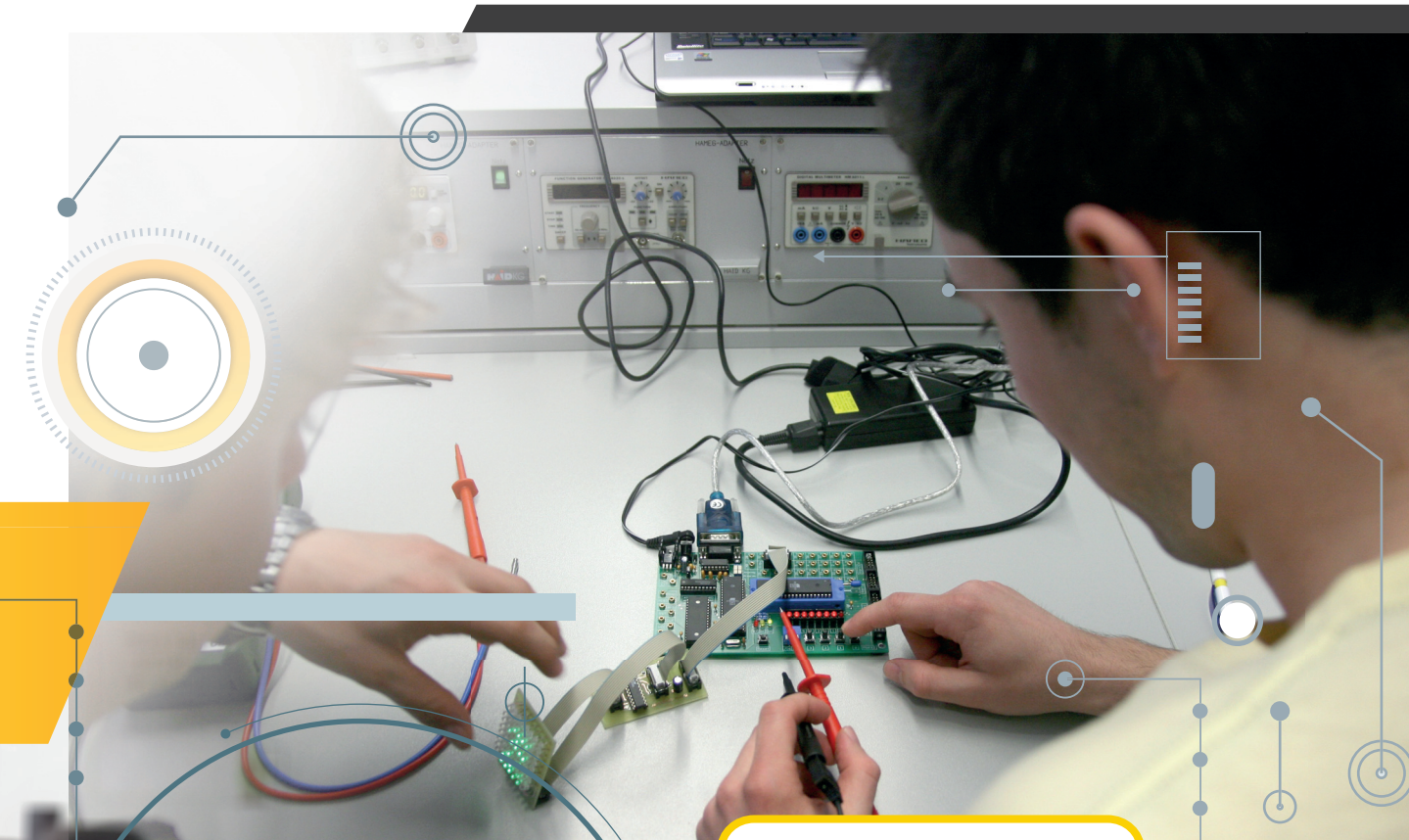


Standard Kandungan

- 6.1 Proses Reka Bentuk Kejuruteraan
- 6.2 Pengurusan Projek
- 6.3 Hasil Projek
- 6.4 Laporan Projek
- 6.5 Pembentangan Projek



Modul Projek Akhir memberikan peluang kepada murid untuk mengaplikasikan keseluruhan pengetahuan yang dipelajari sebelum ini untuk menghasilkan sebuah projek. Murid mempelajari aspek tentang pengurusan projek dengan mengamalkan beberapa prosedur tertentu seperti membina aliran proses reka bentuk dan kaedah pengurusan projek. Seterusnya, murid akan mencipta prototaip yang akan diuji kefungsiannya dan membentangkan dapatan projek melalui laporan.



■ KATA KUNCI

- Carta Gantt
- Jadual WiWW
- Kos efektif
- Laporan akhir
- Masalah
- Menganalisis
- Mengenal pasti
- Mereka bentuk
- Nilai komersil
- Pembentangan
- Pengurusan projek
- Penyelesaian
- Prototaip
- Tenaga hijau



3.1 PROSES REKA BENTUK KEJURUTERAAN



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

6.1.1 Menerangkan aliran proses reka bentuk kejuruteraan.

- (a) Mengenal pasti masalah
- (b) Menganalisis masalah
- (c) Mereka bentuk cadangan penyelesaian
- (d) Memilih penyelesaian
- (e) Membina prototaip
- (f) Menguji prototaip
- (g) Penambahbaikan reka bentuk mengikut keperluan

Reka bentuk kejuruteraan merupakan reka bentuk produk atau reka bentuk sistem yang menggabungkan disiplin ilmu kejuruteraan untuk mencapai tujuan yang dikehendaki atau menyelesaikan masalah tertentu. Reka bentuk boleh menjadi sama ada reka bentuk produk baharu atau inovasi daripada produk sedia ada dengan menambah baik sistem.

3.1.1 Aliran Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

Dalam reka bentuk kejuruteraan, terdapat tujuh proses yang perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil produk yang diinginkan. Tujuh proses tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam carta alir Rajah 3.1.1.



Rajah 3.1.1 Carta alir proses reka bentuk kejuruteraan



3.2 Pengurusan Projek



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

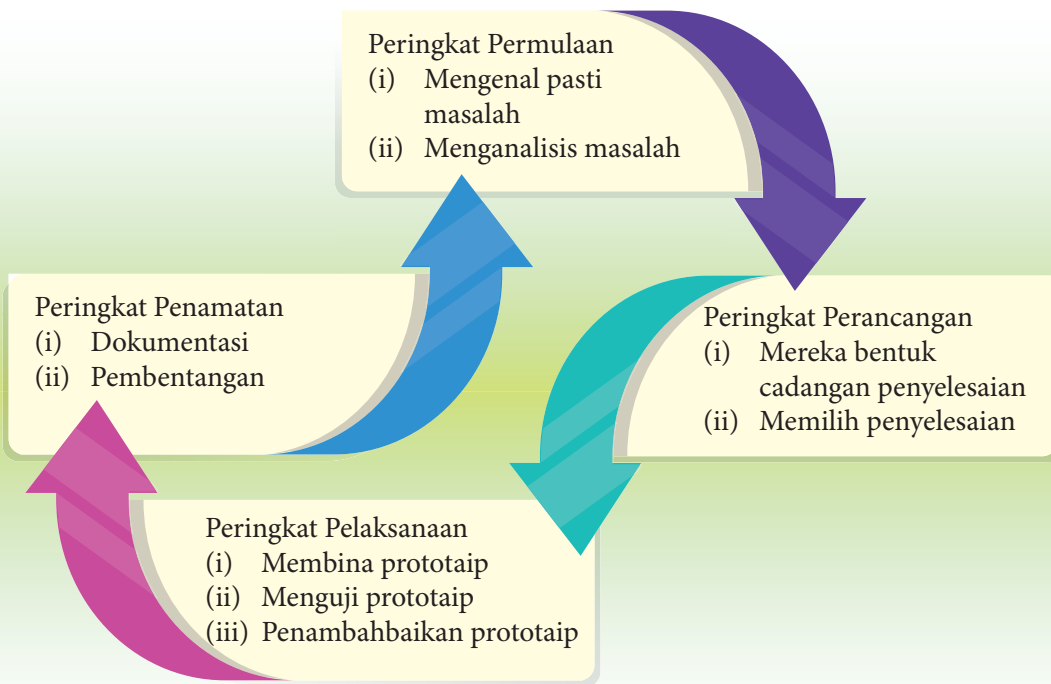
- 6.2.1** Mengenal pasti peringkat dalam pengurusan projek.
 - (a) Peringkat permulaan
 - (b) Peringkat perancangan
 - (c) Peringkat perlaksanaan
 - (d) Peringkat penamatan
- 6.2.2** Menerangkan kaedah pengurusan projek.
 - (a) Pengurusan skop kerja
 - (b) Pengurusan masa
 - (c) Pengurusan kewangan
 - (d) Dokumentasi
- 6.2.3** Memetakan proses reka bentuk kejuruteraan dengan peringkat pengurusan projek
 - (a) Peringkat permulaan
 - (i) mengenal pasti masalah
 - (ii) menganalisis masalah
 - (b) Peringkat perancangan
 - (i) mereka bentuk cadangan penyelesaian
 - (ii) memilih penyelesaian
 - (c) Peringkat pelaksanaan
 - (i) membina prototaip
 - (ii) menguji prototaip
 - (iii) penambahbaikan prototaip
 - (d) Peringkat penamatan
 - (i) dokumentasi
 - (ii) pembentangan
- 6.2.4** Mengaplikasikan proses reka bentuk kejuruteraan dalam proses pengurusan

Pengurusan projek amat penting dalam menjalankan suatu projek agar dapat dilakukan secara bersistematik. Oleh itu, pelaksanaan projek perlu dijalankan mengikut peringkat yang tertentu. Kaedah pengurusan projek melalui pengurusan skop kerja, masa, kewangan, dan dokumentasi amat penting dalam melancarkan aktiviti projek. Kesemuanya akan dibincangkan dalam subtopik yang seterusnya.

3.2.1 Peringkat dalam Pengurusan Projek

Dalam pengurusan projek terdapat empat peringkat iaitu:

- (a) Peringkat permulaan
- (b) Peringkat perancangan
- (c) Peringkat pelaksanaan
- (d) Peringkat penamatan



Rajah 3.2.1 Kitar pengurusan projek

Rajah 3.2.1 menunjukkan kitar pengurusan projek. Keempat-empat peringkat ini mempunyai aktiviti yang tersendiri yang perlu dicapai bagi memastikan kitaran pelaksanaan projek ini teratur dan dapat dilaksanakan. Kitaran pengurusan projek ini juga dikenali sebagai kitaran teknik PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

3.2.2 Menerangkan Kaedah Pengurusan Projek

Kaedah pengurusan projek dilihat pada empat elemen yang disenaraikan iaitu:

- Pengurusan skop kerja
- Pengurusan masa
- Pengurusan kewangan
- Dokumentasi

(a) Pengurusan Skop Kerja

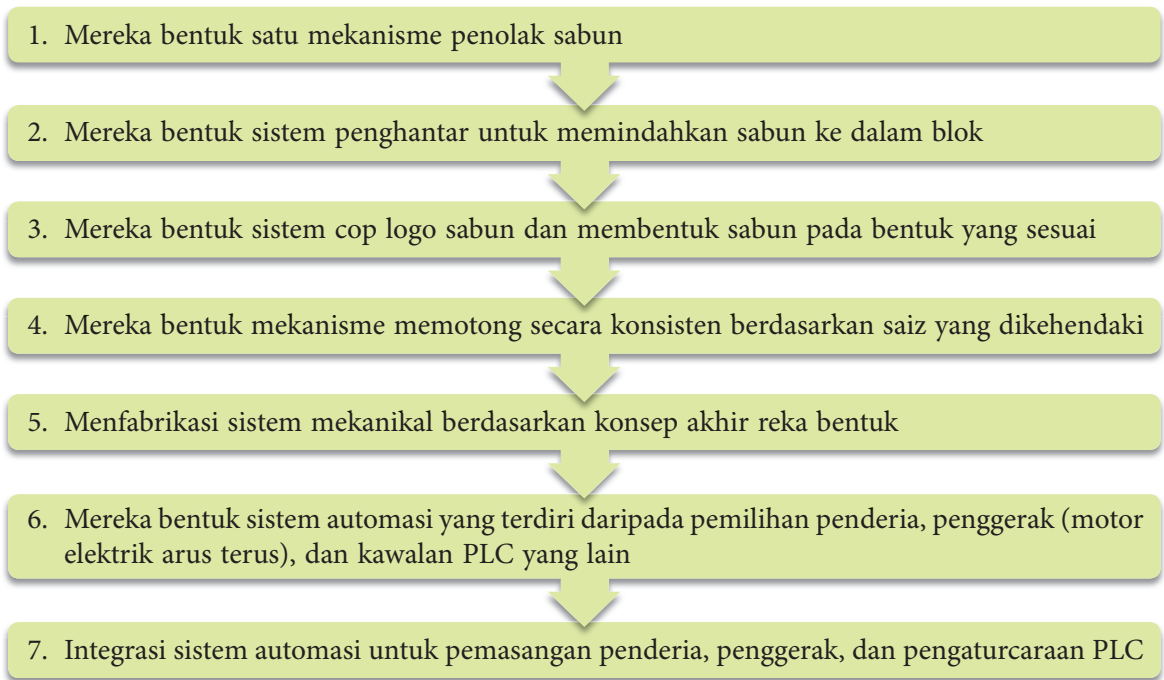
Pengurusan skop kerja terbahagi kepada dua, iaitu skop kerja projek dan skop kerja produk. Skop kerja adalah penting kerana dijadikan panduan untuk memastikan kerja dapat disempurnakan dengan baik. Skop kerja projek memastikan masa, bahan, maklumat, ruang, dan ahli kumpulan diurus dan dipimpin dengan baik. Manakala, skop kerja produk pula memastikan kualiti, ciri, dan reka bentuk yang dikehendaki dapat dicapai.

DETIK SEJARAH



Konsep kitaran PDCA pertama kali diperkenalkan oleh Dr Walter A. Shewhart pada tahun 1930 (*Shewhart Cycle*).

Berikut ialah contoh skop kerja projek untuk mereka bentuk mesin pemotong sabun automatik.



(b) Pengurusan Masa

Dalam aspek pengurusan masa, carta Gantt digunakan untuk pemantauan skop kerja yang dilakukan agar mengikut tarikh dan masa yang ditetapkan. Melalui penggunaan carta Gantt, projek disiapkan dalam tempoh yang ditetapkan.

Berikut ialah elemen yang ada pada carta Gantt:

- **Takrifan aktiviti**
Kenal pasti aktiviti-aktiviti yang mesti dilaksanakan untuk menyiapkan kerja.
- **Anggaran tempoh aktiviti**
Kenal pasti tempoh untuk menyempurnakan setiap aktiviti.
- **Kawal jadual**
Kawal perubahan dalam jadual projek.

Carta Gantt dibuat seperti carta bar yang menunjukkan jadual aktiviti kerja utama sehinggalah kerja-kerja sampingan sesuatu projek. Tarikh mula dan akhir serta ringkasan aktiviti kerja projek dipaparkan di dalam carta Gantt. Setiap aktiviti kerja berhubung kait antara satu dengan yang lain bagi kelancaran aktiviti projek sehingga projek siap sepenuhnya. Carta Gantt juga digunakan sebagai kawalan pemantauan aktiviti kerja projek.

Langkah-langkah membina carta Gantt:

- Kenal pasti aktiviti yang perlu dibuat untuk menyelesaikan projek.
- Kenal pasti aktiviti atau peristiwa utama/penting dalam projek.
- Kenal pasti tempoh masa jangkaan yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap aktiviti kerja.
- Kenal pasti urutan keutamaan atau jujukan aktiviti kerja.
- Setiap aktiviti dan tugas kerja hendaklah disenaraikan dalam carta Gantt.

**PERANCANGAN PROJEK
REKA BENTUK DAN PEMBANGUNAN PRODUK : SISTEM AUTOMASI PENGISIAN BOTOL**

Fasa	Aktiviti Kerja	Jan 2020	Feb 2020	Mac 2020	Apr 2020	Mei 2020	Jun 2020
Fasa 1 Reka Bentuk Mekanikal	Mereka Bentuk Stesyen Pengisian	X					
	Pembelian Alat-Alat Mekanikal	X					
Fasa 2 Rekabentuk Elektrikal dan Pengaturcaraan PLC	Pemilihan Penderia dan Pengerak		X				
	Pembelian PLC, Penderia dan Pengerak		X				
	Reka Bentuk Sistem Pendawaian Elektrikal			X			
	Pengaturcaraan dan Pendawaian untuk PLC dan Antara Muka			X			
Fasa 3 Fabrikasi	Menyediakan Fabrikasi Bahagian dan Struktur Berdasarkan Lukisan dan Spesifikasi untuk: (A) Sistem Penghantar (B) Mekanisme Sistem dan Stesyen Pengisian				X		
	Pemasangan Semua Sistem Secara Lengkap				X		
Fasa 4 Pemasangan Mekanikal dan Elektrikal	Pemasangan Penderia dan Pengerak				X		
	Ujian dan Pengesahan Fungsi Keseluruhan Prototaip					X	
Fasa 5 Uji Lari	Penyerahan dan Pentauliahkan Lapangan Kerja					X	
	Laporan Lengkap						X

Kelebihan dan kegunaan carta Gantt:

- Mewakili fasa dan aktiviti sesuatu projek dalam gambaran yang sebenar.
- Carta Gantt yang sentiasa dikemas kini akan memberikan kesan yang lebih baik pada pengurusan projek.
- Menyampaikan status aktiviti kerja sesuatu projek.
- Memantau aktiviti projek.
- Susun atur semula cadangan ringkas untuk projek.
- Menunjukkan aktiviti kerja yang bergantung kepada penyelesaian aktiviti kerja yang sebelumnya.

Dalam konteks pengurusan masa, menepati tempoh yang ditetapkan ialah aspek yang sangat diutamakan. Projek yang dapat disiapkan dalam masa yang ditetapkan akan menggambarkan pengurusan projek sangat baik dan cekap.

(c) Pengurusan Kewangan

Pengurusan kewangan mengawal perincian perbelanjaan projek untuk memastikan projek dapat disiapkan dalam lingkungan bajet yang ditetapkan. Berikut ialah senarai aktiviti pengurusan kewangan yang harus dilakukan:

- **Perancangan sumber**
Menetapkan sumber (pekerja, bahan, peralatan, dan kewangan) dan kualitinya.
- **Anggaran kos**
Membuat anggaran kos sumber yang diperlukan.
- **Membajet kos**
Peruntukan anggaran kos keseluruhan pada setiap item kerja.
- **Kawalan kos**
Mengawal perubahan di dalam projek.

Dalam penyediaan anggaran kos, ada dua cara yang biasa digunakan:

1. Kaedah unit/kuantiti

Anggaran kos mengikut kuantiti atau perkhidmatan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.2.1.

Jadual 3.2.1 Kos anggaran projek mereka bentuk mesin pemotong sabun

No.	Bahan/Komponen	Kuantiti	Harga Seunit	Amaun
1.	Pengawal logik boleh atur cara	1	RM950.00	RM950.00
2.	Motor elektrik untuk membentuk, mencetak, dan menolak	1	RM2 100.00	RM2 100.00
3.	Kompresor	1	RM2 000.00	RM2 000.00
4.	Penderia untuk mengesan sabun	1	RM1 000.00	RM1 000.00
5.	Penggerak pneumatik dan injap – mekanisme pemotong	1	RM2 500.00	RM2 500.00
6.	Penderia	1	RM1 550.00	RM1 550.00
7.	Penghantaran		RM2 000.00	RM2 000.00
8.	Komponen elektrik (geganti, wayar, penyambung, dan lain-lain)	1 lot	RM2 000.00	RM2 000.00
Jumlah				RM 14 100.00

2. Konsep SMART

S “*Specific*” – tujuan projek dihasilkan

M “*Measurable*” – ukur kos yang terlibat

A “*Attainable*” – mampu dilaksanakan mengikut keupayaan dan sumber yang ada

R “*Realistic*” – kesesuaian projek untuk mencapai objektifnya

T “*Time bound*” – tempoh masa projek untuk disiapkan

(d) Dokumentasi

Proses mendokumentasi segala aktiviti yang dirancang dilakukan secara teratur agar mudah untuk dilihat semula sewaktu proses penambahbaikan. Proses ini melibatkan dokumentasi projek di awal perbincangan, semasa projek berjalan dan hingga projek selesai. Dokumentasi melibatkan segala catatan melalui perbincangan, mesyuarat, lakaran lukisan reka bentuk, dan anggaran kos.

Perbincangan – setiap aktiviti yang melibatkan perbincangan aktiviti kerja atau sebarang lakaran hendaklah disimpan atau direkodkan dalam satu fail simpanan.

Lakaran – segala bentuk lakaran secara manual atau lakaran melalui perisian disimpan bagi rujukan pada masa akan datang.

Minit mesyuarat – segala aktiviti mesyuarat yang dijalankan berhubung dengan projek akan disimpan. Setiap minit mesyuarat ada menyatakan tindakan iaitu aktiviti yang memerlukan maklum balas sesuatu pihak dalam menyelesaikan sesuatu masalah.

Resit pembelian – segala bentuk pembayaran yang mempunyai resit disimpan pada satu fail kewangan. Sekiranya tiada resit, catatan penggunaan wang hendaklah dibuat agar segala perbelanjaan projek terurus dan tidak berlaku salah guna wang.

Laporan – penyediaan laporan projek dilakukan bagi laporan projek pelbagai bentuk, namun keutamaan projek yang menjalankan penyediaan laporan kemajuan kerja dan laporan akhir projek perlu disediakan.

(i) Laporan kemajuan kerja

Penyediaan laporan kemajuan kerja banyak membincangkan aktiviti yang telah berjalan dan sedang berjalan, masalah yang dihadapi dan cadangan penyelesaian, serta perbelanjaan yang digunakan.

(ii) Laporan projek

Laporan projek merupakan laporan lengkap sesuatu projek yang disediakan setelah projek selesai.

3.2.3 Pemetaan Proses Reka Bentuk Kejuruteraan dalam Peringkat Pengurusan Projek

1 Mengenal Pasti Masalah

Sebelum membangunkan sesuatu produk, kita perlu mengetahui masalah yang dihadapi. Hal ini memudahkan perancangan untuk mencari penyelesaian terhadap masalah tersebut.

Mengenal pasti masalah yang berkaitan merupakan perkara pertama yang perlu dilakukan sebelum mereka bentuk sesuatu produk ataupun sistem baharu. Seorang jurutera atau pereka perlu mahir dalam mengenal pasti semua masalah terutamanya yang tidak dapat diselesaikan oleh produk sedia ada di pasaran.

Terdapat pelbagai sumber yang boleh dilakukan untuk mengenal pasti masalah yang dihadapi iaitu melalui:

- (a) pemerhatian
- (b) pengalaman
- (c) alatan praktikal
- (d) sorotan kajian

Pemerhatian

Kita boleh melakukan pemerhatian di sekeliling terhadap masalah yang sedang dihadapi. Hasil pemerhatian ini boleh membantu menghasilkan idea dan inovasi baharu untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Pengalaman

Pengalaman peribadi juga boleh menjadi sumber yang sangat membantu dalam mengenal pasti masalah secara lebih jelas dan tepat.

Alatan praktikal

Alatan praktikal yang digunakan seharian boleh dioptimumkan lagi penggunaannya melalui idea yang kreatif dan inovatif.

Sorotan kajian

Sumber kajian terdahulu yang dilakukan oleh pihak lain terhadap produk tersebut boleh membantu kita untuk mengenal pasti masalah dengan lebih lanjut serta membantu menambah baik sesuatu projek yang sedia ada dengan pemikiran idea yang lebih kreatif dan inovatif.

(i) Menyeneraikan Masalah

Proses pertama, murid perlu mengenal pasti keperluan dan halangan oleh murid dan ahli kumpulan dengan memperbanyakan soalan mengenai apa yang mahu dilakukan oleh murid dan ahli kumpulan sama ada membina produk baharu atau membuat penambahbaikan terhadap produk yang sedia ada.

