



**GARIS PANDUAN
REKA BENTUK KEBOLEHSENGGARAAN
ASET KEJURUTERAAN ELEKTRIK

BILIK SUIS VOLTAN RENDAH**

**Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara
Cawangan Kejuruteraan Senggara
Jabatan Kerja Raya Malaysia**

KANDUNGAN

	Muka surat
1 PENGHARGAAN	2
2 DEFINISI	4
3 SINGKATAN	7
4 PENGENALAN	9
5 LATAR BELAKANG	9
6 OBJEKTIF	11
7 SKOP.....	11
8 AKTA DAN PIAWAIAN.....	12
9 PEMAKAIAN GARIS PANDUAN.....	12
10 BILIK SUIS	12
11 KRITERIA REKA BENTUK KEBOLEHSENGGARAAN.....	14
12 PENUTUP	53
13 RUJUKAN.....	54

1.0 PENGHARGAAN

Terima kasih kepada Jawatan kuasa Penggubal yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menyiapkan garis panduan ini.

Pengerusi Jawatankuasa:

1. Ir. Hj. Mohd Sabri bin Mat Deris
Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara.

Jawatankuasa Penggubal

1. Ir. Fairus binti Abdul Manaf
Suruhanjaya Tenaga
2. Ir. Siti Nur Hassan
Cawangan Kejuruteraan Elektrik
3. Ir. Zuraidah binti Muhamad
Cawangan Kejuruteraan Elektrik
4. Cik. Nor Ashikin binti Md Tamimi
Cawangan Kejuruteraan Elektrik
5. En. Mohamad Norshahrani bin Abdul Rahim
Cawangan Kejuruteraan Elektrik
6. Ir. Hairol bin Abdul Rahim
Cawangan Kerja Bangunan Am
7. En. Mulyadi bin Mohamed
Cawangan Kerja Keselamatan
8. Ir. Hj. Zulkifly bin Yaacob
Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara

9. En. Abang Abdul Rahman bin Yusuf
Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara
10. En. Dzulhadi bin Sapari
Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara
11. En. Rafizan bin Mohamed Rasul
Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan Senggara

Urusetia

1. Ir. Hj. Burhanuddin bin Omar
2. En. Azizan bin Mat Rashib
3. Pn. Ainulhuda binti Badiruzaman
4. Pn. Nor Isdawati binti Ismail
5. Pn. Juhati binti Endut

2.0 DEFINISI

Bilik Suis.	- Binaan bilik di dalam atau di luar bangunan dengan keluasan dan ketinggian tertentu untuk menempatkan Papan Suis.
Bilik Suis Kecil.	- Bilik suis yang menempatkan Papan Suis Kecil.
Bilik Suis Utama.	- Bilik suis yang menempatkan Papan Suis Utama.
Papan Suis.	- Binaan modul daripada logam dengan kaedah pemisahan samada <i>Form 1</i> , <i>Form 2</i> atau <i>Form 4</i> khusus untuk menempatkan perkakas suis.
Papan Suis Kecil.	- Papan suis yang menerima bekalan elektrik daripada Papan Suis Utama.
Papan Suis Utama.	- Papan suis yang menerima bekalan daripada pemegang lesen pembekal elektrik berdaftar, contohnya Tenaga Nasional Berhad (TNB) dan Sabah Electricity Sendirian Berhad (SESB).
Penceroboh.	- Manusia atau haiwan yang memasuki sesuatu kawasan (dalam kes ini adalah bilik suis) secara tidak dikehendaki atau tanpa kebenaran.
Peparit.	- Tanah yang digali untuk membentuk parit dengan ukuran lebar dan dalam yang tertentu bagi menempatkan laluan kabel bawah tanah.

Pusat Beban.	- Bahagian yang mempunyai jumlah beban elektrik tertinggi pada sesebuah bangunan atau kawasan yang mempunyai jumlah beban elektrik tertinggi di dalam sesebuah premis yang lebih daripada satu bangunan.
Ruang Penyenggaraan.	- Ruang di dalam bilik suis dengan ukuran tertentu yang disediakan khusus untuk memudahkan kerja-kerja penyenggaraan
Voltan Amat Rendah.	- Voltan yang biasanya tidak melebihi 50 volt arus ulang-alik atau 120 volt arus terus, sama ada antara konduktor atau antara konduktor dengan bumi.
Voltan Rendah.	- Voltan yang biasanya melebihi voltan amat rendah tetapi tidak melebihi 1000 volt arus ulang-alik atau 1500 volt arus terus di antara konduktor; atau 600 volt arus ulang-alik atau 900 volt arus terus antara konduktor dengan bumi.
Susun Atur	- Cara atau kaedah menyusun atau mengatur kelengkapan perabot dan sebagainya dalam sesuatu ruang supaya kemas dan teratur
Kefleksibelan (<i>Flexibility</i>)	- Teknik yang boleh diubah atau disesuaikan dengan mudah
Modular	- Merupakan pendekatan yang digunakan untuk membahagi suatu sistem menjadi bahagian-bahagian yang lebih kecil (modul) yang boleh melaksanakan fungsi tertentu dan dapat dirangkaikan dgn unit-unit lain dlm sesuatu yg lebih

