknologi%20Hijau%20Negara%20II.pdf>. (Dicapai pada 14 Mei 2019)
- Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA). (2011). *Taklimat Dasar Teknologi Hijau*. http://www.ikkm.edu.my/images/Awam/Penerbitan/Koleksi_Ilmiah/kertaskerja1dan2-TAKLIMATDASARTEKNOLOGIHIAU-Kettha-110.pdf. (Dicapai pada 18 Mei 2019)
- Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA). (2016). Seminar Penambahbaikan Garis Panduan Perolehan ICT Kerajaan 2016, *"Dasar Teknologi Hijau dan Inisiatif Perolehan Hijau*. <https://www.mampu.gov.my/en/penerbitan-mampu/send/208-seminar-penambahbaikan-garis-panduan-perolehan-ict-kerajaan-2016/969-2-dasar-teknologi-hijau-dan-inisiatif-perolehan-hijau-kettha>. (Dicapai pada 2 September 2019)
- Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air (KeTTHA). (2016). *Pelan Induk Teknologi Hijau Negara*. <https://www.mampu.gov.my/en/penerbitan-mampu/send/208-seminar-penambahbaikan-garis-panduan-perolehan-ict-kerajaan-2016/969-2-dasar-teknologi-hijau-dan-inisiatif-perolehan-hijau-kettha>. (Dicapai pada 30 Julai 2019)
- Kementerian Teknologi, Tenaga Hijau dan Air. (2009). *National Green Technology Policy*. Perpustakaan Negara Malaysia. <http://www.gunungganang.com.my/pdf/Malaysian-Policies-Standards-Guidelines/Policy/National%20Green%20Technology%20Policy%202009.pdf>. (Dicapai pada 21 Mac 2019)
- Mitchel E. Schultz. (2011). *Grob's Basic Electronics*. McGraw Hill.
- Mohamed Nazi bin Haji Mustafa, Ramli bin Jiman & Nawawi Mohd Jan. (2010). *Aplikasi Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4 dan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Mohammad Zaid Mustafa, Ahmad Rizal Madar, Ashari Sikor, Mohd Safie Idris, Azmanirah Ab Rahman, Nor Lisa Sulaiman. (2008). *Elektronik Industri*. Fakulti Pendidikan Teknikal, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.

Mohd Isa bin Idris, Sabariah binti Haji Bohanudin, Norjah binti Janudin, Norani binti Hamzah, & Salwani binti Mohd Daud. (2002). *Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

M. R. Islam, R. Saidur, N. A. Rahim, and K. H. Solangi . (2009). "Renewable Energy Research in Malaysia". Universiti Malaya.

Nik Safiah Karim, Farid M. Onn, Hashim Haji Musa & Abdul Hamid Mahmood. (2011). *Tatabahasa Dewan (Edisi Ketiga)*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

National Institute of Occupational and Safety and Health (NIOSH) Malaysia. (2017). "Keselamatan Elektrik". [http://www.niosh.com.my/publication/fyi-bulletin/fyi-bulletin 2017/item/download/83_abf5209ecb88a1760bc990e374c08daa](http://www.niosh.com.my/publication/fyi-bulletin/fyi-bulletin%2017/item/download/83_abf5209ecb88a1760bc990e374c08daa). (Dicapai pada 3 Mei 2019)

Sabariah binti Haji Bohanudin & Maimunah Husien. (2010). *Prinsip Elektrik dan Elektronik Tingkatan 4 dan 5*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Stanley R. Bull. (2001). "Renewable Energy Today and Tomorrow."

Sustainable Energy Development Authority (SEDA). (2012). "The Renewable Energy Road Map." https://www.st.gov.my/ms/contents/presentations/national_energy_security_conference_2012/slide7%20-the%20renewable%20energy%20road%20map_seda.pdf. (Dicapai pada 21 Jun 2019)

Temubual Galeri@1, RTM 1, Y. Bhg. Dato' Dr Halim Bin Man, Ketua Setiausaha Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KeTTHA). <http://www.melakagreentech.gov.my>. (Dicapai pada 23 April 2019)

Tenaga Nasional Berhad. (2014). *Energy Watch*. <https://www.tnb.com.my/suppliers-investors-media-relations/energy-watch>. (Dicapai pada 2 Ogos 2019)

Undang-Undang Malaysia. (2015). *Akta Perkhidmatan Bomba, 1988 (Akta 341)*. Percetakan Nasional Malaysia Berhad.