Bagi memastikan soalan-soalan yang hendak dibina disusun dengan baik, murid boleh menyediakan lembaran kerja seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.2.2. Terdapat lima lajur mewakili lima soalan yang ditanyakan iaitu:

Jadual 3.2.2 Lembaran kerja

- (a) Apakah masalah yang hendak diselesaikan?
- (b) Apakah yang diperlukan dalam sesuatu reka bentuk?
- (c) Reka bentuk ini untuk kegunaan siapa?
- (d) Apakah halangan atau batasan yang mungkin ada?
- (e) Apakah matlamat atau tujuan objektif keperluan mereka?

Masalah	Keperluan reka bentuk	Siapa	Halangan/Batasan	Matlamat
Kehilangan motosikal sering berlaku di kawasan tempat letak kenderaan awam	Modul GPS menjejak motosikal	Pemilik motosikal	Spesifikasi piawaian dalam pendawaian motosikal yang berbeza	Mengurangkan kes kehilangan motosikal
Kasut basah	Alat pengering mudah alih dan senang digunakan	Murid sekolah	Spesifikasi alat pengering yang tiada dalam pembuatan	Mengeringkan kasut dalam masa yang cepat dan mudah digunakan

(ii) Pengumpulan Maklumat dan Data Permasalahan

Selepas mengenal pasti masalah yang dihadapi, kita perlu mendapatkan maklumat yang lebih terperinci agar produk yang akan dibangunkan dapat mengatasi masalah sedia ada dan dapat memenuhi kehendak pengguna.

Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan bagi mendapatkan maklumat atau data permasalahan dengan lebih tepat berkaitan dengan produk yang ingin direka bentuk. Tiga kaedah yang selalu digunakan ialah:

- Soal selidik:** Borang soal selidik diedarkan dalam kalangan pengguna atau pihak yang menghadapi masalah tersebut secara langsung
- Temu bual:** Kaedah ini boleh membantu mengenal pasti kehendak sebenar pengguna atau pihak yang menghadapi masalah
- Statistik:** Data yang boleh didapati daripada pihak yang bertanggungjawab mengumpulkan data untuk membantu mengesahkan lagi masalah

Soal Selidik

Borang soal selidik disediakan berdasarkan sumber pengetahuan dan maklumat awal yang diperoleh melalui proses pertama iaitu mengenal pasti dan menyenaraikan masalah. Borang soal selidik ini boleh disediakan mengikut tiga kategori iaitu:

- Makluman responden: Umur, jantina, pekerjaan, pendapatan, atau yang berkaitan dengan projek.
- Soalan kepada permasalahan yang berlaku: Bagi mendapatkan maklumat dan mengesahkan projek yang hendak dijalankan.
- Cadangan atau input responden: Maklumat tambahan bagi penyelesaian permasalahan. Contoh borang soal selidik boleh dilihat dalam Jadual 3.2.3.

Berikut merupakan panduan dalam menyediakan borang soal selidik:

- Kenal pasti maklumat yang diperlukan dalam soal selidik.
- Kenal pasti siapa responden kajian.
- Pilih kaedah pengutipan data yang sesuai dengan responden kajian.
- Kaitkan isi kandungan dalam soal selidik dengan objektif projek.
- Buat soalan mengikut kandungan soal selidik.
- Susun soalan dalam susunan yang sesuai.

- (vii) Buat ujian pengesahan soal selidik dengan mengedarkan borang kepada minimum lima orang responden awal.
- (viii) Melalui maklum balas daripada ujian pengesahan, buat penambahbaikan dan ubah suai kandungan soal selidik mengikut kesesuaian.
- (ix) Edar semula borang soal selidik yang telah dibuat penambahbaikan kepada responden.

Jadual 3.2.3 Contoh borang soal selidik

BORANG SOAL SELIDIK MAKLUM BALAS

Kami memerlukan kerjasama anda untuk memberikan maklum balas berkaitan dengan mutu perkhidmatan yang disediakan oleh **Kedai Kek & Roti (Bakeri Baiduri)**. Sila isi butir berikut.

Anda merupakan seorang: **Umur:** **Jantina:** **Bangsa:**

<input type="checkbox"/> Pelajar sekolah	<input type="checkbox"/> 13 – 17 tahun	<input type="checkbox"/> Lelaki	<input type="checkbox"/> Melayu
<input type="checkbox"/> Pelajar universiti/kolej	<input type="checkbox"/> 18 – 19 tahun	<input type="checkbox"/> Perempuan	<input type="checkbox"/> India
<input type="checkbox"/> Orang awam	<input type="checkbox"/> >30 tahun		<input type="checkbox"/> Cina
			<input type="checkbox"/> Lain-lain

Sila tandakan (✓) dalam kotak yang disediakan mengikut skala yang diberikan.

1	2	3	4
Tidak memuaskan/ Tidak setuju	Memuaskan/ Kurang setuju	Baik/Setuju	Sangat baik/ Sangat setuju

Bil	Pernyataan	1	2	3	4
1	Harga dipaparkan adalah berpatutan				
2	Kepelbagaian menu pilihan				
3	Menu pilihan memenuhi cita rasa				
4	Mutu kesegaran makanan yang dijual/disediakan				
5	Kualiti kebersihan dan rasa makanan yang enak				
6	Pembungkusan yang kemas dan bersih				
7	Kebersihan persekitaran kedai (luar dan dalam)				
8	Kebersihan/keterampilan pekerja				
9	Layanan yang diberikan oleh pekerja (a) Di kaunter (juruwang) (b) Bukan di kaunter				
10	Melabelkan makanan dan harga dengan jelas				
11	Waktu dan hari berurusan				
12	Tempoh masa yang diambil untuk menyiapkan tempahan kek/roti/biskut				
13	Lokasi kedai strategik (berhampiran dengan rumah, sekolah, tempat kerja)				
14	Pilihan barangan keperluan untuk sambutan hari jadi/ sambutan lain (topi hari jadi, lilin, belon dekorasi kek)				
15	Dekorasi kedai yang menarik				
16	Memaparkan logo halal, gred kebersihan oleh Jabatan Kesihatan, dan lesen perniagaan				

Terima kasih di atas kerjasama maklum balas yang diberikan. Pandangan anda amat dihargai.

Temu Bual

Kaedah ini bertujuan untuk mendapatkan maklumat lebih lanjut secara bersemuka dalam mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh individu atau organisasi. Kaedah temu bual amat penting bagi mendapatkan maklum balas sebenar kerana kita menemu bual responden secara langsung.

Murid perlu bersedia dengan pengetahuan yang ada dan kemahiran asas sewaktu menjalankan sesi temu bual ini bagi membincangkan isu-isu yang berlaku terutamanya projek yang hendak dijalankan. Soalan-soalan yang diajukan hendaklah diteliti terlebih dahulu agar objektif dan matlamat perbincangan dapat dicapai. Gambar foto 3.2.1 menunjukkan situasi perbincangan yang dijalankan bersama dengan pihak industri dalam mendapatkan maklumat awal permasalahan.



Gambar foto 3.2.1 Menunjukkan perbincangan bersama dengan pihak industri

Statistik

Perolehan data yang didapati dari sumber rujukan yang tepat dan sahih maklumatnya digunakan untuk sesuatu permasalahan dan dibincangkan. Data tersebut kemungkinan daripada hasil kajian pihak tertentu yang digunakan untuk individu, komuniti masyarakat setempat, atau industri yang terlibat. Dengan adanya data maklumat yang terperinci, usaha untuk mengenal pasti masalah sebenar yang dihadapi menjadi mudah.

Data maklumat ini pula dapat memudahkan untuk merangka penyelesaian masalah dan rangka awal reka bentuk.

Namun, beberapa lagi kaedah boleh digunakan untuk membantu murid mendapatkan maklumat lanjut selain tiga kaedah yang dinyatakan sebelum ini. Kaedah-kaedah tersebut ialah:

- Melihat dan mengkaji keadaan persekitaran yang berkaitan dengan produk
- Mengadakan sumbang saran atau perbincangan bersama dengan ahli kumpulan
- Melalui pengalaman semasa bekerja atau melakukan sesuatu aktiviti yang berkaitan
- Mengadakan lawatan ke ekspo atau pameran inovasi
- Melayari Internet untuk membaca artikel, akhbar, dan menonton video

Kepelbagaian cara untuk mendapatkan maklumat dan data permasalahan ini dapat membantu dalam mengenal pasti masalah dan mendapatkan data yang berkaitan bagi membantu mereka bentuk produk baharu atau melakukan penambahbaikan terhadap produk yang sedia ada.

2 Menganalisis Masalah

Apabila masalah telah dapat dikenal pasti dan data permasalahan berjaya dikumpulkan, maka langkah seterusnya ialah menganalisis masalah tersebut. Masalah perlu dianalisis secara lebih spesifik agar mudah untuk diperhatikan. Punca dan kesan daripada masalah dikaji supaya penyelesaian boleh dicapai.

Analisis Akar Penyebab atau *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan satu teknik untuk menganalisis masalah hingga ke akar umbi. Dalam Analisis Akar Penyebab ini terdapat beberapa teknik atau alat (*tools*) yang boleh digunakan untuk menganalisis masalah. Setiap teknik ini mempunyai ciri-cirinya yang tersendiri.

Antara tiga teknik lazim yang digunakan untuk menganalisis masalah diterangkan dengan lebih lanjut seperti di bawah.

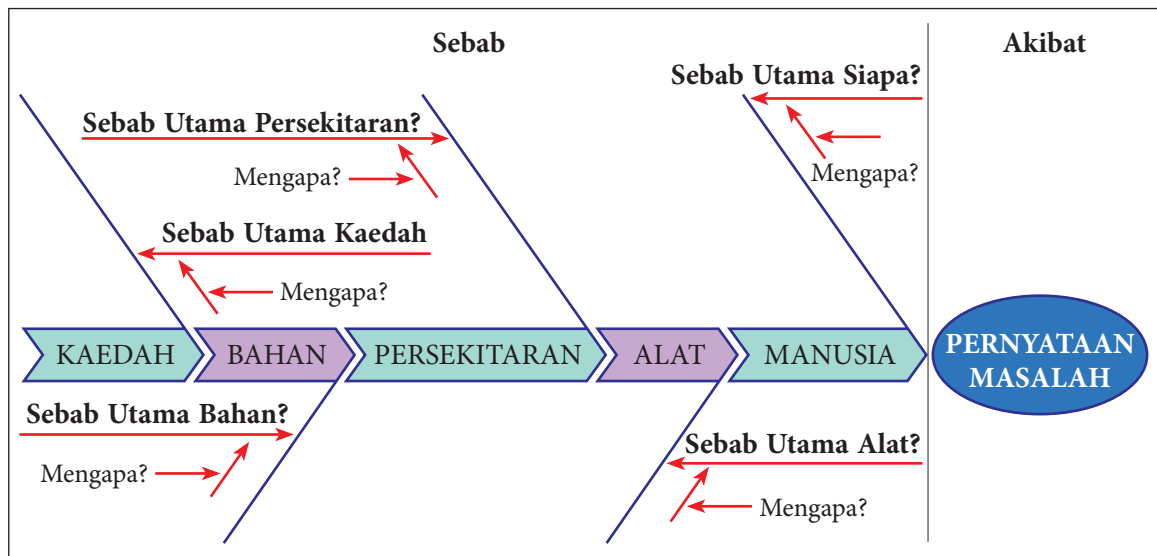
- (i) Analisis Sebab Akibat (*Cause and Effect Analysis*)
- (ii) Analisis 5 Mengapa (*Why Why Analysis*)(5 Whys)
- (iii) Analisis Pokok Kesalahan (*Fault Tree Analysis*)(FTA)

(i) Analisis Sebab Akibat (*Cause and Effect Analysis*)

Analisis Sebab Akibat juga dikenali sebagai rajah Ishikawa atau rajah tulang ikan. Teknik ini dikenali sebagai Analisis Sebab Akibat kerana digunakan untuk menganalisis hubungan antara sebab masalah dan akibat masalah berdasarkan kepada lima faktor utama iaitu:

- (a) Manusia
- (b) Mesin atau alatan
- (c) Persekitaran
- (d) Bahan atau komponen
- (e) Kaedah

Rajah 3.2.2 menunjukkan contoh Analisis Sebab Akibat bagi menganalisis masalah.



Rajah 3.2.2 Rajah tulang ikan atau rajah Ishikawa

Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan analisis masalah menggunakan Analisis Sebab Akibat:

- (a) Kenal pasti masalah yang ingin dianalisis
- (b) Kenal pasti faktor-faktor atau penyebab utama masalah. Faktor-faktor ini akan menjadi penyusun “tulang” utama bagi Rajah Tulang Ikan. Terdapat lima faktor utama yang lazim digunakan iaitu manusia, mesin/alat, persekitaran, bahan/komponen, dan kaedah
- (c) Mengenal pasti kemungkinan penyebab bagi setiap faktor utama. Kemungkinan penyebab ini digambarkan sebagai tulang-tulang kecil bagi tulang utama
- (d) Menganalisis hasil rajah yang sudah dibuat dengan melakukan verifikasi dan validasi setiap punca masalah yang digambarkan bagi kelima-lima faktor utama

INFO EKSTRA

Baru-baru ini seluruh dunia dikejutkan dengan Novel Coronavirus (nCOV-19). Pelbagai pihak tampil melakukan inovasi produk baharu bagi membantu kerajaan memutuskan rantaian virus nCov-19. Antaranya ialah ciptaan Pelindung Muka (*Face Shield*) oleh *3D Printing Malaysia Community for Covid 19*.



(ii) Analisis 5 Mengapa (*Why Why Analysis*) (*5 Whys*)

Analisis 5 Mengapa atau *5 Whys* merupakan satu kaedah yang sering menjadi pilihan. Melalui kaedah ini kita akan mencari akar penyebab masalah dengan cara bertanyakan soalan ‘Mengapa?’ hingga pertanyaan tersebut sudah tidak boleh dijawab.

Secara teorinya, pencarian akar penyebab masalah menggunakan Analisis 5 Mengapa akan terhenti pada pertanyaan yang kelima. Namun, pertanyaan boleh terhenti sebelum pertanyaan kelima atau melebihi pertanyaan kelima. Keadaan ini bergantung pada kepuasan hati kita terhadap jawapan akar penyebab masalah yang diperoleh dalam menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi.

Rajah 3.2.3 menunjukkan contoh Analisis 5 Penyebab.



Rajah 3.2.3 Analisis 5 Mengapa

(iii) Analisis Pokok Kesalahan (*Fault Tree Analysis*) (FTA)

Satu lagi kaedah yang boleh digunakan bagi menganalisis masalah ialah Analisis Pokok Kesalahan. Menurut Ericsson (1999), kaedah ini memetakan dan menganalisis suatu kesalahan kepada bentuk diagram visual (gambar) dan model logik. Contoh analisis pokok kesalahan ditunjukkan pada Rajah 3.2.4.

Diagram visual menunjukkan suatu bentuk model yang menggambarkan hubungan-hubungan yang ada pada sistem dan akar permasalahan yang terjadi. Manakala model logik memberikan mekanisme analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Terdapat aturan dan simbol sederhana yang boleh membantu menganalisis suatu sistem dan hubungan yang kompleks (Ericson, 1999).

INFO EKSTRA

Proses verifikasi dan validasi setiap punca masalah bagi setiap faktor utama merupakan satu proses yang penting. Proses ini dapat menentukan sama ada punca masalah yang disenaraikan itu boleh diterima untuk diselesaikan atau pun tidak.



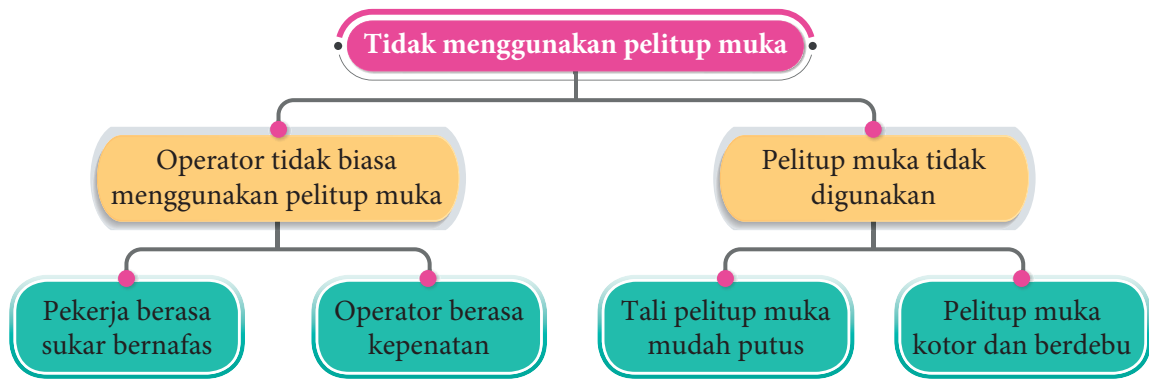
Imbas Kod QR di bawah ini untuk melihat Analisis Sebab Akibat.



<http://buku-teks.com/kee5176>

INFO EKSTRA

Analisis 5 Mengapa merupakan kaedah mudah yang digunakan bagi menganalisis masalah. Analisis 5 Mengapa ini juga merupakan satu alat daripada Kaizen yang digunakan oleh *Toyota Production System* (TPS).



Rajah 3.2.4 Menunjukkan contoh analisis pokok kesalahan

Nama simbol	Simbol	Deskripsi
OR – gate		Kejadian penolakkan akan berlaku jika salah satu input muncul
AND – gate		Kejadian penolakkan akan berlaku jika beberapa input muncul
Basic events		Kegagalan sebuah peralatan asas yang tidak memerlukan penelitian lebih lanjut dan penyebab kegagalan
Undeveloped events		Situasi yang tidak dianalisa lebih mendalam kerana batasan informasi atau alasan lain
Concert retangale		Digunakan untuk informasi tambahan

Rumusan Pernyataan Masalah

Rumusan pernyataan masalah ini merupakan proses yang terakhir sebelum mereka bentuk cadangan penyelesaian. Rumusan pernyataan masalah ini penting untuk menentukan masalah utama yang dihadapi dan boleh diselesaikan secara realistik.

Proses ini perlu dilakukan dalam perbincangan kumpulan. Terdapat beberapa teknik yang boleh digunakan untuk membuat rumusan pernyataan masalah ini. Antaranya termasuklah:

(a) Verifikasi dan Validasi Punca Masalah

Jadual 3.2.4 di bawah menunjukkan cara melakukan verifikasi dan validasi punca masalah. Proses ini dilakukan selepas menganalisis masalah. Satu contoh yang boleh dilihat adalah selepas melakukan Rajah Ishikawa. Rumusan pernyataan masalah dilakukan bagi setiap lima faktor yang telah dinyatakan sama ada mahu menerima atau menolak punca masalah tersebut. Keputusan perlu diambil bagi memudahkan kita untuk mereka bentuk produk.

Kajian Kes 1: Kunci sering kali tiada pada kotak kunci apabila diperlukan. Pengkaji mengkaji punca-punca masalah yang menyebabkan masalah ini. Punca-punca masalah yang didapati daripada Rajah Ishikawa kemudian proses verifikasi dan validasi dijalankan untuk memilih punca masalah paling sesuai untuk diselesaikan.

Jadual 3.2.4 Verifikasi dan validasi punca masalah

Punca	Penyebab	Penemuan	Sumber	Keputusan
Sukar memasukkan nombor pin untuk mengakses kotak kunci	<ul style="list-style-type: none"> Kotak kunci dilengkapi kod RFID yang perlu ditekan 	<ul style="list-style-type: none"> Pad kekunci didapati lusuh dan rosak akibat kekerapan menekan 	<ul style="list-style-type: none"> Kaji selidik Pemerhatian 	Tolak
Manual penggunaan yang agak panjang	<ul style="list-style-type: none"> Banyak langkah yang perlu dituruti bagi mengambil dan memulangkan kunci 	<ul style="list-style-type: none"> Kad staf tidak digantung apabila kunci telah diambil Menggantung kad staf di tempat yang salah 	<ul style="list-style-type: none"> Pemerhatian Kaji selidik 	Terima

Rumusan pernyataan masalah yang diterima daripada Jadual 3.2.4 ialah manual penggunaan yang agak panjang. Maka manual baharu perlu direka bentuk agar lebih ringkas.

(b) Analisis S.M.A.R.T

Terdapat lima perkara yang dirumuskan dalam analisis S.M.A.R.T iaitu:

- (i) **Specific** – Pernyataan masalah yang dipilih haruslah spesifik dan mudah untuk difahami
- (ii) **Measurable** – Pernyataan masalah mestilah boleh diukur
- (iii) **Achievable** – Pernyataan masalah yang mahu diselesaikan mestilah dapat mencapai objektif
- (iv) **Realistic** – Pernyataan masalah harus realistik dan boleh diterima untuk diselesaikan
- (v) **Time-bound** – Pernyataan masalah boleh diselesaikan dalam jangka masa yang ditetapkan

Kajian Kes 2: Sekumpulan pengkaji menyenaraikan masalah yang dihadapi oleh sektor pelancongan negeri Perlis menggunakan kaedah sumbang saran. Rumusan pernyataan masalah perlu dilakukan untuk memilih pernyataan masalah yang boleh diselesaikan. Analisis S.M.A.R.T digunakan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.2.5.

Jadual 3.2.5 Analisis S.M.A.R.T

Bil	Pemilihan Masalah	S	M	A	R	T	Markah	Keputusan
1.	Infrastruktur pelancongan	1	1	0	0	0	2/5	Ditolak
2.	Promosi	1	0	0	1	1	3/5	Ditolak
3.	Komunikasi mempromosi	1	1	1	1	1	5/5	Diterima
4.	Brosur pelancongan	1	1	1	1	1	5/5	Diterima
5.	Sekadar laluan masuk	1	0	0	0	0	1/5	Ditolak
6.	Papan tanda	1	1	0	0	1	3/5	Ditolak

Rumusan pernyataan masalah yang diterima daripada Jadual 3.2.5 sebelah ialah komunikasi mempromosi dan brosur pelancongan yang tidak menarik. Maka satu brosur baharu perlu direka bentuk berbantuan Teknologi *Augmented Reality* dan bersaiz kompak.

(c) Mereka Bentuk Cadangan Penyelesaian

Selepas rumusan pernyataan masalah diperoleh, maka langkah seterusnya ialah mereka bentuk cadangan penyelesaian atau mereka bentuk konsep. Cadangan penyelesaian yang dimaksudkan di sini ialah sama ada mereka bentuk produk baharu, produk yang dibuat penambahbaikan, atau satu sistem bagi menyelesaikan pernyataan masalah.

Menurut Gayretli & Sapuan (1998), fasa reka bentuk konsep secara teknikalnya merupakan fasa permulaan dalam suatu proses reka bentuk. Fasa ini penting kerana hasil akhir produk atau sistem yang direka bentuk bermula daripada fasa ini. Pada fasa ini juga, peranan setiap ahli kumpulan sangat diperlukan untuk saling membantu mereka bentuk cadangan penyelesaian terbaik bagi mencapai objektif.