besar

- Kebolehsesuaian (*Adaptability*) - Keupayaan teknik yang digunakan disesuaikan mengikut keadaan dan situasi
- Kebolehfungsian (*Functionability*) - Keupayaan berfungsi dengan cekap dan mudah
- Ketahanan (*Durability*) - Keupayaan bahan dan alat ganti dapat berfungsi dan digunakan dalam tempoh yang lama
- Keserasian (*Compatibility*) - Keserasian bahan dan alat ganti digunakan dalam sesuatu sistem
- Kesesuaian (*Suitability*) - Kesesuaian bahan dan alat ganti digunakan dalam sesuatu sistem
- Ketersediaan (*Availability*) - Kebolehan sesuatu barangan ada tersimpan di dalam stok, atau boleh didapati dengan mudah apabila diperlukan
- Kelestarian (*Sustainability*) - Kebolehan menggunakan sumber dengan cara yang sesuai untuk memastikan sumber tersebut tahan lama

3.0 SINGKATAN

ACB	- <i>Air Circuit Breaker (Pemutus Litar Udara).</i>
AHU	- <i>Air Handling Unit (Unit Kendalian Udara).</i>
BSU	- Bilik Suis Utama.
EL	- <i>Emergency Light (Lampu Kecemasan).</i>
ESAH	- <i>Electricity Supply Application Handbook.</i>
FRP	- <i>Fibre Reinforced Plastic.</i>
GI	- <i>Galvanised Iron (Besi Bergalvani)</i>
HDPE	- <i>High Density Polyethylene (Polyethylene Berketumpatan Tinggi)</i>
JKR	- Jabatan Kerja Raya.
kW	- Kilo Watt.
LCC	- <i>Life Cycle Cost (Kos Kitaran Hayat)</i>
MCCB	- <i>Moulded Case Circuit Breaker (Pemutus Litar Kotak Teracu).</i>
MD	- <i>Maximum Demand (Kehendak Maksima)</i>
OSHA	- <i>Occupational Safety And Health Act (Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan)</i>
PAM	- Pengurusan Aset Menyeluruh.

PEST	- <i>People, Economical, Social and Technology</i>
PPE	- Peraturan-peraturan Elektrik.
PSK	- Papan Suis Kecil.
PSU	- Papan Suis Utama.
PVC	- <i>Polyvinyl Chloride.</i>
RH	- <i>Relative Humidity.</i>
SEC	- <i>Sarawak Energy Corporation.</i>
SESB	- <i>Sabah Electricity Sendirian Berhad.</i>
TNB	- Tenaga Nasional Berhad.
UPVC	- <i>Unplasticised Polyvinyl Cloride</i>

4.0 PENGENALAN

- 4.0 Garis Panduan Reka Bentuk Kebolehsenggaraan Bilik Suis Voltan Rendah ini merupakan dokumen peringkat keempat dalam struktur dokumen Pengurusan Aset Kerajaan. Dokumen ini adalah dokumen sokongan kepada Tatacara Pengurusan Aset Tak Alih. Ianya berdasarkan kepada spesifikasi, piawaian dan arahan teknik Jabatan Kerja Raya (JKR) serta amalan-amalan terbaik dalam pengurusan aset kerajaan.
- 4.1 Dokumen ini merupakan panduan dalam mereka bentuk bilik suis voltan rendah dengan mengambil kira aspek kebolehsenggaraan.
- 4.2 Bilik suis voltan rendah memerlukan elemen reka bentuk kebolehsenggaraan supaya komponen di dalam bilik suis mencapai tempoh hayat perkhidmatan yang optimum.