Undang-Undang Malaysia. (2015) *Akta Pendaftaran Jurutera 1967 (Pindaan 2015)*. Percetakan Nasional Malaysia Berhad.

Undang-Undang Malaysia. (2018). *Occupational Safety and Health (Act 514)*. <http://www.dosh.gov.my/index.php/ms/perundangan/akta/563-02-akta-keselamatan-dan-kesihatan-pekerjaan-1994-akta-514/file>. (Dicapai pada 8 April 2019)

INDEKS

A

Ampere 48, 49, 74, 117, 119, 121
 Angker 86
 Aras tenaga 163, 173, 179
 Arus bocor 18, 26, 173, 176, 177
 Arus terus 32, 34, 43, 44, 46, 47, 87, 143, 155, 156, 160, 162, 163, 164, 182, 198, 200, 201, 205
 Arus ulang-alik 32, 34, 43, 44, 85, 114, 162, 182

B

Bahan jenis N 165, 166, 167, 168, 170, 172, 174, 175, 176
 Bahan jenis P 165, 166, 167, 169, 170, 172, 174, 175, 176
 Bekalan kuasa AT iv, 77, 79, 81, 162, 182, 183, 184, 185, 191, 192, 194, 195, 200, 201, 22, 203, 204, 205, 206, 211, 213
 Beza fasa 114, 120
 Beza upaya 49, 96

C

Cas elektrik 96

D

Daya gerak elektrik 49
 Dielektrik 96, 98, 103, 104
 Diod germanium 189
 Diod kuasa 178, 182
 Diod silikon 180, 189
 Diod zener 178, 182, 187, 194, 199, 203, 205, 210

E

Elektromagnet 6, 47, 101
 Elektron bebas 166, 168, 169, 170, 174
 Elektron-volt (Ev) 177

F

Faktor kuasa 12, 117, 119, 120, 127, 129, 131, 137, 138, 139
 Fluks magnet 85, 86
 Fokus iv, 93, 94
 Frekuensi 34, 85, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 114, 127, 182

G

Galangan 85, 114, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
 Gambar rajah vektor 85, 116, 128, 134, 135, 136
 Gandaan voltan 96
 Gelombang sinus 87, 88, 89, 93, 94

H

Had terima 69, 70, 71, 98, 99, 100
 Halangan 174, 176
 Hukum Arus Kirchhoff 46, 51, 82, 133
 Hukum Kirchhoff 46, 50, 51, 55, 77, 79
 Hukum Ohm 46, 50, 55, 58, 59, 114, 181
 Hukum Voltan Kirchhoff 46, 51, 55, 180

I

Ikatan kovalen 64, 66, 68, 170
 Instrinsik 162, 167

J

Jalur pengaliran 168, 169, 170, 177, 179
 Jalur terlarang 179
 Jalur valensi 168, 169, 170, 177, 179
 Jurang tenaga 179

K

Kearuhan 85, 100, 101, 102, 106, 107, 114, 122, 126
 Kejutan elektrik 18, 19, 22
 Kelas kebakaran 22
 Kemalangan elektrik 16, 18, 31
 Kemuatan 85, 96, 97, 98, 99, 102, 104, 114, 122, 124
 Kerosakan elektrik 20
 Kestabilan 69
 Komponen pasif 96, 100, 116
 Kuasa ketara 117, 119, 121, 127, 129, 131, 133, 134, 135, 137
 Kuasa nyata 117, 119, 121, 127, 129, 131, 133, 134
 Kuasa regangan 117, 119, 121, 127, 129, 131, 133, 134, 135,

L

Lapisan susutan 173, 174, 175, 176
 Layar osiloskop 90, 92, 93, 94, 95
 Lesapan kuasa 53, 77, 78, 80, 82
 Litar bekalan kuasa AT 182, 183, 184, 185, 191, 195, 213
 Litar bersepadu 9, 96, 164
 Litar perintang 55, 56, 63, 85, 114, 115
 Litar perintang siri 55, 63
 Litar selari RC 63
 Litar siri RL RC 85
 Litar selari 46, 57, 60, 61, 62, 73, 79, 80, 104, 105, 107, 108, 133, 134, 135
 Litar siri RLC 116, 120, 132