Proses pembangunan cadangan reka bentuk melibatkan dua langkah yang perlu dilaksanakan oleh ahli kumpulan projek. Proses kerja yang perlu dilakukan ialah:

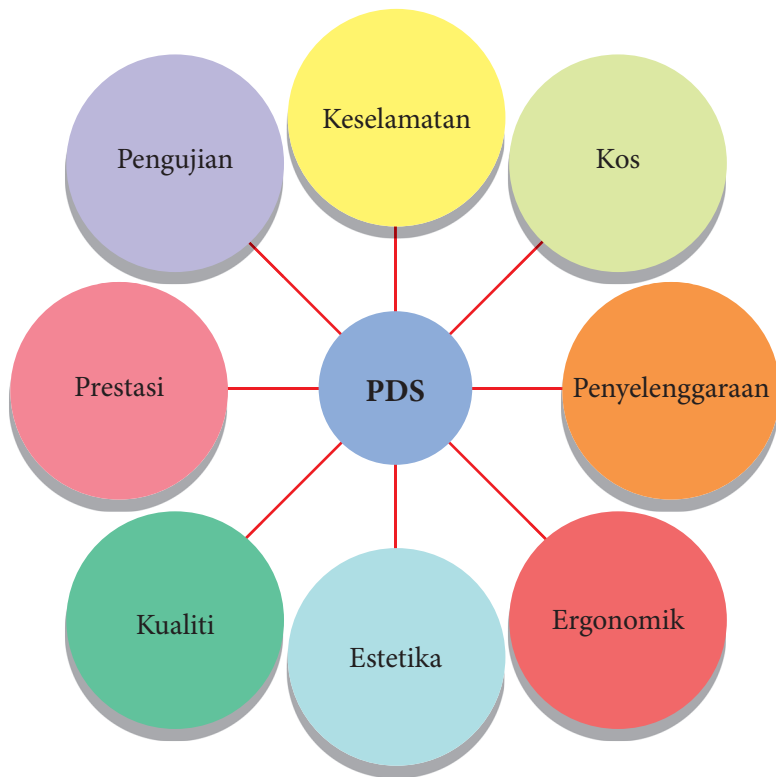
- (i) Mempertimbangkan spesifikasi reka bentuk produk atau *Product Design Specification* (PDS) yang bersesuaian
- (ii) Mereka bentuk beberapa konsep awal

(i) Spesifikasi Reka Bentuk Produk (*Product Design Specification – PDS*)

Spesifikasi reka bentuk produk merupakan dokumen terperinci yang terdiri daripada elemen-elemen utama yang boleh disenaraikan semasa peringkat awal sewaktu proses pembangunan reka bentuk. Dokumen ini memperincikan keperluan yang perlu dipenuhi supaya produk atau sistem yang direka bentuk berjaya berfungsi dengan baik. Rajah 3.2.5 menunjukkan beberapa contoh elemen yang terangkum dalam dokumen spesifikasi reka bentuk produk.

Terdapat pelbagai elemen yang boleh dipertimbangkan sewaktu proses awal mereka bentuk konsep. Antara yang sering digunakan termasuklah:

- (a) **Kos:** Harga komponen yang munasabah. Kos keseluruhan murah untuk membangunkan produk atau sistem.
- (b) **Penyelenggaraan:** Mudah dan kos penyelenggaraan yang murah.
- (c) **Ergonomik:** Bersaiz kompak dan tidak mengambil ruang.
- (d) **Estetika:** Reka bentuk yang cantik dan menarik.
- (e) **Kualiti:** Penggunaan komponen yang mematuhi kualiti. Produk yang dihasilkan memiliki kualiti tinggi.
- (f) **Prestasi:** Kemampuan produk yang dihasilkan berfungsi dalam apa jua keadaan yang telah ditetapkan serta boleh mencapai penggunaan yang optimum.
- (g) **Pengujian:** Produk memerlukan pengujian yang mudah untuk dilakukan.
- (h) **Keselamatan:** Mematuhi elemen keselamatan yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa yang berkenaan dalam menghasilkan produk yang selamat untuk pengguna, contohnya SIRIM.

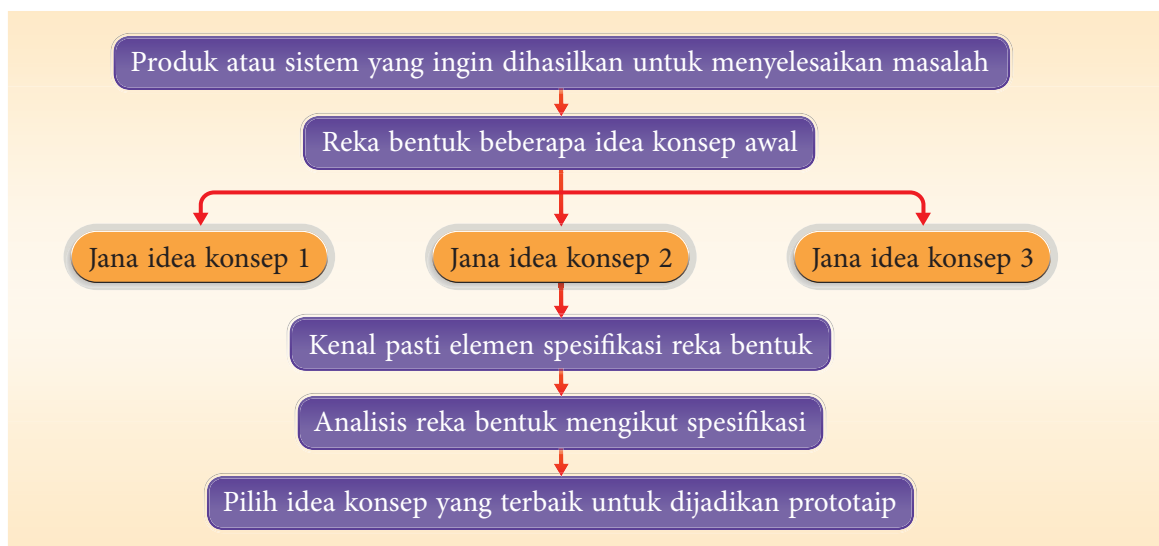


Rajah 3.2.5 Spesifikasi reka bentuk produk

(ii) Mereka Bentuk Konsep Awal

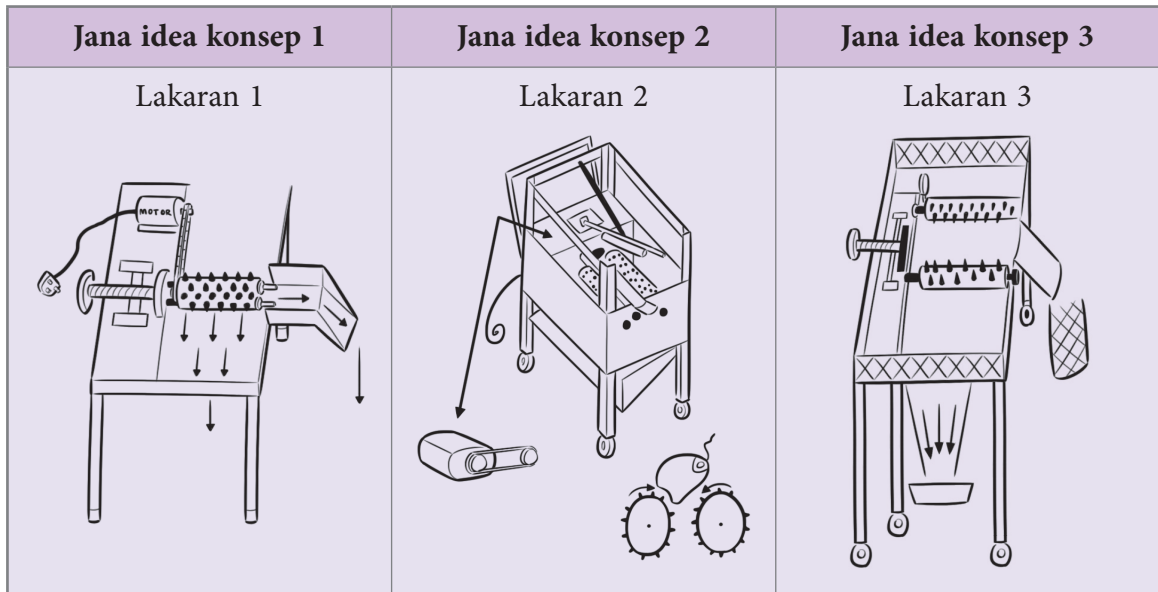
Proses reka bentuk konsep awal merupakan satu proses mereka bentuk beberapa lakaran mengikut spesifikasi yang ditetapkan di samping memenuhi kehendak pengguna. Beberapa lakaran awal dibina mengikut cetusan idea setiap ahli kumpulan tanpa sebarang pertikaian.

Rajah 3.2.6 menunjukkan carta alir reka bentuk konsep untuk dijadikan prototaip.



Rajah 3.2.6 Carta alir reka bentuk konsep untuk dijadikan prototaip

Bagi menjana idea setiap konsep, teknik lakaran digunakan kerana teknik ini mudah dan cepat berbanding dengan melukis berbantuan kaedah perkomputeran. Rajah 3.2.7 menunjukkan contoh tiga lakaran bagi reka bentuk konsep mesin pengupas kelapa.



Rajah 3.2.7 Lakaran reka bentuk konsep mesin pengupas kelapa

(d) Memilih Penyelesaian

Penilaian Reka Bentuk Menggunakan Kaedah Matrik Pugh

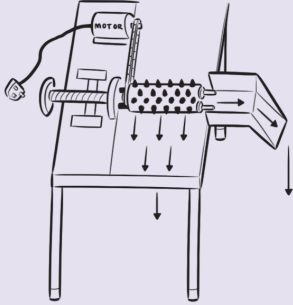
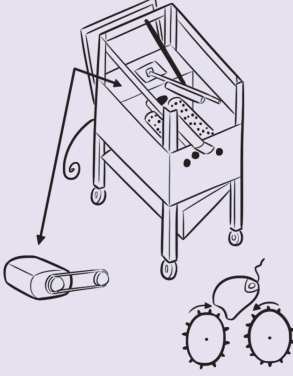
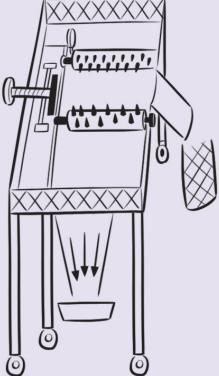
Selepas selesai membuat tiga lakaran, maka langkah seterusnya ialah menganalisis setiap idea lakaran konsep mengikut elemen spesifikasi pembangunan produk yang telah dipilih sebelum ini. Kaedah yang sesuai digunakan bagi proses ini ialah Kaedah Matrik Pugh. Jadual 3.2.6 menunjukkan contoh spesifikasi reka bentuk **mesin pengupas kelapa**.

Jadual 3.2.6 Spesifikasi pembangunan produk dan faktor pemberat

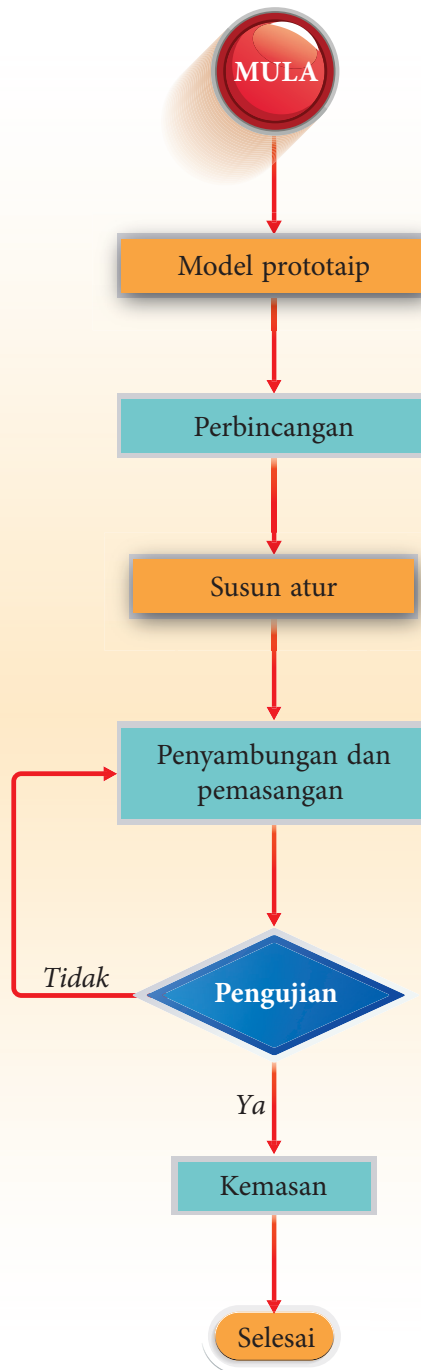
Spesifikasi	Faktor pemberat
Prestasi	30%
Kos pembuatan	15%
Ketahanan	15%
Jenis komponen	10%
Kelestarian	5%
Praktikal	10%
Pemasangan	15%
Jumlah	100%

Manakala Jadual 3.2.7 menunjukkan penilaian reka bentuk konsep awal litar bagi **mesin pengupas kelapa** menggunakan Kaedah Matrik Pugh.

Jadual 3.2.7 Penilaian reka bentuk konsep awal litar bagi Projek Water Level menggunakan Kaedah Matrik Pugh

Lakaran Konsep			
Spesifikasi	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Prestasi	+1	+1	-1
Kos Pembuatan	-1	-1	+1
Ketahanan	+1	-1	+1
Jenis Komponen	+1	-1	+1
Kelestarian	+1	-1	+1
Praktikal	+1	+1	-1
Pemasangan	+1	-1	+1
Positif	6	2	5
Negatif	1	5	2
Lebihan	5	-3	3
Keputusan	Ya	Tidak	Tidak

Kaedah Matrik Pugh dilakukan dengan membuat perbandingan antara setiap lakaran konsep reka bentuk yang dihasilkan. Konsep yang mendapat nilai lebihan paling banyak akan dipilih untuk dihasilkan sebagai prototaip.



Rajah 3.2.8 Carta alir kerja prototaip

(e) Membina Prototaip

Prototaip merupakan produk yang dihasilkan dengan memiliki fungsi yang sama dengan barangan sebenar dan menggunakan bahan dan ukuran yang sama dengan spesifikasi sebenar. Prototaip perlu diuji kefungsiian kendalian terlebih dahulu sebelum produk akhir dihasilkan. Pembinaan prototaip dapat dilakukan mengikut carta alir kerja seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2.8.

Penyambungan dilakukan secara sementara atau secara kekal bergantung pada reka bentuk prototaip yang hendak dihasilkan.

- (a) Penyambungan secara sementara dilakukan pada litar ujian untuk memastikan komponen berfungsi dengan baik.
- (b) Penyambungan secara kekal dengan pematerian komponen pada papan litar bercetak untuk memastikan penyambungan yang sempurna dan komponen berkendali dengan baik.

(f) Menguji Prototaip

Fasa pengujian prototaip merupakan satu fasa yang penting selepas direka bentuk. Hal ini dikatakan demikian kerana fasa pengujian akan menentukan sama ada prototaip yang dibina dapat berfungsi seperti yang dikehendaki atau sebaliknya. Selain itu, fasa pengujian juga menunjukkan bahawa prototaip direka bentuk mengikut ketepatan bagi memastikan produk akhir dibina mengikut spesifikasi yang betul dan tepat.

Pengujian prototaip boleh dilaksanakan melalui dua kaedah, iaitu ujian makmal dan ujian parameter.

Ujian Makmal

Pengujian dilakukan di dalam makmal dengan pemantauan guru atau juruteknik dalam keadaan terkawal. Faktor daya, cahaya, suhu, angin, dan kelajuan prototaip dapat diuji melalui penggunaan peralatan di makmal.

Ujian Parameter

Ujian parameter dilakukan dalam suasana dan tempat yang sebenar bagi memenuhi keperluan spesifikasi dalam keadaan yang tidak terkawal.

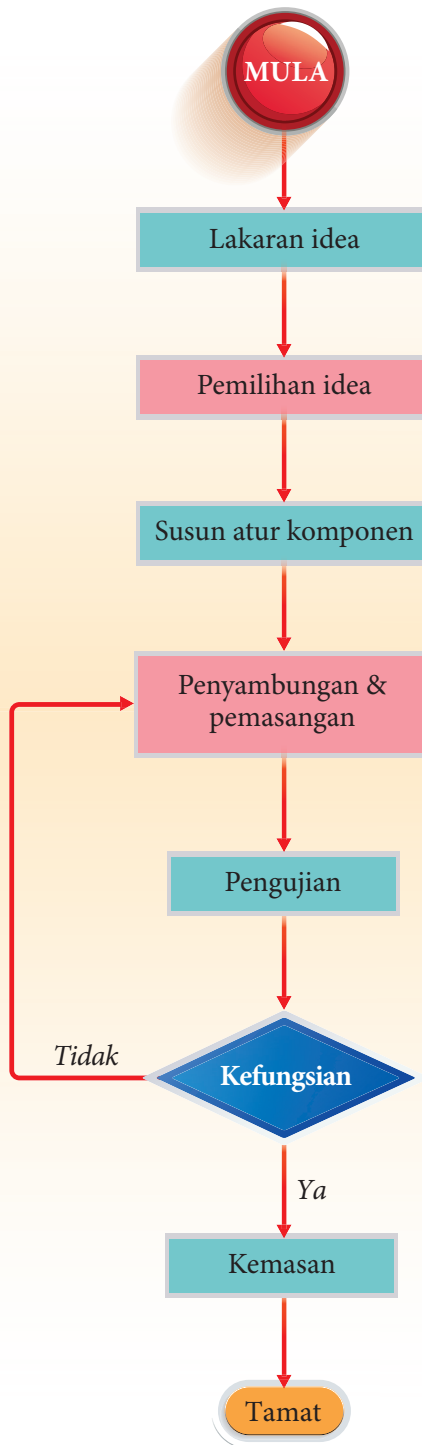
Kesimpulannya, pengujian dilakukan bagi tujuan:

- (a) Menilai prototaip dari aspek ergonomik dan estetika
- (b) Menilai keupayaan prototaip berdasarkan spesifikasi
- (c) Mengenal pasti kelemahan dan kecacatan yang ada pada prototaip

(g) Penambahbaikan Reka Bentuk Mengikut Keperluan

Penambahbaikan prototaip perlu dilakukan sekiranya prototaip mengalami kegagalan dari segi fungsi ataupun kecacatan sewaktu pengujian. Di samping itu, penambahbaikan boleh dilakukan sekiranya terdapat cadangan daripada pengguna awal sewaktu melakukan Pengujian Produk atau *Product Testing*.

Projek baharu atau penambahbaikan projek merupakan sesuatu yang tetap baharu untuk memulakan projek tersebut. Perancangan yang teliti dan tepat hendaklah dibuat bagi memastikan projek dapat berjalan secara lancar dan mengikut masa yang ditetapkan. Proses ini ditunjukkan dalam Rajah 3.2.9 di sebelah.



Rajah 3.2.9 Carta alir proses penambahbaikan reka bentuk

4 Peringkat Penamatan

Peringkat penamatan reka bentuk kejuruteraan banyak terdapat pada penyediaan dokumentasi laporan projek dan penyediaan slaid pembentangan.

(a) Dokumentasi

Dokumentasi reka bentuk merupakan laporan lengkap secara bertulis yang perlu disediakan oleh murid mengenai hasil reka bentuk ciptaan dan idea mereka. Dokumentasi ini amat penting sebagai bukti untuk mendapatkan perlindungan paten dari pihak berkenaan dan sebagai asas rujukan. Dokumentasi akan menerangkan perkara-perkara seperti latar belakang projek, objektif projek, perihal projek, rujukan, dan lampiran.

(b) Pembentangan

Maklumat yang dinyatakan adalah terperinci dan menarik dari aspek yang berikut:

- Kandungan projek yang dinyatakan jelas
- Aturan persembahan dan penyampaian yang tersusun
- Slaid persembahan yang baik
- Penyampaian yang jelas dan berkesan
- Mematuhi masa yang ditetapkan

Ketika soal jawab, jawapan yang tepat dan nyata dapat menggabungkan maklumat yang baik dari pelbagai sumber.

3.2.4 Pengaplikasian Proses Reka Bentuk Kejuruteraan dalam Pengurusan Projek

(i) Reka Bentuk Awalan: Kajian Sistem Solar

Kebanyakan kediaman dan premis syarikat sekarang telah memasang panel solar. Hampir semua pengguna yang memiliki sistem panel solar ini tidak dapat mengoptimumkan penyerapan tenaga solar kerana panel solar adalah statik.

Untuk mengatasi masalah ini, terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan bagi menghasilkan sistem penjejakan panel solar automatik.

Membuat kajian tentang masalah

Langkah 1: Mengenal pasti masalah daripada pemerhatian dan pengalaman sendiri. Masalah yang dikenalpasti ialah:

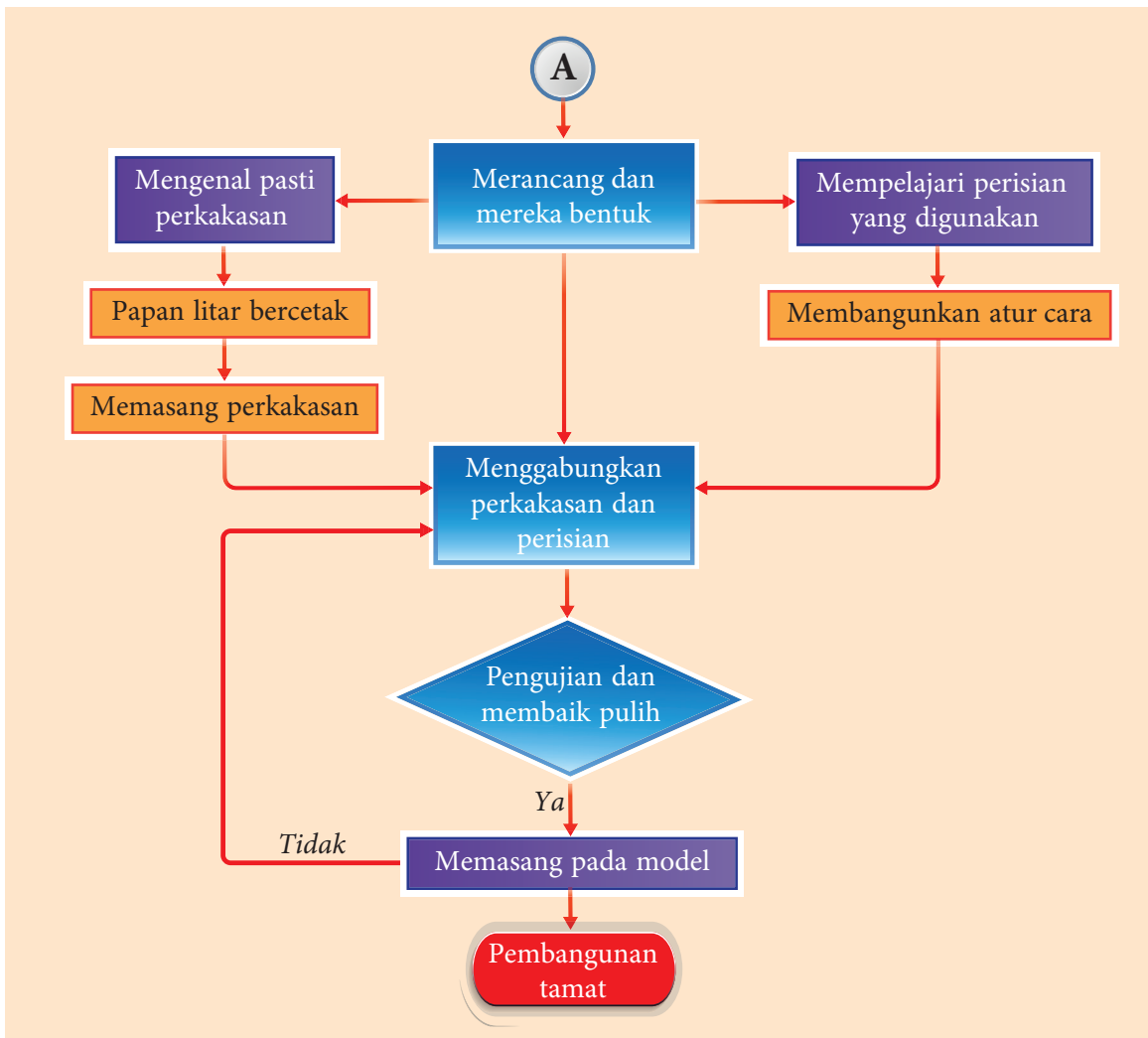
- (a) Arah pergerakan matahari dari timur ke barat.
- (b) Panel solar adalah statik dan tidak boleh mengikut pergerakan matahari.
- (c) Penyerapan tenaga solar yang tidak optimum.
- (d) Harga untuk sistem penjejakan solar sangat mahal.



Gambar foto 3.2.2 Pemasangan panel solar di rumah

Masalah	Keperluan reka bentuk	Siapa	Halangan/batasan	Matlamat
(a) Arah pergerakan matahari dari timur ke barat (b) Panel solar adalah statik dan tidak boleh mengikut pergerakan matahari (c) Penyerapan tenaga solar yang tidak optimum (d) Harga untuk sistem penjejakan solar sangat mahal	Pergerakan motor mengikut keperluan Paparan voltan	Pemilik premis kediaman dan industri	Spesifikasi piawaian dalam pendawaian motor AT	Sistem penjejakan solar automatik Sistem pemantauan penggunaan

Setelah mengenal pasti masalah kajian dan mengesahkan bahawa perlunya penyelesaian terhadap permasalahan tersebut, maka kajian boleh dilakukan.