5.0 LATAR BELAKANG

Berdasarkan kepada Laporan Inspektorat 2009 dari Cawangan Kejuruteraan Elektrik (CKE), JKR Malaysia mendapati 40% daripada laporan ketidakpatuhan Peraturan-peraturan Elektrik (PPE) 1994 dan spesifikasi JKR adalah berkaitan dengan bilik suis bangunan kerajaan.

Hasil laporan tersebut mendapati punca ketidakpatuhan adalah berkaitan dengan reka bentuk dan penyenggaraan bilik suis.

5.1 Masalah rekabentuk:

- 5.1.1 Ruang penyenggaraan yang sempit;
- 5.1.2 Tiada pengaliran udara yang cukup; dan
- 5.1.3 Peparit tidak menepati saiz.

5.2 Masalah penyenggaraan:

- 5.2.1 Bilik suis dijadikan stor;
- 5.2.2 Lukisan skematik tiada/ tidak dikemaskini / tidak boleh dirujuk / luntur;
- 5.2.3 Alas getah tiada / koyak / saiz tidak mematuhi spesifikasi JKR;
- 5.2.4 Papan suis tidak dilabel;
- 5.2.5 Peparit kabel ditakungi air / tiada pasir; dan
- 5.2.6 Alat pemadam api tiada / tamat tempoh perakuan.

Kebanyakan pereka bentuk hanya mengambil kira amalan reka bentuk semasa dan kurang menekankan reka bentuk kebolehsenggaraan.

Reka bentuk kebolehsenggaraan adalah merupakan proses yang mengambil kira konsep Pengurusan Aset Menyeluruh yang merangkumi fasa perancangan, pembinaan, penggunaan dan pelupusan aset.

Sesuatu reka bentuk perlu memenuhi keperluan bagi aktiviti operasi dan penyenggaraan aset. Antara faktor yang perlu diberi penekanan bagi penyenggaraan bilik suis semasa proses reka bentuk adalah seperti menyediakan akses untuk penyenggaraan, ruang kelegaan penyenggaraan dan menyediakan zon larangan bagi orang awam. Elemen kelestarian, keselamatan, kesihatan dan alam sekitar turut diberi penekanan dalam reka bentuk ini.

6.0 OBJEKTIF

Dokumen ini diwujudkan bertujuan untuk memberi panduan kepada pereka bentuk:

- a) Menyediakan reka bentuk yang mengutamakan kehendak penyenggaraan;
- b) Menyediakan reka bentuk yang dapat meminimakan penumpukan kos tambahan semasa fasa operasi dan penyenggaraan aset akibat dari keperluan kerja-kerja tambahan bagi memenuhi keperluan kebolehsenggaraan;
- c) Memilih kaedah reka bentuk terbaik yang mengambil kira semua aspek kejuruteraan termasuk seni bina, mekanikal, sivil dan struktur;
- d) Memilih bahan (dan alat ganti) yang mempunyai ciri-ciri tahan lama, tahan lasak, mudah didapati, berkualiti, selamat dan ekonomik; dan
- e) Memilih peralatan dan penyediaan kemudahan (*tools and facilities*) yang bertujuan untuk kebolehsenggaraan.

7.0 SKOP

Garis panduan ini adalah meliputi reka bentuk kebolehsenggaraan semua bilik suis yang berada di dalam premis (bangunan dan infrastruktur) milik kerajaan.

8.0 AKTA DAN PIAWAIAN

- 8.1 Akta Bekalan Elektrik 1990 (Akta 447)
- 8.2 Peraturan-peraturan Elektrik 1994
- 8.3 *MS IEC 60364: Electrical Installations of Buildings*
- 8.4 *JKR Specifications For Low Voltage Internal Electrical Installation (1999)*
- 8.5 *Uniform Building By Law 1984*
- 8.6 *Electrical Supply Application Handbook (ESAH)* oleh Tenaga Nasional Berhad.
- 8.7 Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (OSHA) 1994

9.0 PEMAKAIAN GARIS PANDUAN

Garis panduan ini diguna pakai oleh pereka bentuk (*designer*) dan pasukan senggara bilik suis dalam fasa pewujudan dan penggunaan aset.

10.0 BILIK SUIS

Bilik suis merupakan suatu ruangan khusus yang dibina untuk menempatkan papan suis. Bilik suis hendaklah direka bentuk dengan mengambil kira aktiviti-aktiviti operasi dan penyenggaraan papan suis dan bilik suis itu sendiri.

Terdapat dua jenis bilik suis iaitu:

- a) Bilik suis dalam bangunan; dan
- b) Bilik suis luar bangunan (berkembar dengan pencawang elektrik).