M

Medan elektrik 96
 Medan elektrostatik 174, 175, 176
 Medan magnet 85, 86, 100, 101

Meter ampere 74
 Meter ohm 69, 74
 Meter pelbagai 46, 49, 58, 59, 69, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 94, 142, 145, 148, 153, 155, 157, 194, 199, 205, 211
 Meter tenaga 4
 Meter upaya 72
 Meter volt 74, 75, 194, 211
 Motor elektrik 7, 25

N

Neutron 47, 48, 165
 Nod 51, 55, 60

O

Orbit 47, 163, 166, 179
 Orbit valensi 179
 Osiloskop 85, 90, 91, 92, 93, 94, 182, 194, 196, 199, 205, 207, 208, 209, 114, 115, 116, 210

P

Pearuh 85, 96, 100, 101, 107, 108, 109, 110, 114, 115, 116, 117, 120, 127, 131, 133, 134, 135, 136
 Pearuh boleh ubah 101
 Pearuh teras besi 101
 Pearuh teras udara 101
 Pemadam api 21, 22, 26
 Pemancar 173, 178, 182, 187, 190, 194
 Pembahagi arus 46, 56, 57, 61
 Pembahagi voltan 46, 56, 58, 59, 61
 Pembawa terbanyak 167, 169
 Pembawa tersedikit 169, 170, 176, 177
 Pembumian 25
 Pemuat 85, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 114, 116, 120, 126, 129, 131, 134, 135
 Pemuat boleh ubah 97, 9
 Pemuat selari 103
 Pemuat siri 102, 104
 Pemuat tetap 97
 Pemutus litar arus baki 26
 Penapis 183, 184, 187, 192, 198, 202, 205, 209, 210, 211
 Penebatan 26
 Penerus 44, 173, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 192, 194, 195, 196
 Penerus gelombang penuh 183, 185, 186
 Penerus setengah gelombang 185
 Penerus titi 183, 194, 195, 196, 198, 199, 201, 205, 208, 209, 211
 Pengatur voltan 44, 182, 183, 184, 187
 Pengatur voltan diod zener 187, 203, 210
 Pengujian 142, 143, 144, 146, 147, 152, 158, 159, 193, 195, 195, 212
 Penjana AU 85, 86
 Penjana fungsi 90, 91, 93, 94
 Peranti pelindung 26
 Peraturan keselamatan 24, 25
 Perintang tetap 69
 Pertolongan cemas 16, 23, 26

R

Regangan berkearuhan 122, 131, 133
 Regangan berkemuatan 131

S

Sawar upaya 173, 174, 176, 177, 179
 Segi tiga galangan 117, 119, 121, 132
 Segi tiga kuasa 117, 119, 121
 Segi tiga voltan 116, 118, 120, 121, 139
 Separuh pengalir ekstrinsik 165, 169
 Stesen jana kuasa 5
 Sukuan 113
 Susut voltan 46, 51, 56, 59, 60, 61, 63, 77, 180

T

Tenaga elektrik 5, 34, 40, 41, 50, 74, 85, 96, 143, 164, 171
 Tenaga cahaya 41
 Tenaga mekanik 34, 41, 85
 Tenaga solar 40, 41, 42, 43, 143
 Teras besi 101
 Teras udara 101
 Termistor 72
 Trivalen 166

V

Varistor 72
 Voltan aktif 139
 Voltan lutut 173, 176, 177, 179
 Voltan puncak ke puncak 85, 87, 88, 89, 92, 95, 207, 208, 209, 210
 Voltan regangan 139
 Voltan songsang 173, 176

Dengan ini **SAYA BERJANJI** akan menjaga buku ini dengan baiknya dan bertanggungjawab atas kehilangannya, serta mengembalikannya kepada pihak sekolah pada tarikh yang ditetapkan.

Skim Pinjaman Buku Teks			
Sekolah _____			
Tahun	Tingkatan	Nama Penerima	Tarikh Terima
Nombor Perolehan: _____ Tarikh Penerimaan: _____ BUKU INI TIDAK BOLEH DIJUAL			



RM22.20

ISBN 978-967-2212-59-1



789672 212591

FT554003