Rajah 3.2.10 Carta alir proses penghasilan produk yang direka bentuk

Langkah 2: Mendapatkan maklumat

Terdapat pelbagai kaedah yang boleh dijalankan untuk mendapatkan maklumat dan data kajian yang lebih tepat dalam mereka bentuk projek.

(a) Soal selidik

Penyediaan soal selidik yang diedarkan kepada pengguna dan syarikat dalam mengenal pasti masalah penggunaan sistem penjejak panel solar. Yang berikut ialah contoh kaji selidik yang dilakukan dengan menggunakan borang soal selidik

(b) Temu bual

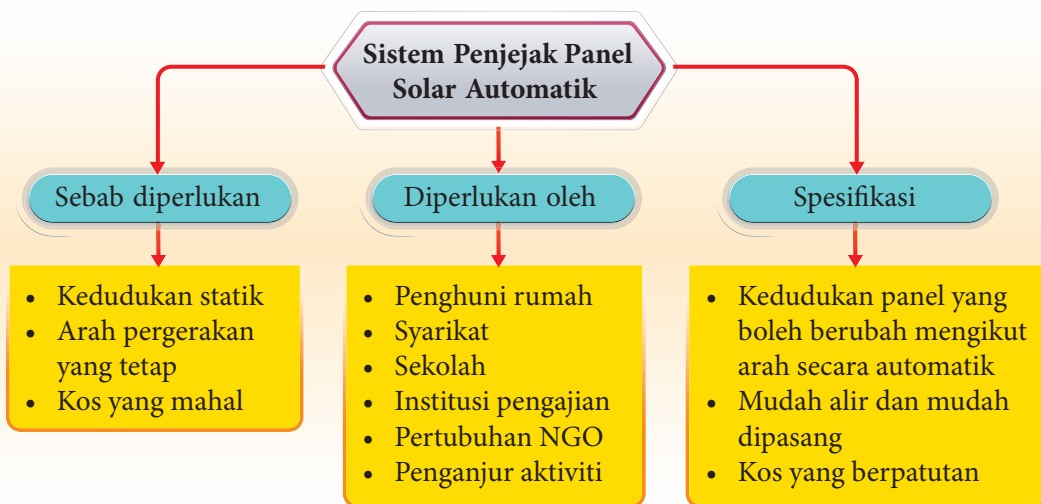
Mengadakan temubual dengan pengguna individu atau syarikat yang menggunakan sistem solar, agar mendapatkan maklumat yang lebih tepat dari perbincangan yang dijalankan

(c) Statistik

Mendapatkan maklumat yang tepat daripada pihak yang menjalankan penyelidikan

Aktiviti seterusnya adalah menganalisis masalah dalam mereka bentuk sistem penjejukan solar automatik. Antara kaedah yang boleh digunakan adalah dengan menggunakan peta minda seperti dalam Rajah 3.2.11.

Rumusan kenyataan masalah projek sistem penjejukan solar automatik merupakan keperluan bagi penduduk yang menggunakannya.



Rajah 3.2.11 Proses menganalisis masalah sistem penjejak panel solar automatik menggunakan peta minda

Borang soal selidik

Borang soal selidik dibina berdasarkan sumber pengetahuan dan maklumat awal yang diperoleh melalui fasa awal mengenal pasti masalah. Data soal selidik yang diperoleh digunakan untuk melihat skor jawapan yang diperoleh.

Soal selidik boleh dikategorikan kepada tiga bahagian:

- Makluman responden seperti umur, jantina, pekerjaan, pendapatan, atau yang berkaitan dengan projek
- Aktiviti menjurus soalan kepada permasalahan yang berlaku pada panel solar yang diguna pakai oleh pengguna bagi mengesahkan maklumat projek yang hendak dijalankan
- Pandangan dan cadangan responden untuk makluman awal dalam penyelesaian masalah panel solar yang menggunakan borang soal selidik boleh dilihat dalam Rajah 3.2.12 pada halaman 185.

BORANG SOAL SELIDIK

Arahan: Sila jawab soalan-soalan di bawah ini. Semua maklumat yang anda berikan hanya digunakan untuk tujuan penyelidikan semata-mata, dan tidak akan didedahkan kepada pihak lain.

1. Umur: 18 – 30 40 – 49 60 – 69
 31 – 39 50 – 59 70 – 79
2. Jantina: Lelaki
 Perempuan
3. Pekerjaan: Sendiri Swasta Tidak bekerja
 Kakitangan awam Suri rumah
4. Adakah anda tahu bahawa panel solar merupakan salah satu sumber tenaga? Ya Tidak
5. Adakah anda tahu bahawa panel solar ada dijual di pasaran dan boleh dipasang di premis kediaman? Ya Tidak
6. Adakah anda memiliki sistem panel solar di rumah? Ya Tidak
7. Berapakah kos panel solar yang anda miliki? <RM3000 >RM3000
8. Adakah anda menggunakan panel solar untuk satu tujuan pemanas air sahaja? Ya Tidak
9. Adakah sistem panel solar anda terdapat paparan maklumat jangka penggunaan? Ya Tidak
10. Adakah anda tahu jangka masa penggunaan peralatan elektrik dengan bekalan dari panel solar? Ya Tidak
11. Adakah anda tahu di mana kedudukan panel solar dipasang? Ya Tidak
12. Adakah cara pemasangan dilakukan pada satu arah sahaja? Ya Tidak
13. Adakah kedudukan tempat yang dipasang panel memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan atau baik pulih? Ya Tidak
14. Sekiranya terdapat kerosakan, adakah anda tahu cara untuk mengesan kerosakan tersebut? Ya Tidak

Terima kasih atas kerjasama Tuan/Puan dalam melengkapkan soal selidik ini.

Rajah 3.2.12 Contoh soal selidik sistem penjejakan sistem solar

Temu bual

Kaedah ini bertujuan mendapatkan maklumat yang lebih lanjut untuk mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh individu atau syarikat. Hal ini penting kerana maklum balas yang diperoleh dari pihak tersebut dapat menentukan permasalahan yang sebenar. Dengan ini perkongsian pandangan dan cadangan dapat diperoleh sewaktu menyelesaikan masalah yang dihadapi.

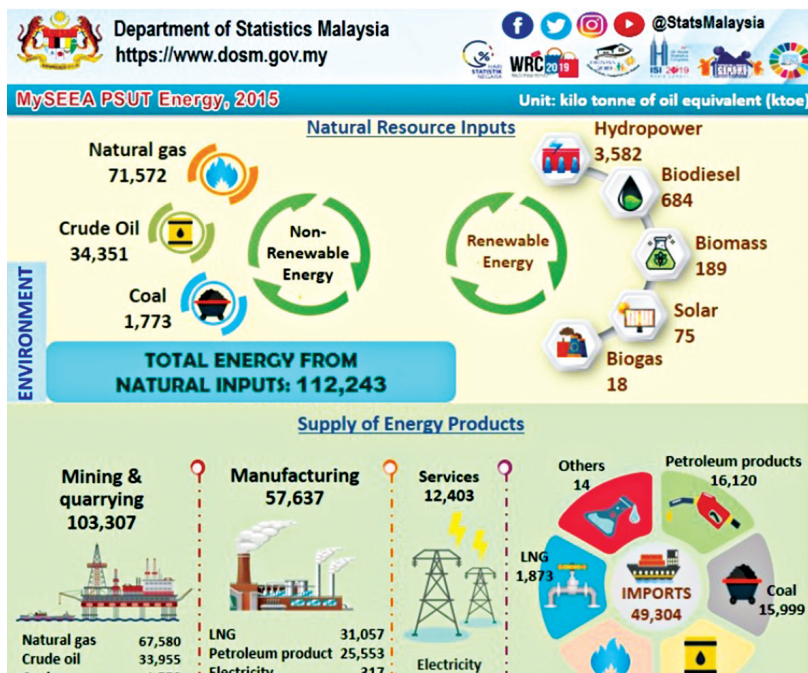
Murid perlu bersedia dengan pengetahuan yang ada dan kemahiran asas dalam menjalankan sesi temu bual ini bagi membincangkan isu-isu yang sedang berlaku. Soalan-soalan yang dikemukakan perlulah dikaji terlebih dahulu agar objektif dan matlamat perbincangan ini dapat dicapai. Satu sesi lawatan tapak seperti yang ditunjukkan pada Gambar foto 3.2.3 juga boleh dijalankan. Sesi lawatan tapak ini dapat memberikan gambaran awal dan keadaan sebenar lokasi dan persekitaran projek.



Gambar foto 3.2.3 Sesi lawatan tapak

Statistik

Data yang diperoleh dari sumber rujukan yang tepat dan sahih maklumatnya digunakan untuk menganalisis sesuatu permasalahan. Data tersebut berkemungkinan ialah hasil kajian daripada pihak tertentu yang digunakan untuk sesuatu individu, komuniti masyarakat setempat, atau industri yang terlibat. Dengan adanya data maklumat yang terperinci ini, usaha untuk mengenal pasti masalah sebenar yang dihadapi akan menjadi mudah. Gambar foto 3.2.4 memberikan maklumat penggunaan tenaga solar di Malaysia.

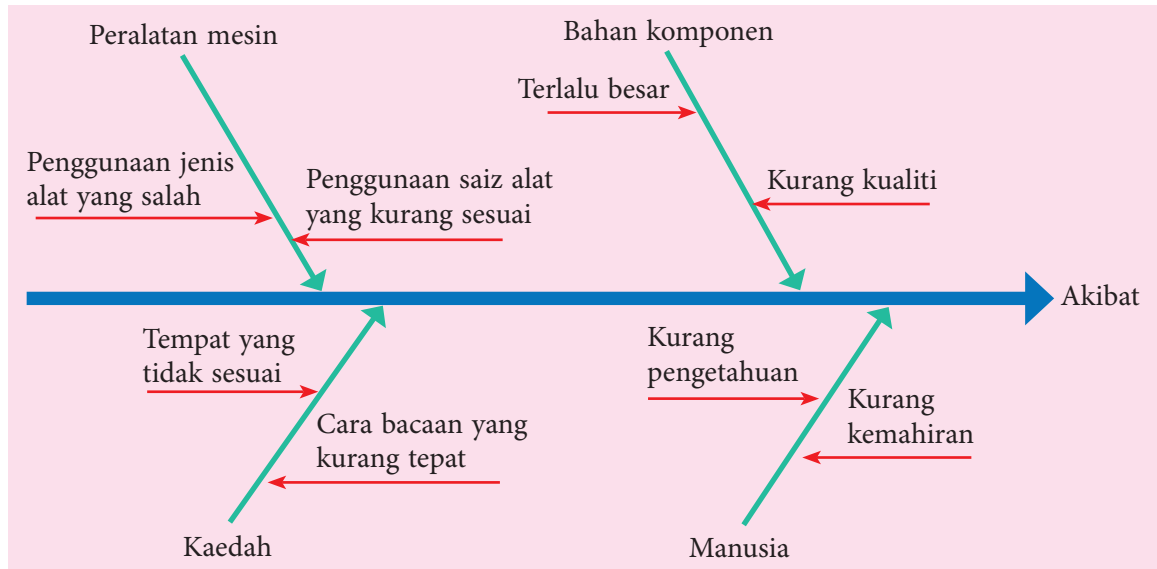


Gambar foto 3.2.4 Jumlah penggunaan tenaga solar di Malaysia

(ii) Menganalisis Masalah

Dalam menganalisis permasalahan yang diperoleh, kaedah yang digunakan ialah kaedah analisis sebab akibat melalui rajah Ishikawa. (seperti ditunjuk pada Rajah 3.2.13)

- (i) Manusia: kurang pengetahuan, kurang kemahiran
- (ii) Bahan/komponen: kurang kualiti, terlalu besar
- (iii) Peralatan/mesin: penggunaan jenis alat yang salah, penggunaan saiz alat yang kurang sesuai
- (iv) Kaedah: cara bacaan yang kurang tepat, tempat yang tidak sesuai



Rajah 3.2.13 Kaedah tulang ikan atau rajah Ishikawa sistem panel solar

Verifikasi dan validasi punca masalah

Data yang diperoleh daripada kaedah Ishikawa membantu proses verifikasi dan validasi punca masalah yang dilakukan untuk mendapatkan cara penyelesaian yang diterima pakai dalam projek sistem penjejak panel solar.

Punca	Penyebab	Penemuan	Sumber	Keputusan
Manusia	Kurang kemahiran	Tiada bekalan pada bekalan bateri	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
	Kurang pengetahuan	Tidak mengetahui di mana suis dan bateri simpanan	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
Bahan	Kurang kualiti	Panel yang mudah longkah dan berlumut	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
	Terlalu besar	Tapak panel yang besar daripada panel	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
Peralatan	Penggunaan jenis alatan yang salah	Keluaran hanya pada satu peralatan yang tetap nilai voltan AT	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
	Penggunaan saiz alatan yang kurang sesuai	Penggunaan bateri yang kurang tepat	Kaji selidik pemerhatian	Tolak
Kaedah	Tempat yang tidak sesuai	Pada satu arah pancaran sahaja	Kaji selidik pemerhatian	Terima
	Cara bacaan yang kurang tepat	Bacaan pada paparan lampu LED	Kaji selidik pemerhatian	Tolak

(iii) Peringkat Perancangan

Dalam peringkat perancangan, kita akan melihat dua elemen, iaitu mereka bentuk cadangan penyelesaian dan memilih penyelesaian sistem panel solar.

Mereka bentuk cadangan penyelesaian

Spesifikasi reka bentuk produk untuk sistem penjejak panel solar

Penentu spesifikasi reka bentuk amat penting dalam membuat pemilihan reka bentuk penyelesaian. Spesifikasi reka bentuk dapat menentukan keberkesanan produk dalam menyelesaikan masalah, di samping dapat menjimatkan kos mereka bentuk. Hal ini penting untuk menghasilkan sesuatu produk yang bermutu dan dapat berfungsi dengan baik.

Kriteria sampingan merupakan tambahan pada reka bentuk agar reka bentuk tersebut mempunyai nilai rekaan yang menarik dan berlainan dengan produk yang sedia ada. Jadual 3.2.8 menerangkan contoh kriteria reka bentuk.



**IMBAS
MAYA**

Imbas Kod QR di bawah ini untuk menganalisis masalah dengan menggunakan rajah tulang ikan.



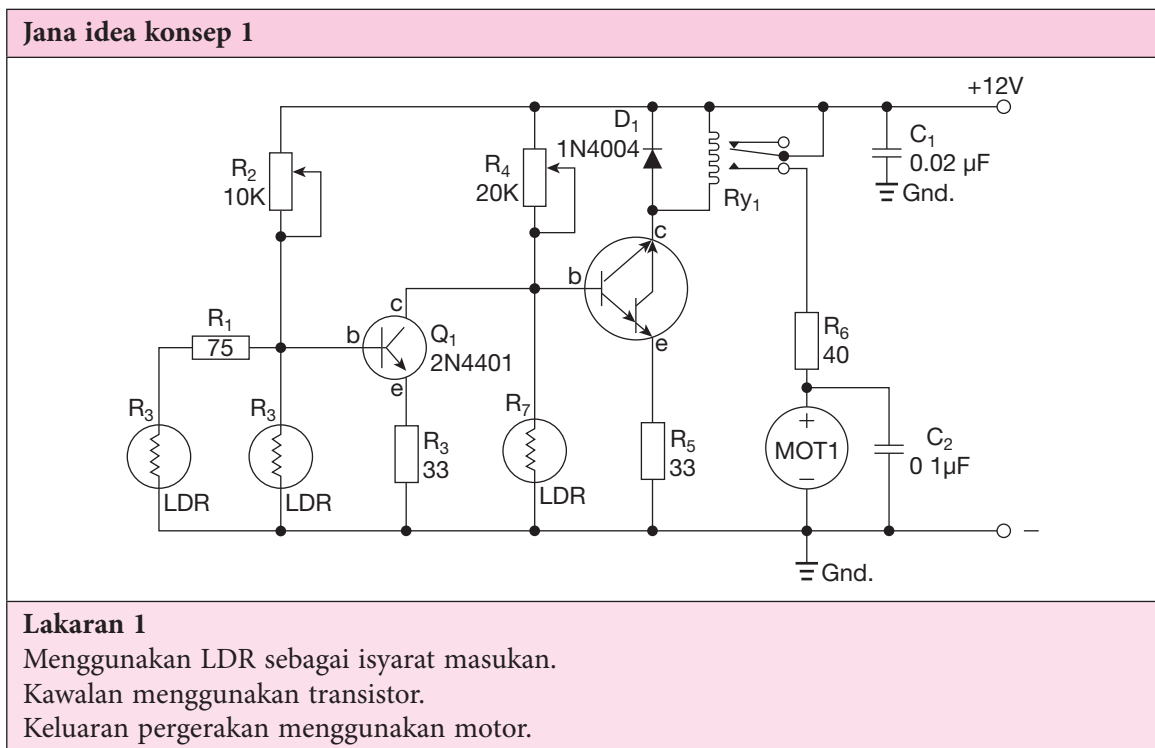
<http://buku-teks.com/kee5192>

Jadual 3.2.8 Contoh kriteria reka bentuk sistem penjejak panel solar

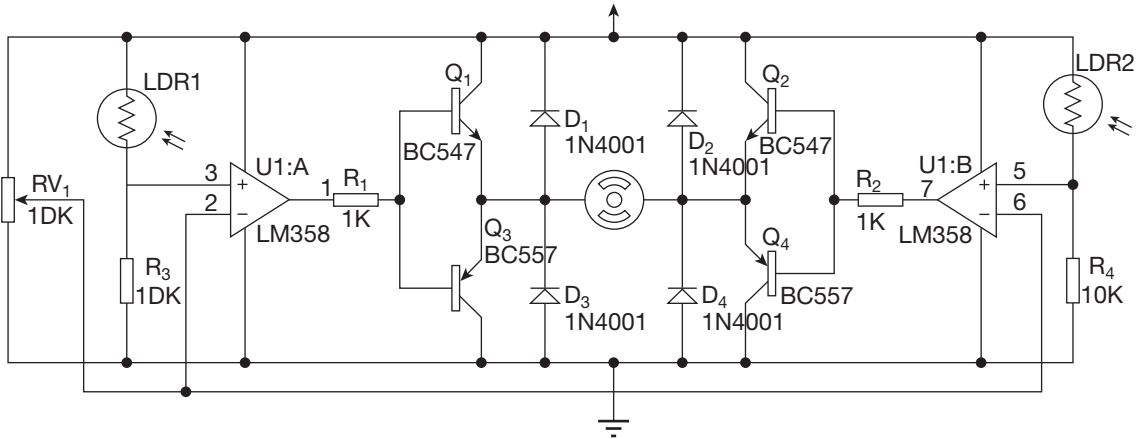
Kriteria	Penerangan
Komponen/Jenis bahan	• Komponen yang mudah diperolehi
Kos	• Kos tidak terlalu tinggi
Ergonomik	• Cara pemasangan yang mudah
Fungsi	• Berfungsi dengan berkesan
Saiz	• Saiz yang sama
Kemasan	• Kemasan yang sesuai dan menarik
Prestasi	• Motor boleh berpusing mengikut kelajuan putaran yang diperlukan
Kelestarian	• Sistem automatik yang dikawal oleh litar kawalan dengan bantuan isyarat dari LDR
Penyelenggaraan	• Mudah untuk dilakukan penyelenggaraan yang telah dihasilkan • Komponen penyelenggaraan boleh ditukar sendiri dengan mudah dan terdapat di pasaran semasa dengan kos yang berpatutan
Nilai komersil	• Berpotensi untuk dipasarkan
Keselamatan	• Elemen keselamatan harus mematuhi ketetapan

Mereka bentuk konsep awal sistem penjejak panel solar

Yang berikut ialah reka bentuk awal konsep sistem penjejak panel solar:



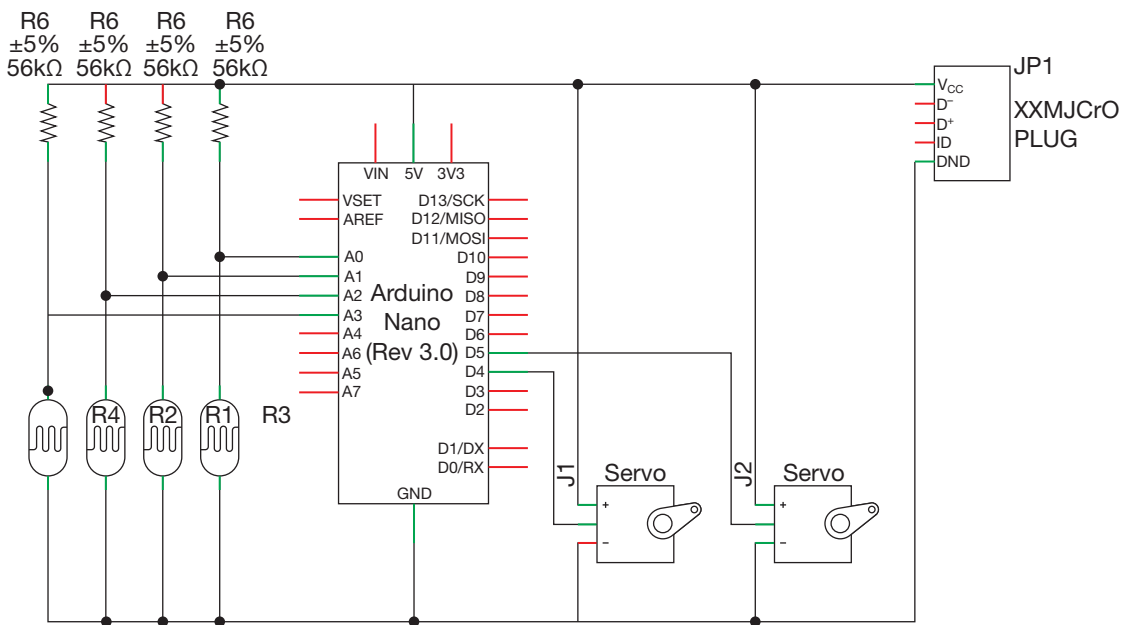
Jana idea konsep 2



Lakaran 2

Menggunakan LDR sebagai isyarat masukan.
 Kawalan menggunakan transistor dan penguat operasi.
 Keluaran pergerakan menggunakan motor.

Jana idea konsep 3



Lakaran 3

Menggunakan LDR sebagai isyarat masukan.
 Kawalan menggunakan komputer papan tunggal arduino.
 Keluaran pergerakan menggunakan motor.

Terdapat tiga lakaran awal untuk sistem penjejak panel solar mengikut kriteria yang ditetapkan.

Memilih penyelesaian

Pemilihan reka bentuk perlu dilakukan dengan teliti. Daripada senarai kriteria yang ditetapkan dan analisis yang telah dibuat, pemilihan reka bentuk boleh dilakukan.

Reka bentuk konsep menggunakan Kaedah Matrik Pugh

Selepas selesai membuat tiga lakaran, langkah seterusnya ialah menganalisis setiap idea lakaran konsep mengikut elemen spesifikasi pembangunan produk yang telah dipilih sebelum ini. Kaedah yang sesuai digunakan bagi proses ini ialah Kaedah Matrik Pugh. Jadual 3.2.9 menunjukkan contoh spesifikasi reka bentuk **Litar Sistem Penjejak Panel Solar**.

Jadual 3.2.9 Spesifikasi pembangunan produk dan faktor pemberat

Spesifikasi	Faktor pemberat
Prestasi	30%
Kos pembuatan	15%
Ketahanan	15%
Jenis komponen	10%
Kelestarian	5%
Praktikal	10%
Pemasangan	15%
Jumlah	100%

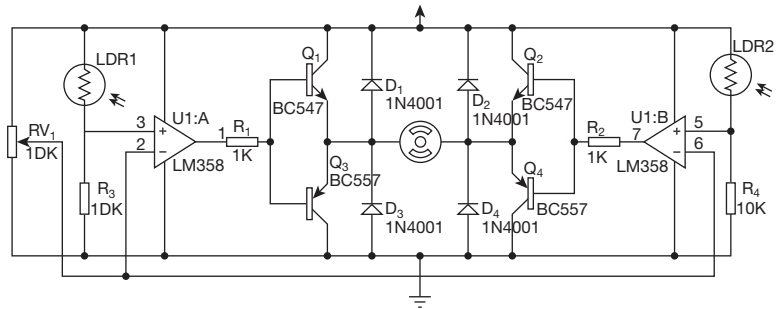
Manakala Jadual 3.2.10 menunjukkan penilaian reka bentuk konsep awal litar bagi **Projek sistem penjejak panel solar** menggunakan Kaedah Matrik Pugh.