Papan suis direka bagi menempatkan perkakas suis dan peranti perlindungan yang mengawal sistem pembahagian bekalan elektrik untuk sesebuah premis. Bilik suis, papan suis serta peralatan di dalamnya perlu

disenggarakan secara berterusan bagi menjamin integriti sistem elektrik di premis berkenaan.

Bilik suis adalah tertakluk kepada Peraturan-peraturan Elektrik (PPE) 1994, iaitu mana-mana bahagian sesuatu pemasangan bagi bilik suis dan kelengkapannya yang hendak dibina dan disenggara hendaklah mematuhi peraturan tersebut.

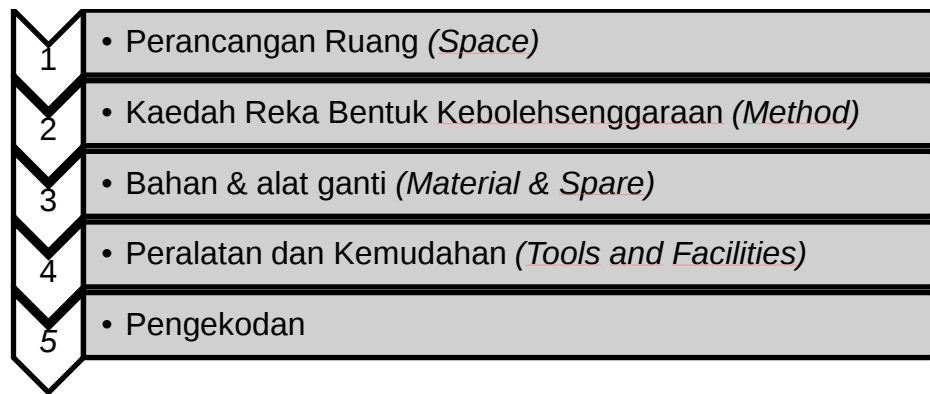
Antara keperluan perundangan berdasarkan PPE 1994 yang perlu diambil kira adalah seperti berikut:-

- i. Kedudukan bilik dan kelengkapan yang dikendalikan mudah diakses [Rujuk Perenggan 19 (1)(a)];
- ii. Lukisan skematik yang telah ditandatangani, disahkan dan disediakan di dalam bilik suis [Rujuk Perenggan 19 (1)(b)];
- iii. Alas getah dengan saiz dan ketebalan yang sesuai [Rujuk Perenggan 19 (2)];
- iv. Notis BAHAYA [Rujuk sub peraturan 38(3), 38(4) dan 38(5)];
- v. Carta arahan bagi rawatan renjatan elektrik [Rujuk Perenggan (39)];
- vi. Pembumian [Rujuk Perenggan (34)];
- vii. Cukup terang, dialih udara dan sentiasa kering [Rujuk Perenggan 37(a)]; dan
- viii. Tidak boleh digunakan bagi apa-apa jenis penstoran [Rujuk Perenggan 37(a)].

Perkara di atas hendaklah diambil kira sebagai rujukan kepada pereka bentuk (*designer*) dalam merekabentuk bilik suis dengan mengambil kira faktor-faktor kebolehsenggaraan.

11.0 KRITERIA REKA BENTUK KEBOLEHSENGGARAAN

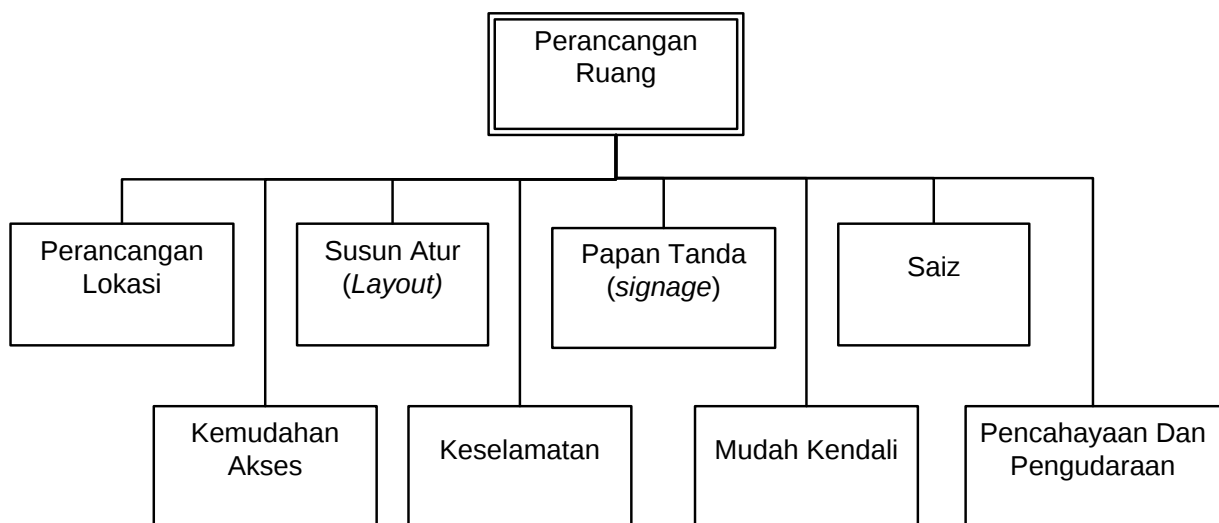
Rajah 11.1 di bawah menunjukkan kriteria-kriteria utama reka bentuk kebolehsenggaraan yang perlu diambil kira semasa proses mereka bentuk bilik suis.