Jadual 3.2.10 Penilaian reka bentuk konsep awal litar bagi projek sistem penjejak panel solar menggunakan Kaedah Matrik Pugh

Lakaran konsep	
Spesifikasi	Idea konsep 1
Prestasi	-1
Kos pembuatan	+1
Ketahanan	+1
Jenis komponen	+1
Kelestarian	+1
Praktikal	-1
Pemasangan	+1
Positif	5
Negatif	2
Lebihan	3
Dipilih?	Tidak

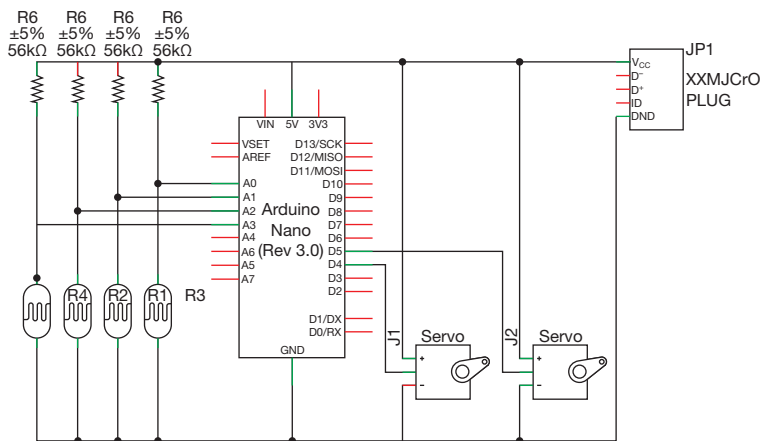
Lakaran Konsep

Spesifikasi	Idea konsep 2
Prestasi	+1
Kos pembuatan	-1
Ketahanan	-1
Jenis komponen	-1
Kelestarian	-1
Praktikal	+1
Pemasangan	-1
Positif	2
Negatif	5
Lebihan	-3
Dipilih?	Tidak



Lakaran Konsep

Spesifikasi	Idea konsep 3
Prestasi	+1
Kos pembuatan	-1
Ketahanan	+1
Jenis komponen	+1
Kelestarian	+1
Praktikal	+1
Pemasangan	+1
Positif	6
Negatif	1
Lebihan	5
Dipilih?	Ya



Memilih reka bentuk konsep terbaik untuk dihasilkan sebagai prototaip

Kaedah Matrik Pugh dilakukan dengan membuat perbandingan antara setiap lakaran konsep reka bentuk yang dihasilkan. Konsep yang mendapat nilai lebih paling banyak akan dipilih untuk dihasilkan sebagai prototaip. Dalam mereka bentuk cadangan penyelesaian, aspek proses reka bentuk kejuruteraan perlu dibincangkan berdasarkan permasalahan yang dihadapi, bahan yang digunakan untuk penghasilan produk dengan kos minimum, serta menggunakan bahan dan komponen yang tidak mengganggu ekosistem alam.

Peringkat Pelaksanaan

(a) Membina prototaip

Pembinaan prototaip sistem penjejak solar dapat dilakukan mengikut carta alir kerja seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.2.14. Ketua kumpulan menyediakan carta alir kerja. Proses fabrikasi dan pembinaan prototaip dilakukan melalui hasil perbincangan sesama ahli. Ahli yang ditugaskan untuk membina prototaip akan menjalankan tanggungjawab untuk membina prototaip berpandukan jadual dan carta aliran yang telah ditentukan.

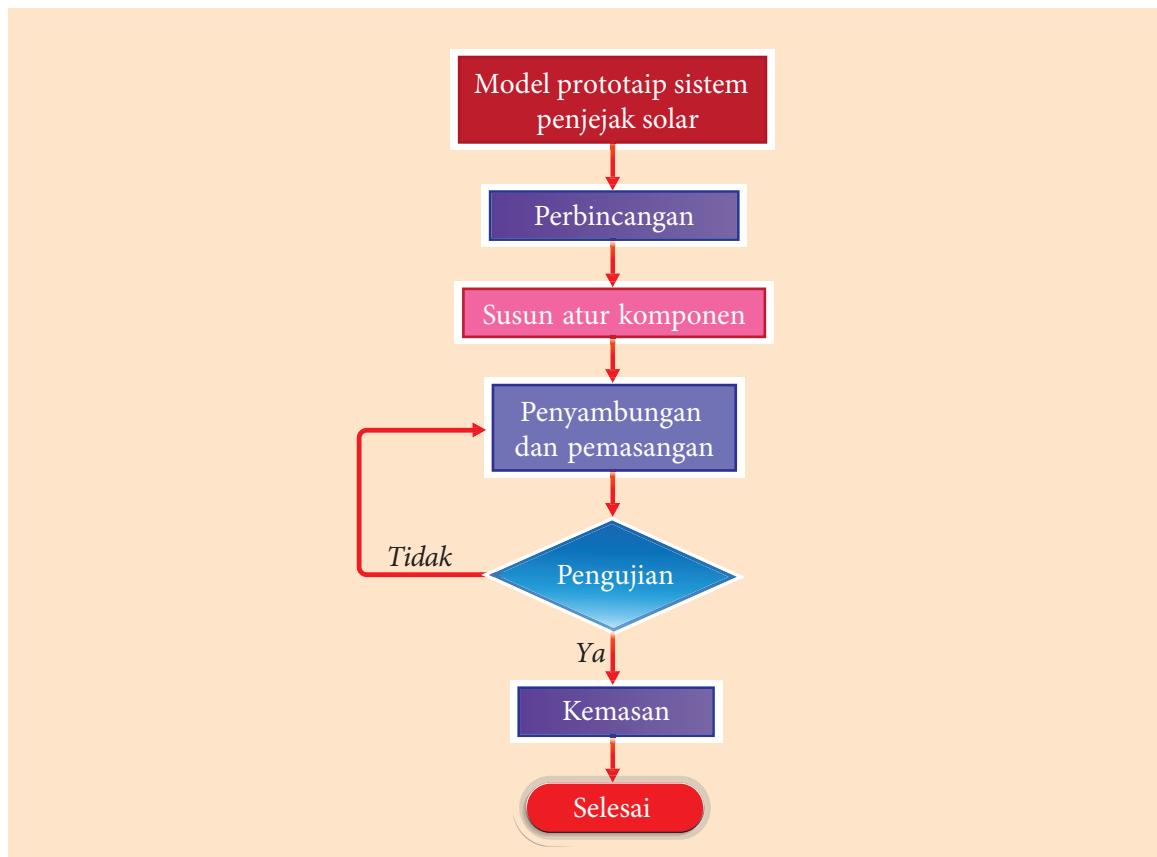


IMBAS
MAYA

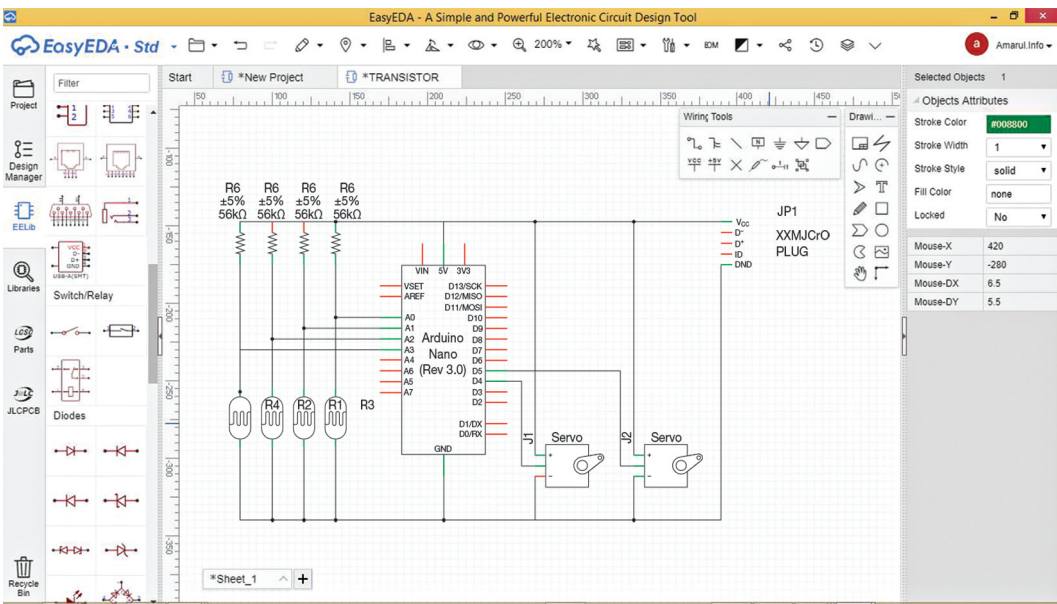
Imbas kod QR di bawah ini untuk memahami kaedah Pugh.



<http://buku-teks.com/kee5197>



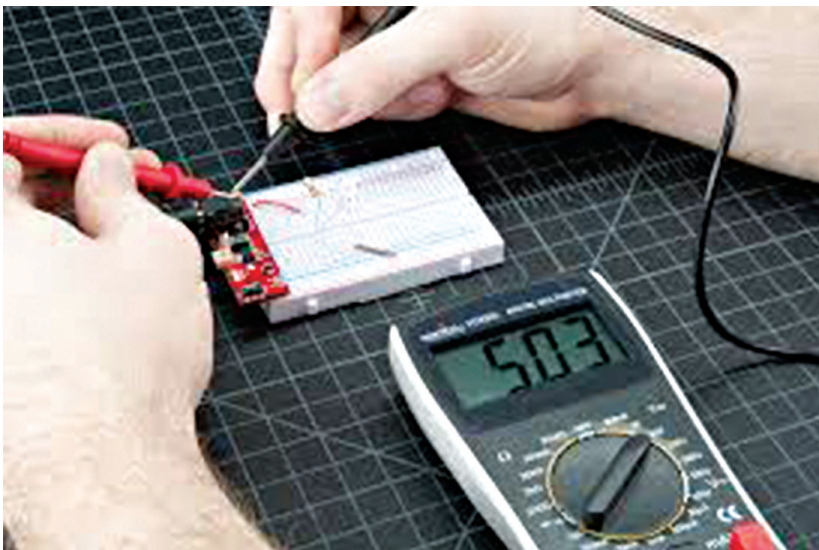
Rajah 3.2.14 Carta alir kerja prototaip



Rajah 3.2.15 Litar skematik sistem penjejak solar

(b) Menguji prototaip

- Ujian reka bentuk prototaip yang dibangunkan ialah bahagian yang sangat penting dalam proses reka bentuk dan pembuatan. Pengujian dan penilaian mengesahkan bahawa produk akan berfungsi sebagaimana yang dikehendaki atau jika memerlukan penambahbaikan. Secara umumnya, ujian prototaip membolehkan pereka dan pelanggan menilai kemampuan daya maju reka bentuk.
- Berdasarkan reka bentuk asal, murid harus menentukan apa yang ingin dipelajari dan matlamat ujian tersebut. Ketiadaan matlamat yang jelas akan memberikan kesukaran untuk menguji fungsi prototaip.

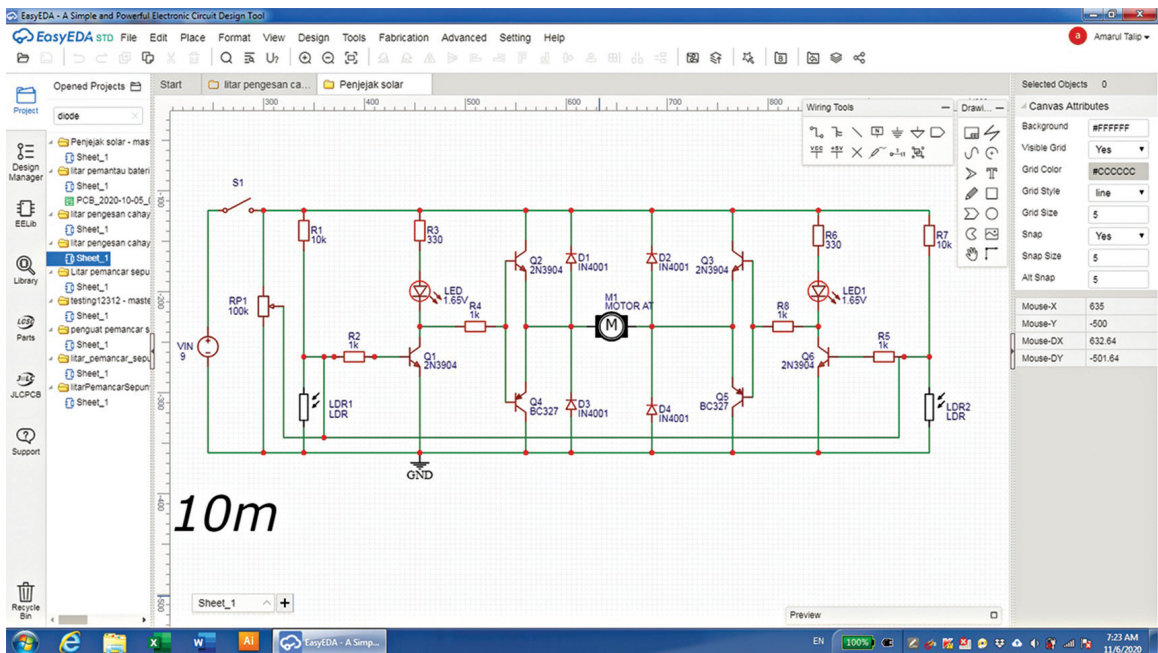


Gambar foto 3.2.5 Pengujian prototaip sedang dilakukan

(c) Penambahbaikan prototaip

- Penghasilan model akhir bagi menyelesaikan permasalahan yang diberikan perlu melalui beberapa ujian penilaian.
- Tujuannya adalah untuk memastikan produk atau model yang dihasilkan memenuhi kriteria dan kehendak pengguna.
- Analisis semua maklum balas hasil dari ujian dan penilaian prototaip bagi mengenal pasti kelemahan dan kecacatan pada reka bentuk.
- Ulang proses ujian dan penilaian dengan mengubah suai data yang bersesuaian dan juga komponen tertentu sehingga produk menepati spesifikasi yang ditetapkan.

Pembinaan prototaip sistem penjejak panel solar pada awalnya boleh dilakukan dengan menggunakan simulasi perisian *EasyEDA*.



Rajah 3.2.16 Mereka bentuk litar sistem penjejak solar

Melalui perisian ini litar skematik dan bercetak dapat dibina.



Aktiviti

Kajian kes yang memerlukan murid untuk mengaplikasi aspek pengurusan projek dalam menyelesaikan masalah.

- (a) Murid dikehendaki menyelesaikan masalah untuk melihat setiap aspek permasalahan semasa yang berlaku. Senaraikan dan bincangkan bersama-sama penyelia atau pengajar.
- (b) Kajian dilakukan dengan turutan mereka bentuk projek, catatan, dan pembentangan. Guru boleh mencadangkan kajian kes.



AKTIVITI JURUTERA MUDA

9 10 11 12 13 14 15 16 17



Dunia telah dikejutkan dengan serangan Covid-19. Sebagai jurutera muda, fikirkan masalah berkaitan dengan Covid-19 yang mahu anda selesaikan dan cadangkan penyelesaian terhadap masalah tersebut. Ikut langkah demi langkah yang telah anda pelajari untuk mereka bentuk prototaip bagi menangani masalah Covid-19. Serlahkan kreativiti anda!



3.3 HASIL PROJEK



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

6.3.1 Mereka bentuk prototaip ciri:

- (a) praktikal dengan keperluan semasa
- (b) kos efektif
- (c) teknologi hijau
- (d) bernilai komersil

6.3.2 Menghasilkan prototaip dengan merancang projek serta mematuhi kaedah pengurusan projek.

6.3.3 Menguji kefungsian prototaip yang dihasilkan.

6.3.4 Membuat kemasan pada prototaip yang dihasilkan.

6.3.5 Menggunakan peralatan yang betul semasa menjalankan kerja.

6.3.6 Mempamerkan semangat berpasukan dalam menghasilkan prototaip.

6.3.7 Mengamalkan langkah keselamatan diri dan persekitaran ketika menjalankan kerja.

Bagi menghasilkan projek, murid perlu membuat perbincangan, cadangan, mereka bentuk prototaip serta pengujian dan baik pulih sekiranya perlu. Hasil daripada sesi ini, satu kerja amali akan dirangka. Murid harus sedar bahawa rubrik kerja amali digunakan untuk menilai kerja mereka.



**IMBAS
MAYA**

Carian Peraturan di bawah Akta Kilang dan Jentera 1967 (Akta 139)



[http://buku-teks.com/kee5201\(a\)](http://buku-teks.com/kee5201(a))



**IMBAS
MAYA**

Carian Polisi perundangan Akta Suruhanjaya Tenaga dan Bekalan Elektrik



[http://buku-teks.com/kee5201\(b\)](http://buku-teks.com/kee5201(b))

Rubrik Penilaian Pengurusan Projek Modul 1 – (Peringkat Permulaan dan Perancangan)

Tarikh:

Kumpulan:

Rubrik penilaian di bawah ialah penilaian proses kerja dan hasil yang dilalui oleh murid dalam pengurusan projek. Dalam modul ini, murid mengurus projek dalam peringkat permulaan dan perancangan. Pada peringkat ini, murid perlu menyelesaikan masalah berdasarkan skenario 2 (isu semasa) yang diberikan. Proses kerja ini melibatkan aliran proses reka bentuk kejuruteraan, iaitu bermula dari langkah 1 hingga 4. Penilaian ini adalah untuk menunjukkan jumlah skor murid dalam modul 1.

Kriteria	4	3	2	1	Skor
1. Mengenal pasti masalah	Menyatakan dengan lengkap seperti berikut: (i) Masalah yang berlaku (ii) Lokasi masalah (iii) Magnitud kerugian/kerosakan (iv) Sebab masalah ini perlu diselesaikan	Menyatakan 3 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Masalah yang berlaku (ii) Lokasi masalah (iii) Magnitud kerugian/kerosakan (iv) Sebab masalah ini perlu diselesaikan	Menyatakan 2 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Masalah yang berlaku (ii) Lokasi masalah (iii) Magnitud kerugian/kerosakan (iv) Sebab masalah ini perlu diselesaikan	Menyatakan 1 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Masalah yang berlaku (ii) Lokasi masalah (iii) Magnitud kerugian/kerosakan (iv) Sebab masalah ini perlu diselesaikan	
2. Menganalisis masalah	Menjelaskan dengan lengkap seperti berikut: (i) Apa yang murid tahu berdasarkan pernyataan masalah (ii) Idea yang realistik (iii) Perkara yang perlu diketahui untuk menyelesaikan masalah (iv) Kaedah untuk mendapatkan maklumat	Menjelaskan 3 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Apa yang murid tahu berdasarkan pernyataan masalah (ii) Idea yang realistik (iii) Perkara yang perlu diketahui untuk menyelesaikan masalah (iv) Kaedah untuk mendapatkan maklumat	Menjelaskan 2 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Apa yang murid tahu berdasarkan pernyataan masalah (ii) Idea yang realistik (iii) Perkara yang perlu diketahui untuk menyelesaikan masalah (iv) Kaedah untuk mendapatkan maklumat	Menjelaskan 1 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Apa yang murid tahu berdasarkan pernyataan masalah (ii) Idea yang realistik (iii) Perkara yang perlu diketahui untuk menyelesaikan masalah (iv) Kaedah untuk mendapatkan maklumat	

Kriteria	4	3	2	1	Skor
3. Mereka bentuk cadangan penyelesaian	Menerangkan dengan lengkap seperti berikut: (i) Dapatan analisis (ii) Cadangan penyelesaian (iii) Dapatan analisis yang munasabah (iv) Cadangan penyelesaian/ Tindakan yang munasabah	Menerangkan 3 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Dapatan analisis (ii) Cadangan penyelesaian (iii) Dapatan analisis yang munasabah (iv) Cadangan penyelesaian/ Tindakan yang munasabah	Menerangkan 2 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Dapatan analisis (ii) Cadangan penyelesaian (iii) Dapatan analisis yang munasabah (iv) Cadangan penyelesaian/ Tindakan yang munasabah	Menerangkan 1 daripada 4 perkara seperti berikut: (i) Dapatan analisis (ii) Cadangan penyelesaian (iii) Dapatan analisis yang munasabah (iv) Cadangan penyelesaian/ Tindakan yang munasabah	
4. Memilih penyelesaian	Memilih penyelesaian dengan memenuhi kesemua ciri seperti berikut: (i) Praktikal dengan keperluan semasa (ii) Kos efektif (iii) Teknologi hijau (iv) Bernilai komersial	Memilih penyelesaian 2 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Praktikal dengan keperluan semasa (ii) Kos efektif (iii) Teknologi hijau (iv) Bernilai komersial	Memilih penyelesaian 2 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Praktikal dengan keperluan semasa (ii) Kos efektif (iii) Teknologi hijau (iv) Bernilai komersial	Memilih penyelesaian 1 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Praktikal dengan keperluan semasa (ii) Kos efektif (iii) Teknologi hijau (iv) Bernilai komersial	
Jumlah Skor Modul 1 – (Peringkat Permulaan dan Perancangan dalam Pengurusan Projek)					

Rubrik Penilaian Pengurusan Projek Modul 2 – (Peringkat Pelaksanaan dan Penamatan)

Tarikh:

Kumpulan:

Rubrik penilaian di bawah ialah penilaian proses kerja dan hasil yang dilalui oleh murid dalam pengurusan projek. Dalam modul ini, murid mengurus projek dalam peringkat pelaksanaan dan penamatan. Pada peringkat ini, murid perlu menghasilkan prototaip berdasarkan pernyataan masalah yang diberikan. Proses kerja ini melibatkan aliran proses reka bentuk kejuruteraan iaitu bermula dari langkah 5 hingga 7. Penilaian ini adalah untuk menunjukkan jumlah skor murid dalam pengurusan projek dalam modul 2.