Rajah 11.1 : Kriteria utama reka bentuk kebolehsenggaraan

11.1 KRITERIA PERANCANGAN RUANG

Di dalam perancangan ruang untuk kebolehsenggaraan bilik suis perlu mengambil kira perkara-perkara berikut:



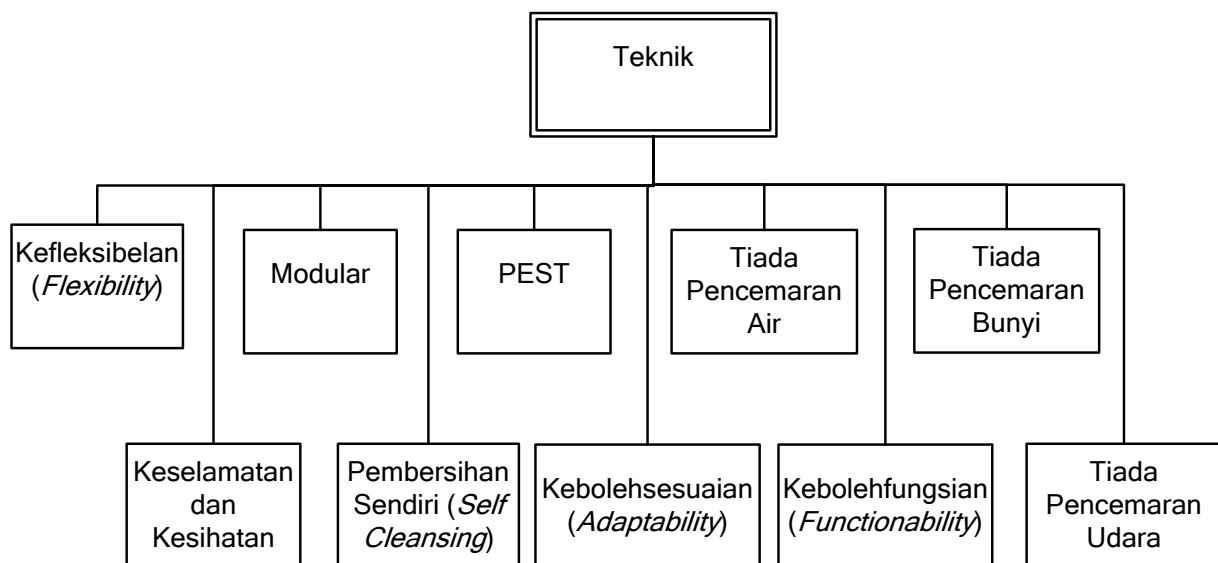
Rajah 11.2 : Kriteria Perancangan Ruang

11.2 KRITERIA TEKNIK

Reka bentuk kebolehsenggaraan bilik suis voltan rendah perlu mengambil kira semua aspek kejuruteraan termasuk seni bina, sivil dan struktur dalam memenuhi sifat dan keperluan peralatan di dalamnya terutama Papan Suis Utama. Papan Suis Utama merupakan peralatan yang direka dengan mempunyai ciri-ciri ketahanan yang tinggi terhadap suhu dan tekanan mekanikal. Ia perlu ditempatkan di bilik yang mempunyai ketinggian lantai minima 100mm daripada aras tanah serta mempunyai kecuraman mencukupi bagi mengelakkan air bertakung.

Oleh yang demikian, reka bentuk ini perlu mengambil kira aspek kefungsiian, keselamatan, kebolehsenggaraan dan kelestarian. Reka bentuk yang baik memberi kepuasan kepada pengguna serta memudahkan kerja-kerja senggara. Secara tidak langsung, kos bagi kerja penyenggaraan juga dapat dikurangkan.

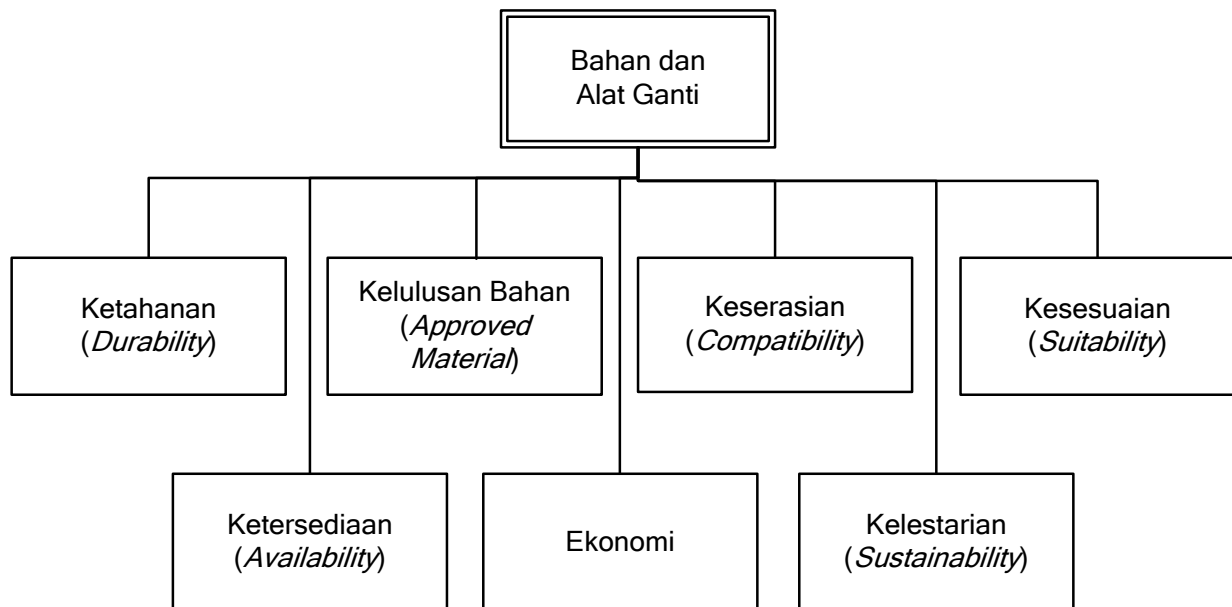
Teknik reka bentuk kebolehsenggaraan ini, akan melihat kepada aspek seni bina, sivil dan struktur serta elektrik.



Rajah 11.3 : Kriteria Teknik

11.3 KRITERIA BAHAN DAN ALAT GANTI

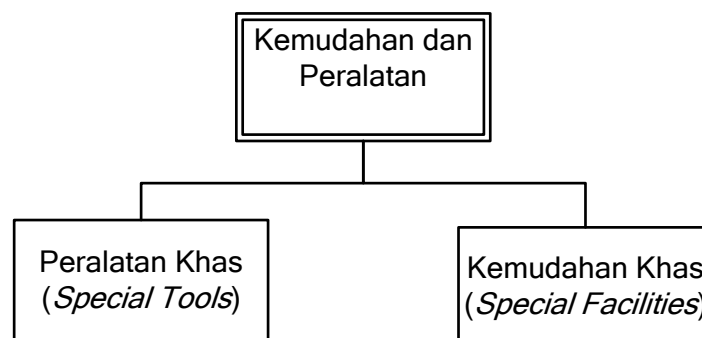
Bahan dan Alat Ganti merupakan antara aspek utama dalam Reka Bentuk Kebolehsenggaraan Bilik Suis Voltan Rendah. Bahan dan Alat Ganti yang dipilih perlu mempunyai kriteria-kriteria di dalam rajah 11.4.