Kriteria	4	3	2	1	Skor
1. Membina prototaip	Membina dengan lengkap seperti berikut: (i) Peta i-think (gambar rajah pokok) jelas (ii) Gambar rajah blok sistem jelas (iii) Sambungan litar skematik betul	Membina 2 daripada 3 perkara seperti berikut: (i) Peta i-think (gambar rajah pokok) jelas (ii) Gambar rajah blok sistem jelas (iii) Sambungan litar skematik betul	Membina 2 daripada 3 perkara seperti berikut: (i) Peta i-think (gambar rajah pokok) jelas (ii) Gambar rajah blok sistem jelas (iii) Sambungan litar skematik betul	Membina 3 perkara seperti berikut: (i) Peta i-think (gambar rajah pokok) jelas (ii) Gambar rajah blok sistem jelas (iii) Sambungan litar skematik tidak betul	
	Menerangkan dengan lengkap seperti berikut: (i) Bahan yang diperlukan (ii) Proses sistem produk (iii) Hipotesis awal prototaip	Menerangkan 2 daripada 3 perkara seperti berikut: (i) Bahan yang diperlukan (ii) Proses sistem produk (iii) Hipotesis awal prototaip	Menerangkan 3 perkara seperti berikut: (i) Bahan yang diperlukan (ii) Proses sistem produk (iii) Hipotesis awal prototaip	Tidak menerangkan 3 perkara seperti yang berikut: (i) Bahan yang diperlukan (ii) Proses sistem produk (iii) Hipotesis awal prototaip	

Kriteria	4	3	2	1	Skor
	<p>Memasang dengan mematuhi semua perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Berdasarkan litar skematik yang telah direka bentuk.</p> <p>(ii) Menggunakan peralatan yang betul.</p> <p>(iii) Mengamalkan langkah keselamatan</p>	<p>Memasang dengan mematuhi 2 daripada 3 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Berdasarkan litar skematik yang telah direka bentuk.</p> <p>(ii) Menggunakan peralatan yang betul.</p> <p>(iii) Mengamalkan langkah keselamatan</p>	<p>Memasang dengan mematuhi 1 daripada 3 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Berdasarkan litar skematik yang telah direka bentuk.</p> <p>(ii) Menggunakan peralatan yang betul.</p> <p>(iii) Mengamalkan langkah keselamatan</p>	<p>Memasang dengan tidak mematuhi 3 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Berdasarkan litar skematik yang telah direka bentuk.</p> <p>(ii) Menggunakan peralatan yang betul.</p> <p>(iii) Mengamalkan langkah keselamatan</p>	
2. Menguji prototaip	<p>Pengujian dijalankan dengan mematuhi semua perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Mengenal pasti permasalahan prototaip</p> <p>(ii) Membina jadual keputusan yang lengkap</p> <p>(iii) Menggunakan peralatan yang betul</p> <p>(iv) Mengikuti prosedur yang betul</p>	<p>Pengujian dijalankan dengan mematuhi 3 daripada 4 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Mengenal pasti permasalahan prototaip</p> <p>(ii) Membina jadual keputusan yang lengkap</p> <p>(iii) Menggunakan peralatan yang betul</p> <p>(iv) Mengikuti prosedur yang betul</p>	<p>Pengujian dijalankan dengan mematuhi 2 daripada 4 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Mengenal pasti permasalahan prototaip</p> <p>(ii) Membina jadual keputusan yang lengkap</p> <p>(iii) Menggunakan peralatan yang betul</p> <p>(iv) Mengikuti prosedur yang betul</p>	<p>Pengujian dijalankan dengan mematuhi 1 daripada 4 perkara seperti berikut:</p> <p>(i) Mengenal pasti permasalahan prototaip</p> <p>(ii) Membina jadual keputusan yang lengkap</p> <p>(iii) Menggunakan peralatan yang betul</p> <p>(iv) Mengikuti prosedur yang betul</p>	

Kriteria	4	3	2	1	Skor
3. Hasil prototaip	<p>Prototaip: (i) Berfungsi 100</p> <p>Hasil prototaip mematuhi semua ciri seperti berikut: (i) Litar kemas (ii) Litar dengan jumlah komponen minimum (iii) Litar memenuhi ciri-ciri keselamatan</p>	<p>Prototaip: (i) Berfungsi 75</p> <p>Hasil prototaip mematuhi 2 daripada 3 ciri seperti berikut: (i) Litar kemas (ii) Litar dengan jumlah komponen minimum (iii) Litar memenuhi ciri-ciri keselamatan</p>	<p>Prototaip: (i) Berfungsi 25</p> <p>Hasil prototaip mematuhi 1 daripada 3 ciri seperti berikut: (i) Litar kemas (ii) Litar dengan jumlah komponen minimum (iii) Litar memenuhi ciri-ciri keselamatan</p>	<p>Prototaip: (i) Tidak berfungsi</p> <p>Hasil prototaip tidak mematuhi 3 ciri seperti berikut: (i) Litar kemas (ii) Litar dengan jumlah komponen minimum (iii) Litar memenuhi ciri-ciri keselamatan</p>	
4. Hasil laporan	<p>Hasil laporan mematuhi semua ciri seperti berikut: (i) Format betul (ii) Menggunakan laras bahasa yang mudah difahami (iii) Merumus hasil dapat projek dengan jelas (iv) Menerangkan penambahbaikan projek dibuat</p>	<p>Hasil laporan mematuhi 3 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Format betul (ii) Menggunakan laras bahasa yang mudah difahami (iii) Merumus hasil dapat projek dengan jelas (iv) Menerangkan penambahbaikan projek dibuat</p>	<p>Hasil laporan mematuhi 2 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Format betul (ii) Menggunakan laras bahasa yang mudah difahami (iii) Merumus hasil dapat projek dengan jelas (iv) Menerangkan penambahbaikan projek dibuat</p>	<p>Hasil laporan mematuhi 1 daripada 4 ciri seperti berikut: (i) Format betul (ii) Menggunakan laras bahasa yang mudah difahami (iii) Merumus hasil dapat projek dengan jelas (iv) Menerangkan penambahbaikan projek dibuat</p>	
Jumlah Skor Modul 2 – (Peringkat Pelaksanaan dan Penamatan dalam Pengurusan Projek)					

RUBRIK PENILAIAN KESELURUHAN PENGURUSAN PROJEK

Modul 1 (10%)

Bil	Kriteria	Skor				Pencapaian
		4	3	2	1	
1.	Mengenal pasti masalah					
2.	Menganalisis masalah					
3.	Mereka bentuk cadangan penyelesaian					
4.	Memilih penyelesaian					
		Jumlah skor				
		Pemberat				0.625
		Jumlah markah				

Modul 2 (32%)

Bil	Kriteria	Skor				Pencapaian
		4	3	2	1	
5.	Membina prototaip					
6.	Menguji prototaip					
7.	Hasil prototaip					
8.	Hasil laporan					
		Jumlah skor				
		Pemberat				1.143
		Jumlah markah				



3.4 LAPORAN PROJEK



Standard Pembelajaran

Murid boleh:

6.4.1 Menyediakan laporan akhir mengikut format ditetapkan dengan menekankan keaslian idea.

6.4.2 Menepati masa yang diperuntukkan dalam menghantar laporan projek akhir.

Setiap projek yang dihasilkan perlu didokumentasi dan dibentangkan kepada guru atau panel penilai. Dokumen ini merupakan laporan terperinci nukilan asli murid tentang keseluruhan projek yang dihasilkan seperti reka bentuk projek, perincian projek yang dijalankan, keberhasilan, serta fungsi.

Demi menghasilkan sebuah laporan yang baik dan tersusun, garis panduan dan format penulisan dirangka dan disediakan bagi membantu murid dalam menyediakan laporan projek yang berkualiti. Garis panduan ini secara amnya mengandungi senarai kandungan laporan yang sama bagi menghasilkan sebuah laporan projek.

Penyediaan laporan projek hendaklah mengikut garis panduan dan format yang diberikan. Kegagalan murid mematuhi garis panduan dan format penulisan ini memberi kesan kepada pemarkahan keseluruhan projek. Gambar foto 3.4.1 menunjukkan contoh beberapa bentuk laporan projek akhir yang dihasilkan.



Gambar foto 3.4.1 Bentuk laporan projek

3.4.1 Laporan Akhir Mengikut Format

Rajah 3.4.1 merupakan perkara yang perlu ditulis atau dilaporkan mengikut susunan senarai yang lazimnya digunakan bagi menghasilkan laporan akhir projek.



Rajah 3.4.1 Format penulisan laporan

Senarai Kandungan

Contoh senarai kandungan laporan adalah seperti berikut.

PERAKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

PENGHARGAAN

RINGKASAN REKA BENTUK/ ABSTRAK

SENARAI KANDUNGAN

▶ BAB 1 PENGENALAN

- 1.1 Pendahuluan
- 1.2 Latar Belakang Kajian
- 1.3 Pernyataan Masalah
- 1.4 Objektif Kajian
- 1.5 Persoalan Kajian
- 1.6 Skop Kajian
- 1.7 Kepentingan Kajian
- 1.8 Takrifan Istilah/Operasi
- 1.9 Rumusan Bab

▶ BAB 2 SOROTAN KAJIAN

- 2.1 Pengenalan Bab
- 2.2 Konsep/Teori
- 2.3 Kajian Terdahulu
- 2.4 Rumusan Bab

▶ BAB 3 METODOLOGI

- 3.1 Pengenalan Bab
- 3.2 Reka Bentuk Projek
- 3.3 Kaedah Pengumpulan Data
- 3.4 Instrumen Kajian
- 3.5 Teknik Persampelan
- 3.6 Kaedah Analisis Data
- 3.7 Rumusan Bab

▶ BAB 4 HASIL DAPATAN

- 4.1 Pengenalan Bab
- 4.2 Spesifikasi Reka Bentuk Produk
- 4.3 Reka Bentuk Konsep
- 4.4 Penilaian Reka Bentuk Konsep
- 4.5 Memilih Reka Bentuk Konsep
- 4.6 Membina Prototaip
- 4.7 Menguji Prototaip
- 4.8 Penambahbaikan Reka Bentuk
- 4.9 Rumusan Bab

▶ BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

- 5.1 Pengenalan Bab
- 5.2 Perbincangan
- 5.3 Kesimpulan
- 5.4 Cadangan
- 5.5 Rumusan Bab

RUJUKAN

LAMPIRAN

- A. Carta Gantt
- B. Anggaran Perbelanjaan
- C. Data Projek
- D. Lukisan Litar
- E. Rumus yang Digunakan

Penulisan

Secara amnya, laporan penulisan ditulis dalam Bahasa Melayu untuk memudahkan murid menulis dengan lancar dan mudah untuk difahami. Format penulisan yang disarankan adalah seperti dalam Rajah 3.4.2.:

Jenis huruf (*font*)

- Menggunakan huruf Times New Roman sahaja

Saiz huruf

- Saiz huruf teks bersaiz 12

Huruf besar

- Permulaan nombor bab dan tajuk bab

Nombor bab dan tajuk bab

- Dihitamkan (***Bold***) dan saiz huruf 14

Muka surat baharu

- Bagi setiap permulaan Bab

Format teks

- *Justified*

Jarak antara nombor bab dengan tajuk bab

- Tajuk bab dengan baris pertama teks dan subtajuk dengan baris pertama teks selepasnya dilangkau 1.5

Jarak antara baris

- Langkau 1.5

Semua istilah selain bahasa penulisan

- Format *Italic*

Rajah 3.4.2 *Format penulisan*

Jadual 3.4.1 di bawah menunjukkan senarai kandungan dan keterangan bagi laporan projek akhir.

Jadual 3.4.1 Senarai kandungan dan keterangan laporan projek

Kandungan	Keterangan
Muka Surat Hadapan	<ul style="list-style-type: none"> Muka surat hadapan mempunyai nama sekolah, tajuk projek, nama murid, nama guru, dan tarikh hantar laporan Tajuk projek hendaklah menjadi deskriptif dan secara amnya bukan nama projek dalaman yang digunakan
Ringkasan Projek/Abstrak	<ul style="list-style-type: none"> Merumuskan keseluruhan laporan projek ke dalam satu halaman agar pembaca dapat mengetahui kandungan keseluruhan laporan Mengandungi ringkasan definisi masalah, perihal projek, dan penilaian
Senarai Kandungan	<ul style="list-style-type: none"> Mengandungi tajuk setiap bab dan nombor halaman
Bab 1 Pengenalan	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan bahagian pengenalan untuk memberikan beberapa maklumat latar belakang mengenai projek keseluruhan
Pernyataan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> Menyatakan permasalahan yang dihadapi dan sebab projek mahu dilaksanakan untuk mengatasi masalah tersebut
Objektif dan Skop	<ul style="list-style-type: none"> Menyatakan objektif dalam pernyataan yang pendek dan khusus. Mestilah spesifik, boleh diukur, realistik dan dapat dihasilkan mengikut tempoh masa yang dianggarkan, serta dapat memberi jawapan kepada masalah atau matlamat setelah projek dihasilkan
Bab 2 Kaedah Kerja/ Metodologi	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian ini menerangkan mengenai kaedah dalam proses penghasilan model penyelesaian (pembahagian fasa reka bentuk dan uji kaji) yang terperinci. Memberi gambaran langkah-langkah kerja keseluruhan tentang penyelesaian masalah projek yang dijalankan. Merupakan bahagian utama asas penilaian kepada kesesuaian projek Asas penyediaan senarai bahan, komponen, peralatan dan anggaran kos bagi sesuatu projek
Bab 3 Reka Bentuk	<ul style="list-style-type: none"> Gambaran keseluruhan projek mengenai pemilihan reka bentuk, pembangunan reka bentuk, kendalian dan kefungisian projek Menerangkan dengan lebih terperinci proses reka bentuk, menentukan spesifikasi, dan pembinaan prototaip
Bab 4 Keputusan	<ul style="list-style-type: none"> Menerangkan analisis keputusan yang lengkap, mendalam dan sangat terperinci mengenai projek yang dilaksanakan Mentafsir keputusan dalam data jadual, rajah atau carta Cara penyampaian yang kreatif

Kandungan	Keterangan
Bab 5 Perbincangan	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian ini melibatkan perbincangan mengenai hasil ujian fungsi prototaip yang dibina Semua penilaian yang dibuat mesti dilaporkan Rumusan dari perbincangan perlu dibuat bagi mengenal pasti produk sama ada mencapai kehendak dan keperluan yang ditetapkan. Membincangkan hasil penyelidikan berhubung dengan keputusan yang diperoleh daripada kerja projek sama ada mengikut teori atau sebaliknya Kepentingan dan batasan penemuan
Kesimpulan	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian utama teks terakhir Menyimpulkan semua hasil kerja yang menjawab kepada semua objektif Menyimpulkan keputusan kerja dan penemuan Penambahbaikan atau cadangan selanjutnya untuk kerja masa depan
Rujukan	<ul style="list-style-type: none"> Bahagian rujukan mempunyai senarai rujukan yang disebutkan di dalam laporan Termasuk buku, jurnal teknikal, dan paten Gunakan gaya APA, ASME, atau IEEE
Lampiran	<ul style="list-style-type: none"> Maklumat tambahan yang diperlukan seperti: <ul style="list-style-type: none"> (a) Pengiraan terperinci dan data yang dijana komputer (b) Spesifikasi pengilang (c) Data makmal (d) Gambar projek

Rubrik Penilaian Laporan Projek

Penilaian laporan projek mengambil kira perkara-perkara berikut, iaitu:

- Laporan yang dihasilkan mengikut format seperti penetapan pada garis panduan laporan projek.
- Laporan hendaklah menyatakan pernyataan masalah, objektif, dan skop dengan jelas.
- Perancangan kerja yang tersusun dan sistematik.
- Hasil analisis yang tepat dan bukti yang kukuh.
- Perbincangan, cadangan, dan kesimpulan yang jelas dan logik.
- Mempunyai rujukan yang sesuai dan mencukupi.
- Lampiran yang betul dan bersesuaian.
- Laporan yang hendak dinilai mestilah telah siap dijilid dengan kemas mengikut ketetapan yang telah dibuat.



**IMBAS
MAYA**

Imbas Kod QR ini untuk carian cara menulis laporan projek akhir.



<http://buku-teks.com/kee5213>

3.4.2 Ketepatan Masa

Perancangan penulisan laporan hendaklah ada pada setiap kumpulan agar laporan dapat disiapkan mengikut masa yang telah ditetapkan. Ketua kumpulan boleh membuat pengagihan tugas dan bahagian kandungan laporan kepada setiap ahli. Namun begitu, setiap ahli kumpulan perlu bekerjasama bermula dari awal penulisan laporan sehingga menghasilkan sebuah laporan yang berkualiti dan menarik untuk dibaca.

Semakan secara berkumpulan hendaklah dilakukan agar isi kandungan laporan yang ditulis mengikut garis panduan serta bertepatan dengan kehendak projek yang dijalankan dengan mengemukakan segala butiran bukti dan data analisis keputusan projek. Carta Gantt yang dibina hendaklah dijadikan panduan agar tidak melepasi masa yang ditetapkan untuk menghantar laporan kepada guru. Senarai semak pada Jadual 3.4.2. ialah digunakan untuk memantau ketepatan masa.

Jadual 3.4.2 Senarai semak laporan hasil kerja

Bil.	Perkara	Bahan / Sumber	Tindakan (✓)
1.	Tajuk		
2.	Ahli Kumpulan		
3.	Isi Kandungan		
4.	Lembaran Kerja Murid M1		
5.	Lembaran Kerja Murid M2		
6.	Lembaran Kerja Murid M3		
7.	Lembaran Kerja Murid M4		
8.	Lembaran Kerja Murid M5		
9.	Lembaran Kerja Murid M6		
10.	Lembaran Kerja Murid M7		
11.	Lembaran Kerja Murid M8		
12.	Lembaran Kerja Murid M9		
13.	Lembaran Kerja Murid M10		
14.	Lampiran A		
15.	Lampiran B		
16.	Penutup		
17.	Rujukan		

Standard Pembelajaran

Murid boleh:

- 6.5.1 Menunjukkan keterampilan diri yang kemas dan beretika.
- 6.5.2 Membuat persediaan rapi sebelum pembentangan.
- 6.5.3 Mempersembahkan pembentangan dengan pelbagai media yang kreatif, menarik, dan jelas.
- 6.5.4 Membahas pembentangan berdasarkan bukti.
- 6.5.5 Mencadangkan penyelesaian masalah prototaip.
- 6.5.6 Menyampaikan hujah dengan intonasi yang jelas dan berkeyakinan.

Murid perlu membentangkan hasil projek kepada penyelia dan panel. Markah pembentangan akan dinilai berdasarkan rubrik pemarkahan. Murid juga perlu menyediakan kandungan pembentangan dengan menyatakan perincian maklumat dan menarik, serta menyampaikannya dengan penuh keyakinan dan jelas bagi idea projek yang dihasilkan. Murid hendaklah memastikan pengetahuan yang kukuh atas pemahaman pada projek yang dilakukan serta boleh menjawab soalan apabila panel bertanya. Murid perlu menguasai kandungan slaid yang hendak dibentangkan.



ELekV1 Modules

Inventors
En Suriyaro A/L S Raman Naidu
Cik Sufi Suraya Binti Halim

Supervisor
En Amarul Bin Talip

Contact Detail
Centre Diploma Studies (CDS)
CeGeoGTech
Universiti Malaysia Perlis

The International Engineering Invention & Innovation Exhibition (i-ENVEX 2018) | Universiti Malaysia Perlis

Rajah 3.5.1 Rajah contoh slaid pembentangan

3.5.1 Keterampilan Diri

Dalam penampilan diri, murid hendaklah berpakaian kemas dan mengikut etika pemakaian murid sekolah seperti ditunjukkan pada Gambar foto 3.5.1. Penampilan yang baik amat dititikberatkan bagi seorang pembentang, kerana penampilan yang menarik mampu menarik minat panel dalam sesi pembentangan. Pakaian yang menarik dan kemas ialah aspek utama semasa sesi pembentangan. Bagi persembahan berkumpulan, murid digalakkan memakai pakaian yang seragam, contohnya jika berkemeja putih semua berkemeja putih, begitu juga jika memakai tali leher atau blazer.



Gambar foto 3.5.1 Panduan etika berpakaian dan keterampilan diri yang kemas

3.5.2 Persediaan sebelum Pembentangan

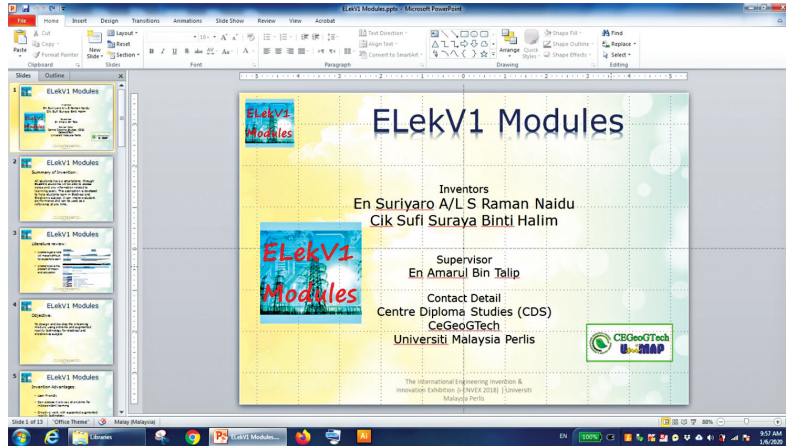
Murid hendaklah menyediakan teks sendiri dan buat latihan berulang kali atas apa yang hendak disampaikan. Aliran isi kandungan slaid pembentangan yang hendak disampaikan ialah perkara penting yang perlu diketahui oleh murid di samping menyediakan nota-nota penting pada paparan teks yang hendak disampaikan. Murid hendaklah menunjukkan keyakinan dalam menyampaikan pembentangan projek.

Murid perlu mengetahui masa pembentangan agar slaid yang disampaikan mengikut masa yang ditetapkan. Selain itu, keadaan tempat pembentangan juga harus diketahui agar penggunaan saiz huruf adalah sesuai mengikut jarak tempat pembentangan.

3.5.3 Pelbagai Media Pembentangan

Murid boleh menggunakan pelbagai perisian sebagai media pembentangan sebagai contoh *Microsoft Power Point* bagi penyediaan slaid sebagai metodologi pembentangan hasil dapatan projek. Buatlah secara ringkas dengan mengurangkan jumlah perkataan dalam perenggan dan mengeluarkan ayat-ayat penting pada slaid. Jangan letakkan gambar yang tidak berkaitan, lakukan seringkas yang mungkin.

Pemilihan warna yang kontra secara jelas. Contohnya, perkataan hitam di atas latar belakang berwarna putih. Bentuk dan saiz tulisan juga perlu sesuai dan cukup besar untuk dilihat dan dibaca dari jarak jauh, serta sesuai dengan saiz tempat pembentangan.



Rajah 3.5.2 Contoh penyediaan slaid pembentangan

Gandaan slaid secara optimum. Setiap slaid mempunyai lima hingga tujuh poin sahaja. Masukkan gambar yang berkaitan. Setiap murid harus memberikan kerjasama dan perlu faham akan tugas dan peranan masing-masing dalam menyediakan bahan pembentangan agar sesi pembentangan berjalan dengan lancar dan tersusun dengan baik.

Masa Persembahan

Tarikh dan masa persembahan projek akan ditetapkan oleh guru. Sebagai contoh, masa yang diperuntukkan untuk murid bagi setiap sesi pembentangan ialah 30 minit. Masa tersebut merangkumi 15 minit untuk masa persembahan, 10 minit masa untuk demonstrasi kefungsi projek, dan 5 minit untuk sesi soal jawab. Murid hendaklah mematuhi masa yang telah ditetapkan, kerana salah satu penilaian dibuat berdasarkan perancangan masa untuk mempersembahkan projek.

3.5.4 Pembentangan Berdasarkan Bukti

Sewaktu membahaskan pembentangan, murid perlu menunjukkan bukti awal penyelidikan. Pernyataan masalah yang diperoleh daripada sumber seperti isu-isu semasa daripada keratan akhbar menjadi sebab projek tersebut perlu dijalankan. Akhir sekali, sertakan bukti bacaan kertas penyelidikan yang diperoleh bagi mengukuhkan persembahan projek tersebut.

Dalam konteks pembinaan data reka bentuk, bukti-bukti pemilihan reka bentuk dengan analisis data yang diperoleh perlu ditunjukkan agar panel dapat melihat sejauh mana pemahaman murid sewaktu membuat pemilihan kriteria reka bentuk.

Kos perbelanjaan projek perlu ditunjukkan bagi membuktikan bahawa projek tersebut dilakukan bersesuaian dengan perancangan kewangan yang telah dirancang.



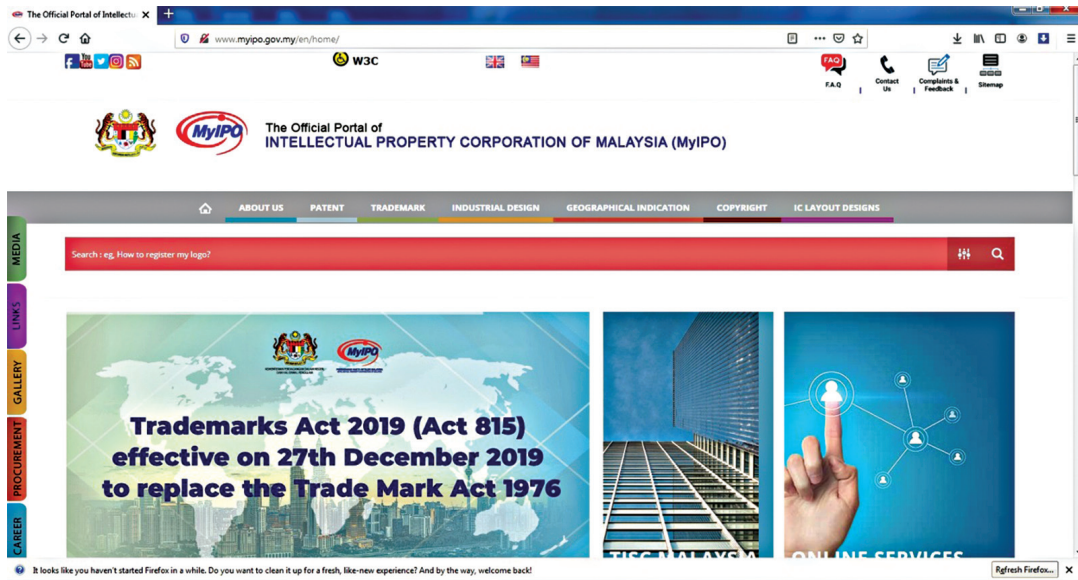
**IMBAS
MAYA**

Carian MyIPO
permohonan paten.