Rajah 11.4: Kriteria Bahan dan Alat Ganti

11.4 KRITERIA KEMUDAHAN DAN PERALATAN

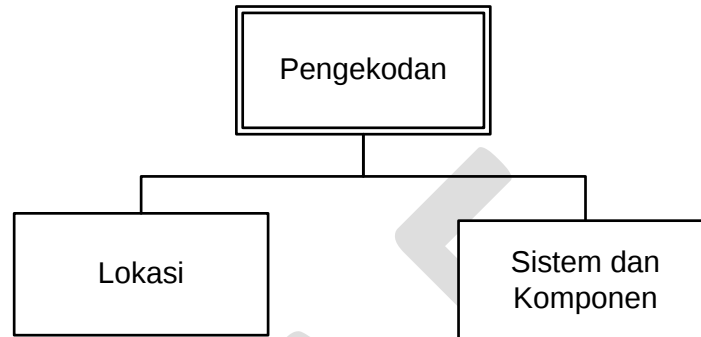
Reka Bentuk Kebolehsenggaraan Bilik Suis Voltan Rendah turut menekankan aspek peralatan dan kemudahan (*Tools and Facilities*) iaitu melibatkan *Special Tools* dan *Special Maintenance Facilities*.



Rajah 11.5 : Kriteria Kemudahan dan Peralatan

11.5 PENGEKODAN

Pengekoden merupakan adalah antara kriteria penting bagi Reka Bentuk Kebolehsenggaraan Bilik Suis Voltan Rendah. Ia melibatkan kod bagi setiap ruang, sistem dan komponen yang terlibat dalam bilik suis.

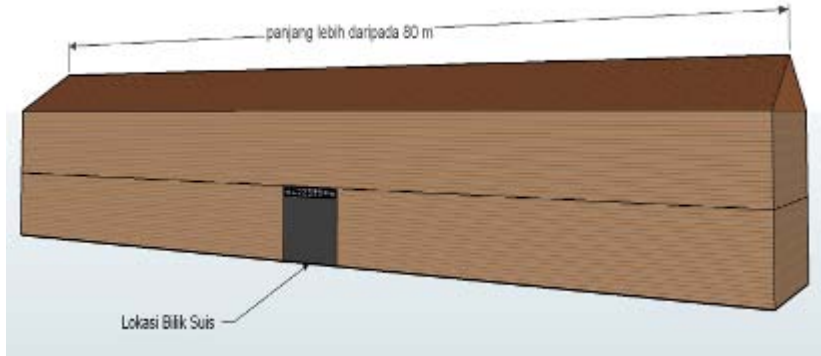
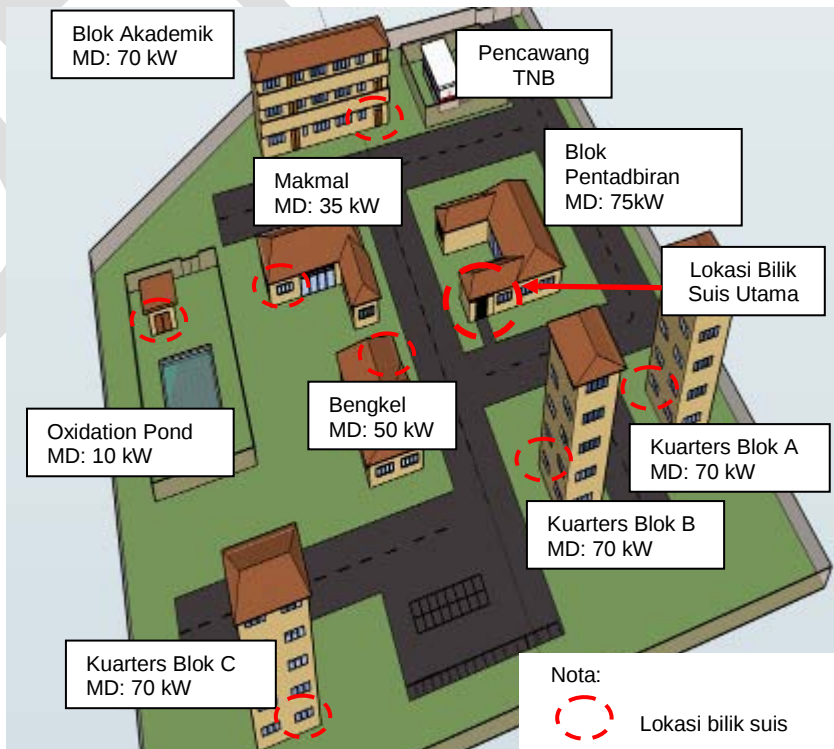