<http://buku-teks.com/kee5217>

Keputusan yang diperoleh daripada data analisis yang menunjukkan kendalian dan ketahanan prototaip ini akan mengukuhkan bukti bahawa projek tersebut dapat berfungsi dengan baik. Murid harus mengumpulkan kesemua data tersebut untuk dipamerkan dalam slaid pembentangan. Sekiranya projek dijalankan dengan bantuan dan nasihat daripada pihak luar, maka keputusan projek dikepilkan bersama dengan surat sokongan dari pihak industri, pusat pengajian tinggi, atau jabatan kerajaan yang berkaitan.



Rajah 3.5.3 Pantauan MyIPO di www.myipo.gov.my

Dengan adanya kerjasama dengan industri atau institut pengajian tinggi, murid digalakkan untuk menyertai pelbagai ekspo penyelidikan bagi meningkatkan keyakinan serta melihat potensi hasil projek supaya boleh dikomersialkan. Banyak ekspo penyelidikan yang boleh disertai oleh murid, antaranya *i-envex*, *i2create*, *ureka*, *icompaX*, dan *itex*. Ada banyak ekspo penyelidikan di peringkat kebangsaan dan peringkat antarabangsa yang diadakan sepanjang tahun.

3.5.5 Penyelesaian Masalah Prototaip

Dalam memperoleh fungsi kendalian yang lebih baik, cadangan penambahbaikan amat diperlukan untuk memastikan tahap kendalian litar yang lebih baik dan memenuhi kehendak pelanggan. Cadangan penyelesaian masalah boleh diberikan untuk penambahbaikan prototaip tersebut pada masa akan datang dalam penyelidikan yang baharu. Murid memberikan cadangan penyelesaian kepada masalah prototaip yang dibangunkan.

3.5.6 Penyampaian Hujah

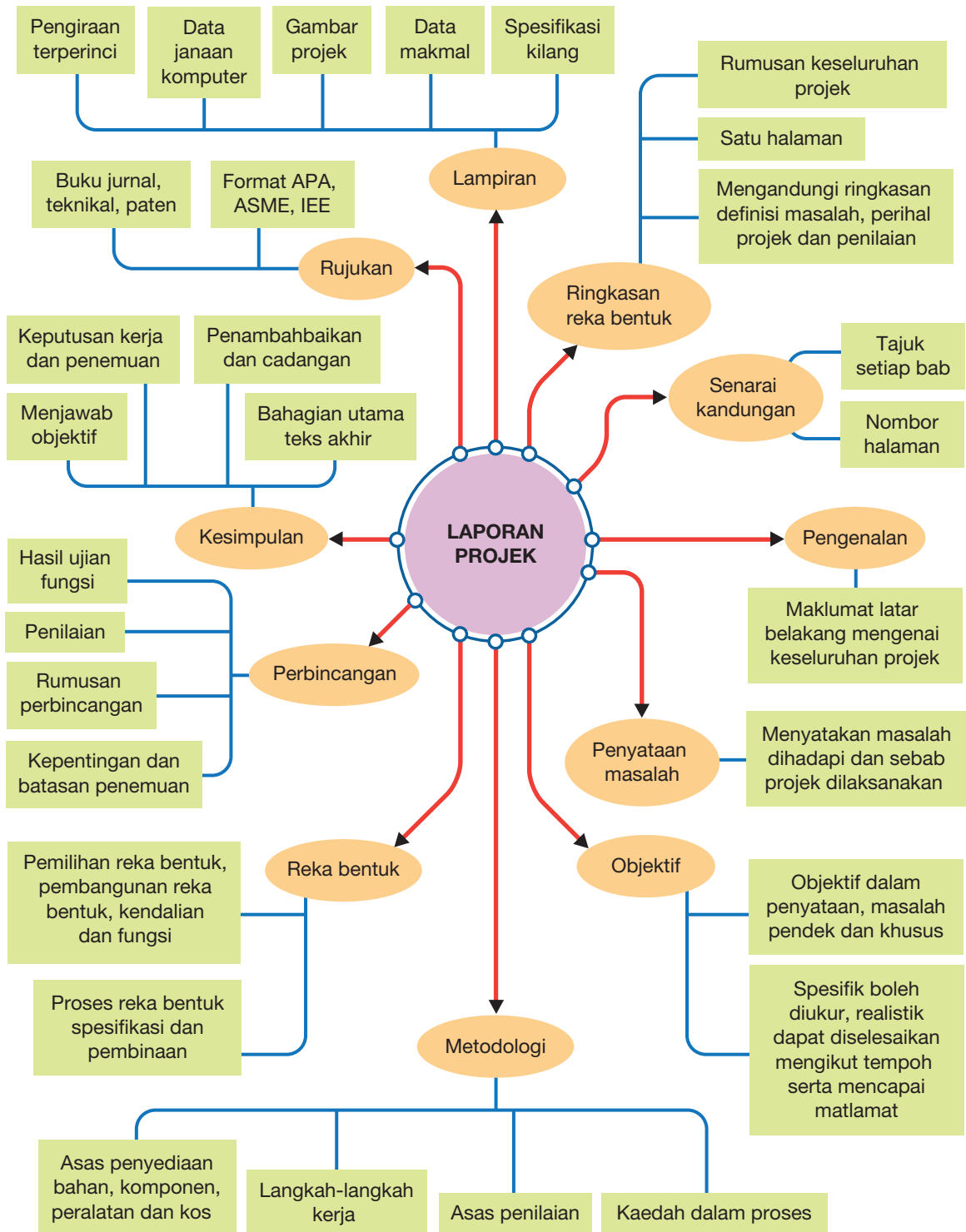
Setiap murid hendaklah membuat latihan yang berulang-ulang agar sesi pembentangan berjalan dengan lancar dan teratur terutamanya dalam intonasi penyampaian yang betul dan teratur. Hujah-hujah yang betul dan bernas hendaklah disampaikan dengan penuh keyakinan pada sesi pembentangan dan soal jawab. Hal ini dapat melatih murid agar dapat menyertai pameran ekspo penyelidikan.

KRITERIA	4	3	2	1	SKOR
Keputusan/ Analisis data	Keputusan tersusun rapi dengan penerangan yang tepat. Maklumat dipersembahkan menyokong kajian yang dibuat dan selari dengan topik kajian.	Keputusan kajian dinyatakan. Penerangan tentang hasil kajian adalah baik dan dapat difahami.	Keputusan dan penerangan dibuat.	Penjelasan tidak mencukupi dan persembahan kurang kemas.	
Perbincangan	Perbincangan adalah menyeluruh dan mendalam meliputi objektif kajian menggunakan hasil dapatan data yang sah. Perbincangan berdasarkan hasil ujian yang dibangunkan dan disokong dengan maklumat yang merujuk kepada sumber.	Perbincangan merangkumi keputusan yang diperolehi. Walau bagaimanapun, penjelasan lanjut diperlukan agar objektif tercapai. Dapatan baharu diperolehi setelah disokong oleh maklumat yang dirujuk.	Perbincangan dilakukan secara umum dan memenuhi keperluan penyelidikan yang secara umumnya disokong maklumat yang terujuk.	Perbincangan kabur dan gagal menepati objektif. Penerangan yang dangkal dan tidak menunjukkan maklumat tambahan. Perbincangan kurang disokong maklumat dirujuk.	
Kesimpulan dan cadangan	Kesimpulan yang sangat relevan kepada objektif projek. Cadangan mampu membawa kepada kajian lanjut.	Kesimpulan dan cadangan memuaskan dari segi kejayaan kajian dan kebolehfahaman.	Kesimpulan dan cadangan adalah hasil kajian yang munasabah.	Kesimpulan dan cadangan yang kabur. Tiada kaitan dengan objektif kajian.	
Kualiti dan kemahiran menulis laporan	Memenuhi format penulisan dan pelaporan yang telah ditetapkan.	Sangat kurang elemen penulisan yang gagal dipatuhi. Penulisan dan pelaporan masih lagi memenuhi keperluan.	Terdapat elemen yang tidak memenuhi keperluan format penulisan dan pelaporan.	Sangat banyak elemen format penulisan dan pelaporan yang tidak dipenuhi.	

Jadual 3.5.1 Rubrik penulisan dan pelaporan kajian



RUMUSAN



LAMPIRAN

SEMAKAN KOMPONEN ELEKTRONIK DAN LANGKAH-LANGKAH KESELAMATAN

Mereka Bentuk Ciri Prototaip

Ciri-ciri prototaip adalah piawai sesuatu reka bentuk yang boleh diukur dan dijadikan panduan dalam memastikan reka bentuk mengikut keperluan yang telah ditetapkan. Kekangan dan ciri yang diperolehi itu akan menentukan langkah-langkah proses reka bentuk yang harus diambil. Ini bertujuan agar idea reka bentuk boleh dilaksanakan.

Kemahiran menentukan elemen dalam suatu reka bentuk litar amat penting kerana kemahiran tersebut menunjukkan kendalian litar yang dibina. Tiga bahagian elemen penting dalam menentukan reka bentuk suatu litar ialah bahagian masukan, bahagian proses, dan bahagian keluaran.

Bahagian Masukan

Bahagian masukan merupakan bahagian yang menentukan isyarat masukan yang digunakan untuk isyarat di bahagian proses. Peranti komponen masukan terbahagi kepada dua, iaitu peranti masukan analog dan peranti masukan digital.

Peranti Masukan Analog

Merupakan peranti isyarat yang memberikan isyarat analog. Penderia jarak, penderia cahaya, dan penderia suhu adalah contoh peranti masukan analog.

Penderia Jarak

Penderia jarak berfungsi untuk mengesan dan membaca ukuran jarak antara penderia dengan objek atau halangan logam atau bukan logam. Gambar foto L.1 menunjukkan penderia jarak yang biasa digunakan dalam industri.

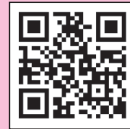
Penderia Cahaya

Penderia cahaya adalah perintang peka cahaya (*Light Dependent Resistor LDR*). Peranti ini peka terhadap cahaya. Rintangan akan berubah mengikut kecerahan cahaya yang diterima. Semakin cerah cahaya yang diterima, semakin rendah rintangan penderia cahaya. Isyarat analog akan terhasil daripada perubahan cahaya yang berlaku. Gambar foto L.2 menunjukkan penderia cahaya yang biasa digunakan dalam industri atau projek.

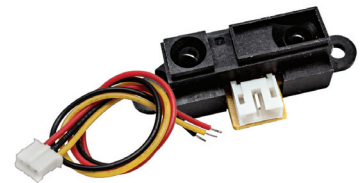


IMBAS
MAYA

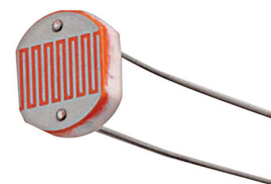
Carian Akta Bekalan
Elektrik 1990



<http://buku-teks.com/kee5221>



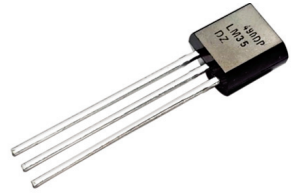
Gambar foto L.1
Penderia jarak



Gambar foto L.2
Penderia cahaya

Penderia Suhu

Penderia suhu berkendali untuk mengesan suhu dalam julat tertentu. Suhu yang dikesan akan memberikan bentuk isyarat analog. Isyarat analog yang diterima adalah perubahan suhu yang akan memberikan bacaan dan bentuk voltan sebagai isyarat. Gambar foto L.3 menunjukkan penderia suhu.



Gambar foto L.3
Penderia suhu

Peranti Masukan Digital

Peranti masukan digital ialah suis pelbagai jenis dan bentuk. Contoh peranti masukan digital ialah suis tekan tutup, suis tekan buka, suis mikro, penderia pergerakan, dan penderia air.

Suis Tekan Tutup

Suis ini menghasilkan isyarat dalam bentuk digital. Apabila suis ditekan, litar akan tertutup dan ada pengaliran arus. Gambar foto L.4 menunjukkan suis tekan tutup.



Gambar foto L.4
Suis tekan tutup

Suis Tekan Buka

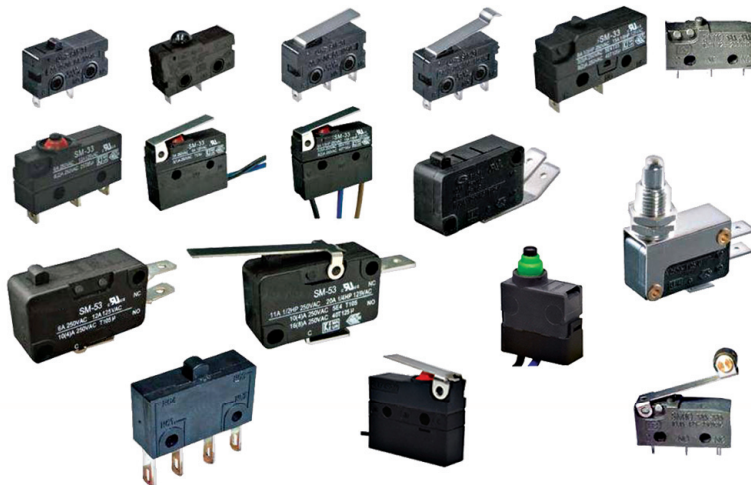
Suis ini akan menghasilkan isyarat dalam bentuk digital. Apabila suis ditekan, litar akan terbuka dan tiada pengaliran arus. Gambar foto L.5 menunjukkan suis tekan buka.



Gambar foto L.5
Suis tekan buka

Suis Mikro

Suis ini mempunyai dua kendalian yang akan menghasilkan isyarat dalam bentuk digital. Suis akan berfungsi sebagai suis tekan buka apabila terminal COM/NC dibuat penyambungan dalam litar. Sebaliknya fungsinya akan bertukar sebagai suis tekan tutup apabila terminal COM/NO dibuat penyambungan. Gambar foto L.6 menunjukkan suis mikro.



Gambar foto L.6 Suis mikro

Penderia Pergerakan

Penderia pergerakan berkendali untuk mengesan pergerakan haba yang terhasil pada manusia atau haiwan. Apabila berlaku pergerakan, penderia pergerakan akan menghantar isyarat digital pada proses seterusnya. Gambar foto L.7 menunjukkan penderia pergerakan.

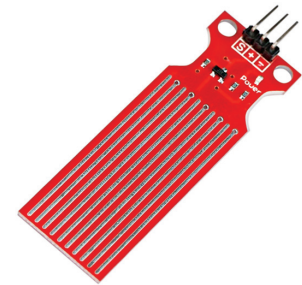


*Gambar foto L.7
Penderia pergerakan*

Penderia Air

Penderia air berkendali apabila terdapatnya kehadiran air. Apabila ada air, peranti ini akan memberikan isyarat masukan yang berbentuk digital. Gambar foto L.8 menunjukkan penderia air.

Yang berikut adalah contoh pemilihan penderiaan mengikut proses kendalian sesuatu projek. Kendalian projek tersebut berlaku apabila sabun dibawa ke hadapan sensor menyebabkan pengesanan tahap jarak akan mengesan sabun dan memulakan proses pemotongan. Penderia telah menggunakan sensor berdekatan sentuh kapasitif kerana sabun diperbuat daripada bahan bukan logam. Penggunaan peranti ini adalah tepat kerana tidak memerlukan sentuhan fizikal. Proses ini berlaku sepanjang masa dalam persekitaran hampir tanpa had di samping tidak terdedah kepada getaran. Kriteria utama pemilihan penderia ini ialah responnya yang lebih baik dan memudahkan pemasangan. Jadual J.1 menunjukkan kriteria pemilihan bagi sensor jarak yang sesuai digunakan dalam perindustrian penahan.



*Gambar foto L.8
Penderia air*

Kriteria	Catatan	Keperluan Projek
Bahan yang dikesan	Bahan yang dapat dikesan (tembaga, aluminium, besi dan lain-lain); membuat perbezaan dalam jenis penderia yang diperlukan; bahan yang boleh dikesan meliputi logam dan bukan logam	Bahan yang dikesan: Sabun – bukan logam Plat besi – logam
Jarak pengesan	Jarak pengesan ialah jarak di antara hujung penderia dan objek	Jarak: 10 – 20 mm
Keadaan keluaran	Suis terbuka (NO) atau suis tertutup (NC).	Suis terbuka (NO)
Keluaran logik	Konfigurasi penderia: NPN atau PNP; biasanya terminal masukan PLC berpadan untuk PNP dan NPN kerana bergantung kepada jenis pendawaian yang dilakukan	NPN
Sambungan dan jenis pendawaian	Ditentukan oleh jenis penderia yang akan disambung	3 wayar atau 2 wayar
Voltan bekalan	Kuasa kepada penderia	24VDC

Kriteria	Catatan	Keperluan Projek
Tindak balas pensuisan frekuensi		Bertindak pantas
Tahan ketahanan	Penderia boleh diletakkan di dalam air, dalam persekitaran suhu yang tinggi, boleh berterusan terkena minyak, dan sebagainya; menentukan jenis penderia yang boleh digunakan; taraf tahap perlindungan dengan alam sekitar	Berminyak dan kalis air

Jadual J.1 Kriteria pemilihan penderia

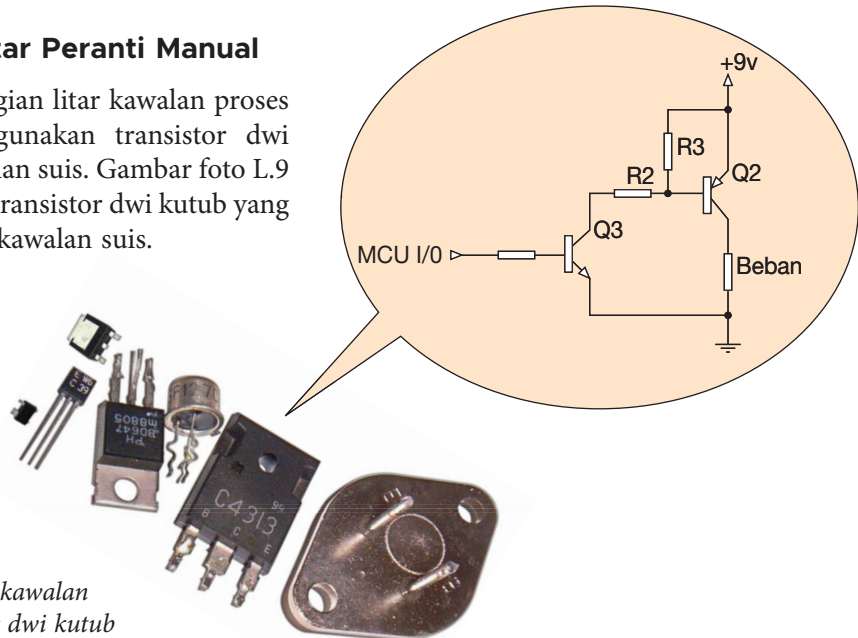
Kajian perbandingan dilakukan untuk mendapatkan pengesanan tahap jarak yang paling sesuai untuk projek ini. Pemilihan dilakukan berdasarkan keperluan projek. Secara amnya, adalah mudah untuk mendapatkan penderia yang memenuhi keperluan projek. Kebanyakan penderia yang disenaraikan itu boleh melakukan kerja mengikut keperluan pengguna.

Bahagian Proses

Bahagian proses ini bergantung pada jenis litar yang digunakan untuk proses kawalan masukan dan keluaran. Sekiranya litar asas adalah transistor manakala komponen-komponen lain kawalan analog adalah elektronik, maka bahagian proses akan berfungsi secara manual. Apabila bahagian proses menggunakan litar bersepadu atau litar lengkap satu kawalan proses, akan ada unit pemprosesan pusat yang melaksanakan atur cara yang disimpan dalam ingatan bacaan sahaja dan disimpan secara kekal. Ingatan segerak digunakan untuk menyimpan data secara sementara. Isyarat yang diterima akan diproses melalui atur cara yang dibina dan menghasilkan keluaran. Ini dilakukan berdasarkan atur cara yang dibina.

Bahagian Proses Litar Peranti Manual

Bahagian ini ialah bahagian litar kawalan proses yang asas yang menggunakan transistor dwi kutub sebagai litar kawalan suis. Gambar foto L.9 menunjukkan litar asas transistor dwi kutub yang digunakan sebagai litar kawalan suis.



Gambar foto L.9 Litar kawalan menggunakan transistor dwi kutub

Bagi penggunaan pengawal logik boleh atur cara (PLC), modul PLC yang ada merupakan bahagian proses yang penting dalam menerima dan menghantar isyarat ke keluaran, proses-proses kawalan yang dibuat menggunakan perisian, atau secara manual menggunakan konsul yang disertakan. Gambar foto L.10 menunjukkan PLC yang berada di pasaran dan digunakan dalam sektor industri.

Faktor pemilihan pengawal yang paling berkesan bagi sesuatu projek adalah bergantung kepada beberapa faktor. Pada permulaan proses pemilihan, murid perlu merujuk kepada rajah blok mesin dan proses. Ini boleh membantu untuk mengenal pasti bidang peralatan dan keperluan fizikal untuk lokasi perkakasan. Berpandukan rajah blok mesin dan proses, murid dapat menentukan jumlah masukan dan keluaran peranti yang diperlukan.

Sebaik sahaja pengelasan keperluan peranti dan perkakasan ditentukan, murid boleh mula mengkaji pengawal yang dapat memenuhi keperluan projek. Panduan pemilihan pengawal PLC yang ditunjukkan dalam Jadual J.2 boleh membantu murid untuk membuat pertimbangan dalam menentukan jenis PLC pengawal yang memenuhi keperluan dengan projek ini.



Gambar L.10 Pengawal logik boleh atur cara

Bil.	Kriteria	Catatan
1.	Cadangan sistem	Menentukan sistem baharu atau sedia ada.
2.	Isu alam sekitar	Mempertimbangkan isu-isu alam sekitar yang akan memberikan kesan terhadap projek (suhu, habuk, getaran, kod-kod yang tertentu untuk kemudahan projek, dan lain-lain).
3.	Jenis dan bilangan terminal masukan dan keluaran	Menentukan jumlah peranti diskret dalam sistem untuk projek yang diperlukan (AC, DC, lain-lain).
4.	Modul-modul khusus atau ciri-ciri (permohonan khusus)	Menentukan sama ada sistem projek memerlukan ciri-ciri khusus yang lain: <ul style="list-style-type: none"> • Adakah projek memerlukan kiraan berkelajuan tinggi atau kedudukan? • Bagaimana pula dengan masa nyata atau ciri-ciri khusus yang lain?
5.	CPU yang diperlukan	Menentukan jenis CPU yang diperlukan: <ul style="list-style-type: none"> • Berapa banyak memori sistem yang diperlukan? • Berapa banyak peranti yang diperlukan (menentukan data memori)? • Apakah jenis-jenis arahan atur cara (termasuk yang menentukan program memori)? • Berapa cepat imbasan masa yang diperlukan?

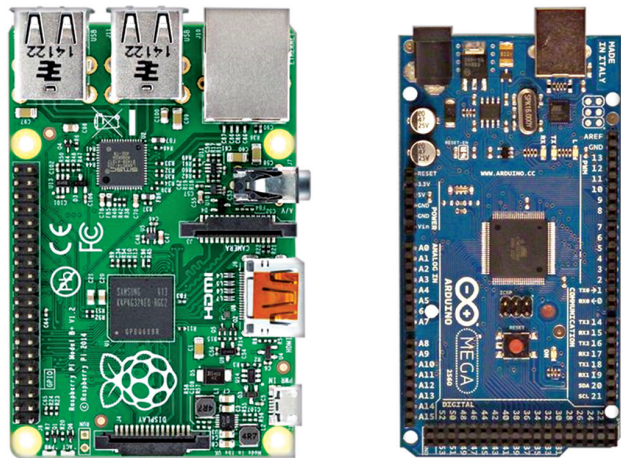
Bil.	Kriteria	Catatan
6.	Lokasi masukan/ keluaran	Menentukan kedudukan yang dapat mengesan I/O: Adakah sistem memerlukan hanya I/O tempatan atau kedua-dua tempatan dan jauh I/O lokasi?
7.	Perhubungan	Menentukan keperluan komunikasi: Adakah sistem boleh menyampaikan rangkaian, sistem, atau peranti bidang lain?
8.	Pengaturcaraan	Menentukan keperluan pengaturcaraan: Adakah projek memerlukan arahan pengaturcaraan tradisional sahaja? Adakah arahan khusus diperlukan?
9.	Harga	Penentuan adalah berdasarkan bajet/perbelanjaan projek.

Jadual J.3 Garis panduan pemilihan PLC

Perbandingan dibuat untuk memilih model terbaik PLC yang menepati kehendak projek. Murid perlu membuat keputusan dengan teliti demi memastikan kualiti terjamin, kapasiti memori besar, pematuhan kepada standard, jenis komunikasi yang mudah untuk dilaksanakan, dan akhirnya bersesuaian dengan kos dalam belanjawan.

Bahagian Proses oleh Komputer Papan Tunggal

Setiap penggunaan komputer papan tunggal sebagai proses memerlukan kemahiran dalam menulis atur cara program. Pada masa sama, kemahiran kaedah menaik turun kod program ke unit pemprosesan pusat juga penting. Pengguna data-data dalam litar kawal perlu diketahui agar atur cara yang dibuat dapat berkendali. Arduino dan Raspberry pi merupakan komputer papan tunggal yang biasa digunakan. Gambar foto L.11 menunjukkan Arduino dan Raspberry pi yang dijual di pasaran.



Gambar foto L.11 Raspberry pi dan Arduino

Bahagian Keluaran

Bahagian keluaran merupakan peranti keluaran. Dua bentuk isyarat keluaran yang terhasil ialah keluaran analog dan keluaran digital.

Peranti Keluaran

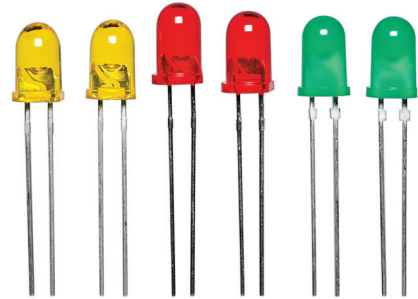
Peranti keluaran akan memberikan keluaran yang sebenar daripada isyarat yang dihantar. Peranti ini akan berfungsi bersama dengan bekalan kuasa yang disambung. Peranti keluaran ditentukan mengikut keperluan sebenar projek yang hendak dilaksanakan.

Diod Pemancar Cahaya (LED)

Diod pemancar akan mengeluarkan cahaya apabila bekalan dikenakan. Sambungan perintang diperlukan untuk mengelakkan LED daripada rosak akibat lebih voltan dan arus. Gambar foto L.12 menunjukkan diod pemancar cahaya.

Pembaz

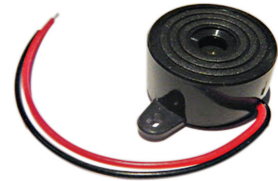
Pembaz akan mengeluarkan bunyi, bergantung pada frekuensi gelombang isyarat yang dikeluarkan. Pembaz mempunyai kutub dan sambungannya hendaklah betul bagi mengelakkan kerosakan apabila disambungkan dengan bekalan arus. Gambar foto L.13 menunjukkan pembaz.



Gambar foto L.12 Diod pemancar cahaya

Geganti

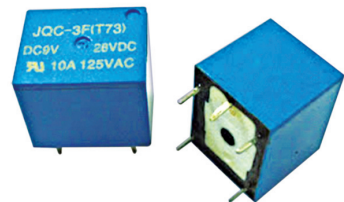
Geganti digunakan sebagai suis kawalan apabila terdapat peralatan yang mempunyai voltan atau arus yang lebih besar ataupun peralatan yang menggunakan bekalan voltan arus ulang-alik. Gambar foto L.14 menunjukkan geganti yang terdapat di pasaran.



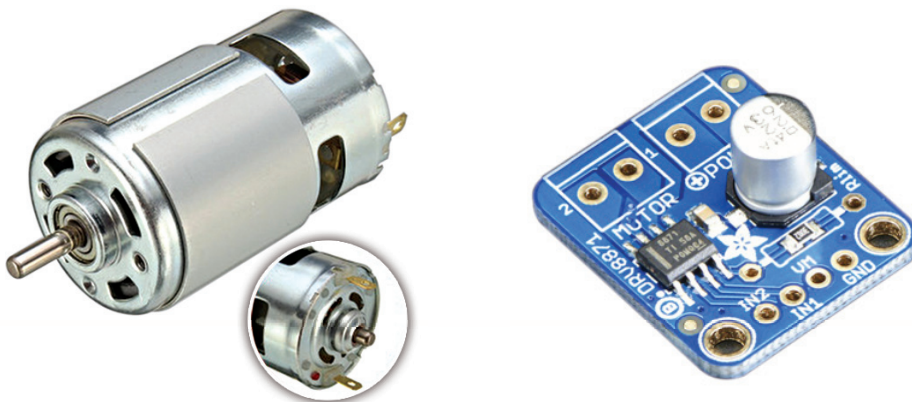
Gambar foto L.13 Pembaz

Motor Arus Terus

Motor arus terus akan berputar apabila ada arus mengalir melaluinya. Motor mempunyai kutub. Cara penyambungan yang berlawanan kutub akan menyebabkan motor ini berpusing berlawanan arah. Untuk menggunakan peranti keluaran motor arus terus, motor perlu disambung dengan litar pemacu motor yang akan mengawal arah pergerakan dan kelajuan motor. Gambar foto L.15 menunjukkan motor arus terus dan pemacu motor arus terus.



Gambar foto L.14 Geganti



Gambar foto L.15 Motor arus terus dan pemacu motor arus terus

Peralatan yang Betul Semasa Menjalankan Kerja

Penyediaan Litar Bercetak

Pastikan papan litar bercetak dihasilkan dengan menggunakan kaedah dan peralatan yang betul. Murid perlu mengikut setiap arahan dan panduan yang dinyatakan bagi memastikan projek yang dihasilkan berkualiti dan dapat dikendalikan dengan baik.

Proses Pindahan Ultra Ungu (UV)

Proses pemindaan ultra ungu merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menghasilkan papan litar bercetak. Sinar UV yang dihasilkan oleh alatan dedahan ultra ungu akan memindahkan cetakan litar bercetak di atas lapisan transparansi kepada *Presensitized PCB*. Gambar foto L.16 menunjukkan lapisan pelindung pada *presensitized* papan litar bercetak. *Presensitized* papan litar bercetak dilengkapi dengan lapisan pelindung cahaya. Pelindungan ini perlu dibuka sebelum melakukan proses ini. Lapisan transparansi perlu dilekatkan di atas bahagian peka cahaya. *Presensitized* papan litar bercetak dengan menggunakan pita pelekat lut sinar. Pastikan kedudukan lapisan transparansi yang dilekatkan tidak terbalik kerana proses ini menggunakan kaedah pemindahan ultra ungu tindakan positif (*positive acting UV transfer*.)



Gambar foto L.16 Lapisan pelindung pada *Presensitized PCB*

Langkah-langkah melaksanakan proses pendedahan ultra violet (UV) adalah seperti yang berikut:

- (a) Papan litar bercetak dipotong mengikut saiz litar bercetak di atas lapisan tranparansi.
- (b) Buang lapisan pelindung pada *Presensitized* papan litar bercetak. Lekatkan transparansi pada *presensitized*.
- (c) Lekat papan litar bercetak dengan pita pelekat. Pastikan cetakan transparansi yang dilekatkan tidak terbalik.
- (d) Letakkan papan litar bercetak di atas permukaan alat pendedahan UV. Tutup perlindungan atas pemindahan UV, setkan masa dedahan selama 120 saat, dan tekan butang mula. Gambar foto L.17 menunjukkan proses melaksanakan proses pendedahan UV.



Gambar foto L.17 Proses melaksanakan proses pendedahan UV

Proses Pembentukan (*Develop*)

Proses ini melibatkan penggunaan bahan kimia. Justeru langkah-langkah keselamatan, peraturan penggunaan, dan pelupusan bahan kimia hendaklah dipatuhi sepanjang menjalankan proses ini. Bahan kimia *sodium metasilicate pentahydrate* ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) digunakan untuk menghasilkan larutan pembentuk. Bahan kimia ini boleh didapati dalam bentuk hablur atau larutan. Patuhi penyediaan larutan seperti yang dinyatakan oleh pengeluar. Proses ini dilakukan untuk menyingkirkan lapisan peka cahaya pada PCB yang telah didedahkan pada sinar UV. PCB perlu direndam di dalam larutan pembentuk untuk menghakis lapisan yang telah terdedah kepada sinar UV yang meninggalkan bentuk litar di atas PCB. Pastikan PCB tidak direndam terlalu lama untuk mengelakkan *Over Develop*. Gambar foto L.18 menunjukkan bahan kimia untuk proses pembentukan.

Langkah-langkah melaksanakan proses pembentukan adalah seperti yang berikut:

- Masukkan 500 ml air ke dalam dulang. Larutkan 25 g *Sodium Metasilicate* ke dalam dulang berisi air.
- Rendam PCB dalam larutan pembentuk dan ayak dulang sehingga litar kelihatan.
- Setelah siap, bilas PCB dengan air bersih dan periksa litar yang telah terbentuk.
- Garisan litar yang tidak jelas atau terputus perlu dihitamkan dengan pen penanda dakwat kekal. Gambar foto L.19 menunjukkan proses pembentukan.



Gambar foto L.18 Bahan kimia proses pembentukan



Gambar foto L.19 Proses pembentukan

Proses Punaran (*Etching*)

Proses punaran dilakukan untuk menyingkirkan lapisan kuprum (*copper layer*) yang tidak diperlukan pada PCB dengan menggunakan larutan bahan punar. Bahan kimia *Ferric Chloride* (FeCl_3) digunakan untuk menghasilkan larutan bahan punar yang bersifat menghakis.

Berhati-hati apabila mengendalikan bahan kimia ini. Larutan ini akan menghakis lapisan kuprum di atas PCB yang tidak dilindungi oleh cetakan litar yang terhasil melalui proses *developer*. Jangka masa proses ini bergantung kepada kepekatan larutan, suhu larutan, dan saiz PCB yang dihasilkan. Sila patuhi langkah-langkah keselamatan, peraturan penggunaan, dan pelupusan bahan kimia ketika melaksanakan proses ini. Gambar foto L.20 menunjukkan bahan untuk proses punaran.



Gambar foto L.20 Bahan untuk proses punaran

Langkah-langkah melaksanakan proses punaran adalah seperti yang berikut:

- (a) Masukkan PCB pada pemegang dan ketatkan skru pemegang.
- (b) Masukkan pemegang ke dalam mesin punaran berputar machine yang mengandungi larutan asid ferric (muatan maksimum lima liter).
- (c) Tetapkan jangka masa selama empat minit, suhu 40 darjah Celcius, dan tekan Mula.
- (d) Setelah siap, bilas PCB di ruang bilas sebelum ditanggalkan daripada pemegang. Gambar foto L.21 menunjukkan proses punaran.



Gambar foto L.21 Proses punaran

Proses Menggerudi

Proses menggerudi lubang papan litar bercetak dilakukan untuk menebuk lubang pada papan litar bercetak bagi meletakkan kaki komponen mengikut litar skematik yang telah direka bentuk. Saiz lubang yang hendak ditebuk bergantung kepada jenis komponen yang digunakan. Jadual J.3 menunjukkan saiz mata gerudi yang disarankan mengikut saiz kaki komponen.

Saiz Mata Gerudi (diameter)	Komponen
0.8mm	Litar bersepadu, transistor
1mm	Perintang, pemuat, dan transistor kuasa
1.3mm	Geganti, perintang (<i>presets</i>)

Jadual J.3 Saiz mata gerudi mengikut kaki komponen

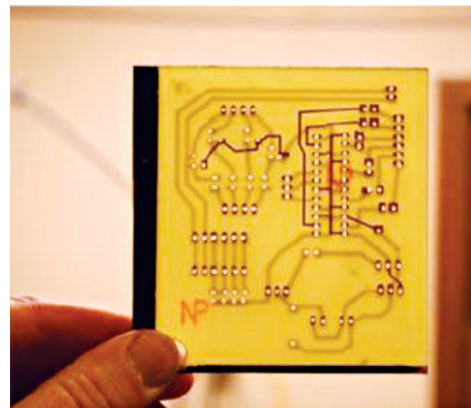
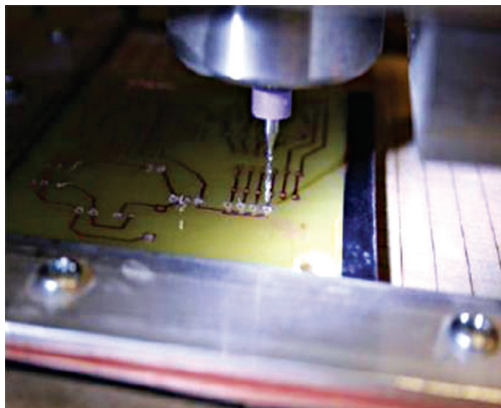
Sila patuhi langkah-langkah keselamatan ketika menggunakan peralatan tersebut. Gambar foto L.22 menunjukkan peralatan menebuk lubang kaki komponen yang digunakan.

Langkah-langkah melaksanakan proses menggerudi adalah seperti yang berikut:

- (a) Untuk proses menggerudi, perkara yang utama ialah membuat pemilihan mata gerudi yang hendak digunakan. Pastikan mata gerudi bersesuaian dengan saiz kaki komponen.
- (b) Tebuk lubang pada papan litar dengan berhati-hati tanpa merosakkan pad pengalir pada papan litar bercetak. Gambar foto L.23 menunjukkan cara menggerudi dan papan litar bercetak yang telah siap digerudi.



Gambar foto L.22 Mesin gerudi



Gambar foto L.23 Cara menggerudi papan litar bercetak dan papan litar bercetak yang telah siap digerudi

Proses Pematerian

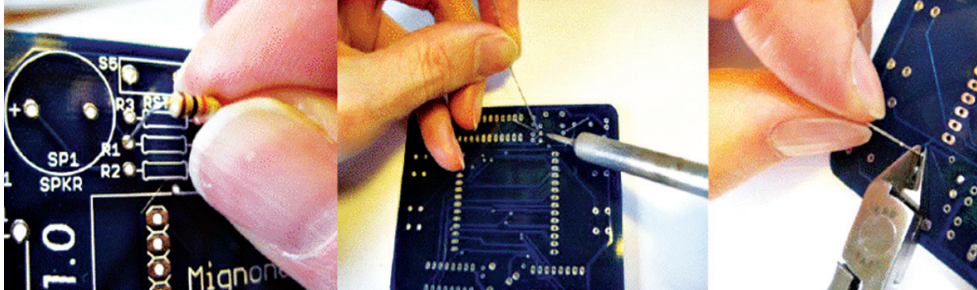
Pematerian merupakan proses mencantumkan komponen dengan papan litar bercetak. Mata besi pemateri perlu dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Pastikan cantuman komponen yang dibuat kemas dan teguh untuk mengelakkan komponen mudah tertanggal dan tidak berfungsi dengan stabil. Elakkan memateri kaki komponen terlalu lama kerana suhu yang terlalu panas akan menyebabkan komponen mudah rosak. Gambar foto L.24 menunjukkan peralatan pematerian yang digunakan.



Gambar foto L.24 Peralatan pematerian

Langkah-langkah untuk melakukan kerja-kerja pematerian adalah seperti yang berikut:

- (a) Gosok kaki komponen dengan kertas pasir terlebih dahulu untuk membuang penebat yang melekat pada kaki komponen. Penebat akan menyebabkan kaki komponen sukar dipateri.
- (b) Kaki komponen hendaklah dimasukkan pada kedudukan yang betul seperti mana reka bentuk litar bercetak. Rujuk litar skematik untuk memastikan komponen yang digunakan.
- (c) Panaskan besi pemateri, letak mata *soldering iron* pada pad litar bercetak dan kaki komponen, letakkan penutup pemateri untuk proses memateri. Jangan letak terlalu lama dan penutup pemateri juga jangan terlalu banyak.
- (d) Potong kaki komponen yang berlebihan dengan menggunakan pemotong (*cutter*). Gambar foto L.25 menunjukkan proses meletakkan kaki komponen pada papan litar bercetak, proses memateri, dan proses memotong kaki komponen.



Gambar foto L.25 Proses meletak komponen, pematerian, dan pemotongan kaki komponen

GLOSARI

Analisis Akar Penyebab	Satu bentuk analisis terperinci yang mencari sebab sehingga ke akar permasalahan.
Arduino	Platform terbuka yang membolehkan pengguna mencipta objek interaktif elektronik.
Carta Gantt	Carta Gantt merupakan satu jadual yang membahagikan pelbagai kerja dalam skala yang lebih kecil berdasarkan satu jadual masa.
Covid-19	Sejenis penyakit baharu yang disebabkan oleh virus baharu yang sebelum ini tidak pernah dikenali.
Data	Kuantiti, maklumat, dan simbol yang dikutip dan dianalisis oleh komputer.
Ergonomik	Kajian tentang hubungan antara pekerja dengan persekitaran tempat kerja, seperti aspek-aspek kejenteraan, peralatan, dan keadaan kerja.
Fabrikasi	Pembikinan atau pembuatan atau pasang siap.
Geganti	Merujuk kepada suatu suis yang dibuka dan ditutup dengan menggunakan magnet buatan.
Hukum Ohm	Menghuraikan bahawa arus elektrik yang mengalir melalui sesuatu pengalir antara dua titik yang berbeza adalah berkadar langsung dengan beza keupayaan, antara kedua-dua titik, serta berkadar songsang dengan rintangan, antara kedua-dua titik.
Hukum Voltan Kirchoff	Hukum yang menentukan nilai kuantiti elektrik seperti arus, susut voltan, dan kehilangan kuasa dalam sesuatu litar elektrik.
Kaedah Matrik Pugh	Digunakan apabila terdapat pelbagai faktor yang perlu diambil kira semasa membuat keputusan.
Kod mnemonik	Alat elektronik atau litar yang mempunyai kemampuan untuk berada dalam dua keadaan.
Nombor perduaan	Juga dikenal sebagai sistem binari atau sistem angka asas dua, mewakili nilai dua angka, iaitu 1 dan 0.
Pembilang	Sebuah litar yang dibina dengan menggunakan beberapa flip-flop.
Skala Likert	Skala psikometrik yang kerap digunakan dalam soal selidik psikologi ini dibangunkan oleh Rensis Likert.
Teknik PDCA	Merujuk kepada satu pusingan yang digunakan dalam proses perubahan. Pusingan ini tiada penghujungnya kerana penambahbaikan sentiasa berlaku.

RUJUKAN

- F. D. Petruzella. (2011). *Programmable Logic Controllers*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill.
- Floyd, T.L. (2008). *Electronic Devices*. 8th Edition. Prentice Hall, Inc.
- Kementerian Sumber Manusia: Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan. (2008). *Garis Panduan bagi Pengenalpastian Hazard, Penafsiran Risiko, dan Kawalan Risiko (HIRARC)*.
- Malvino. (2007). *Electronic Principles*. 7th Edition. Macmillan/McGraw-Hill.
- Mohd Sazli Saad, Amarul Talip, Mohd Fathullah Ghazli, and Nur Ismailina Haris. (2015). *Elektronik Asas: untuk Pelajar Mekanikal*. 1st Edition. UniMAP.
- R. Dueck and K. Reid. (2011). *Digital Electronics*. Cengage Learning.
- Robert Boylestad, Louis Nashelsky. (2013). *Electronic Devices and Circuit Theory*. 11th Edition. Prentice Hall.
- T. L. Floyd, Digital Fundamentals. (2015). *Global Edition*. 11th Edition. Pearson Education Limited.
- U. A. Bakshi and A. P. Godse. (2009). *Analog and Digital Electronics*. Technical Publications.
- W. Boltan. (2015). *Instrumentation and Control Systems*. 5th Edition. Burlington Mass: Newnes.
- W. Bolton. (2009). *Programmable Logic Controllers*. 5th Edition. Burlington Mass: Newnes.

INDEKS

A

AND 103, 117 – 119, 123 – 128, 130, 133, 134, 173
AND LD 103, 125 – 127
AND NOT 103, 118, 119, 133

B

Boolean 70 – 72, 77, 98, 153, 154

C

Carta alir 160, 176, 179 – 181, 183, 193

D

Daftar anjakan 66, 79, 89 – 94, 99, 138, 152
Denyut jam 81, 83, 85, 87, 89, 97, 139, 140, 154

E

Eksklusif ATAU 66, 70, 71, 74, 152
Elektronik digit 138, 152
END 103, 116 – 118, 120 – 128, 130, 133 – 135
Ergonomik 175, 176, 180, 189

F

Fleksibiliti 103

G

Gandaan arus 4, 5, 10 – 12, 14, 18, 21, 22, 26, 27, 49
Gandaan kuasa 4, 5
Gandaan voltan 4, 5
Gelombang keluaran 73 – 75, 83, 85, 87, 97, 98, 100, 144, 149, 153
Gelombang masukan 141, 144, 149, 153
Germanium 4, 14
Get ATAU 70 – 73, 78, 98 – 100
Get DAN 70 – 72, 74, 76, 78, 98, 100, 153
Get logik 66, 70, 72, 73, 78, 79, 98, 152
Get sepunya 38, 42
Get TAK 70 – 72
Get TAK-ATAU 70, 73, 98
Get TAK-DAN 70, 71, 73, 75, 98 – 100

H

Hukum voltan Kirchoff 14, 15

I

Isyarat analog 69
Isyarat digital 66 – 69, 152, 153
Isyarat keluaran 7 – 9, 31, 77
Isyarat masukan 7 – 10, 31, 111

J

Jam digital 79, 95
Jujukan perdua 97

K

Kaedah Matrik Pugh 177, 178, 191, 193
Keboleharapan 107

L

LD 103, 117 – 128, 130, 133, 134
LD NOT 103, 118, 121, 126, 130
LDR 47, 49 – 51, 66

M

Modul keluaran 112 – 114
Modul masukan 111 – 114, 134

O

OR 70, 103, 117, 118, 123 – 126, 128, 130, 133
OR LD 103, 125 – 127
OR NOT 103, 118, 119, 125
OUT 91, 103, 112, 117 – 120, 122, 127, 129, 130, 133

P

Pemancar sepunya 9 – 11, 14, 18, 21 – 23, 26, 33 – 37, 65
Pemungut sepunya 4, 8, 10, 65
Pemungut-pemancar 4, 11, 12
Pencarisilapan 105, 108, 113, 115

R

Rajah tangga 103, 112, 113, 115 – 126, 128 – 131, 133 – 137
RESET 79 – 89, 97, 104, 121, 127, 129, 134, 137

S

SET 79 – 89, 104, 129, 138
Sistem keadaan pepejal 103, 104
Sumber sepunya 38, 42, 43, 66

T

Tamatan get 40
Tamatan pemungut 5 – 9, 12, 13, 24, 47, 58, 59
Tamatan salir 38
Tamatan sumber 38
Tamatan tapak 7 – 9, 11 – 13, 18, 19, 24, 28, 47, 59
Tapak-pemungut 11, 28
Tapak-pemancar 4, 14
Togol 85 – 89, 97

U

Uji kaji 51, 52, 62

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			

RM 24.90

ISBN 978-983-77-2084-8



9 789837 720848