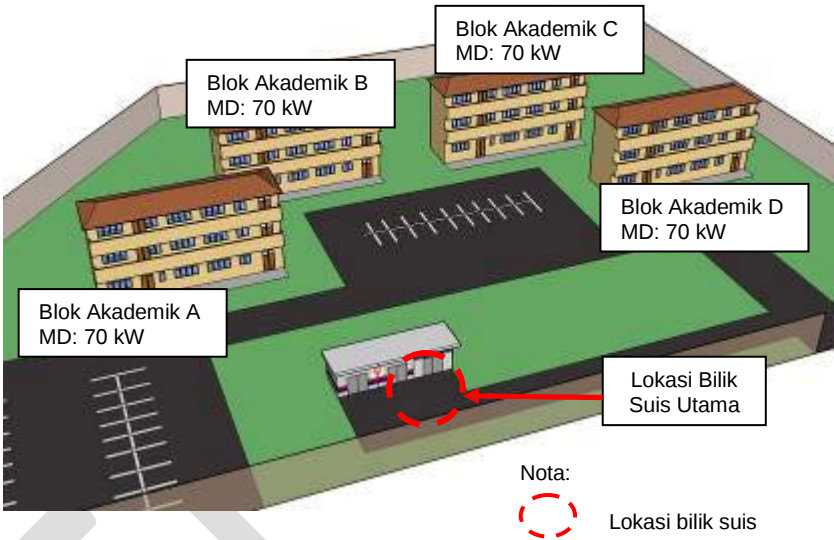
Rajah 11.5 : Kriteria Pengekoden

11.6 PERANCANGAN RUANG

11.6.1 PERANCANGAN LOKASI

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
1.	Pusat Beban (<i>Load centre</i>)	Kedudukan bilik suis hendaklah pada atau berhampiran dengan pusat beban di Aras Satu. Kedudukan Bilik Suis adalah seperti berikut: - Satu blok bangunan: - Panjang / radius bangunan kurang dari 80 meter – di lokasi yang sesuai.

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
		Rajah 11.6: Lokasi Bilik Suis bagi premis yang mempunyai satu bangunan dan panjang / radius kurang dari 80m. ii. Panjang / radius bangunan lebih dari 80 meter – di tengah-tengah  Rajah 11.7: Lokasi Bilik Suis bagi premis yang mempunyai satu bangunan dan panjang / radius lebih dari 80m. b. Lebih dari satu blok bangunan: i) Lokasi Bilik Suis Utama di blok yang mempunyai jumlah beban tertinggi;  Nota:  Lokasi bilik suis

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
		Rajah 11.8: Lokasi Bilik Suis Utama bagi premis yang mempunyai lebih daripada satu bangunan. ii) Berhampiran / bersebelahan dengan pencawang elektrik Tenaga Nasional Berhad (TNB) / Sarawak Energy Corporation (SEC) / SESB  Rajah 11.9: Lokasi bilik suis utama bersebelahan dengan pencawang
2.	Punca air dan kawasan yang berpotensi dinaiki air.	a. Tidak bersebelahan atau di bawah dari pam air / tangki simpanan air / bilik air. b. Tidak bersebelahan atau di bawah menara penyejuk. c. Tidak dibenarkan laluan paip air / paip kumbahan / paip air sistem pencegah kebakaran / sesalur sistem penyaman udara melalui bilik suis. d. Jika kawasan mudah terdedah dengan banjir / berpayau, aras bilik suis perlu ditinggikan mengikut kesesuaian kawasan tersebut.

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
3.	Punca gangguan gelombang elektromagnetik	a. Bilik data komunikasi / makmal komputer / kawalan / bilik yang mempunyai peralatan sensitif (peralatan elektronik / perubatan) tidak boleh diletakkan bersebelahan dengan bilik suis utama. b. Bilik data komunikasi tidak boleh berkongsi dengan bilik suis.
4.	Punca kebakaran	a. Tidak dibenarkan laluan paip gas cecair petroleum (<i>liquefied petroleum gas</i>) melalui bilik suis. b. Tidak dibenarkan bersebelahan dengan stor simpanan bahan kimia mudah bakar dan bahan letupan.
5.	Nilai Estetik	Pemilihan lokasi yang bersesuaian dan tidak mencacatkan pemandangan. Namun aspek keselamatan dan peraturan perlu diberi keutamaan.
6.	Lain-lain	a. Tidak diletakkan berhampiran dengan laluan orang awam. b. Tidak diletakkan berdekatan dengan Bilik Unit Kendalian Udara (AHU). c. Tidak diletakkan berhampiran dengan rumah sampah / kebuk sampah. d. Tidak boleh berkongsi dengan bilik suis voltan tinggi.

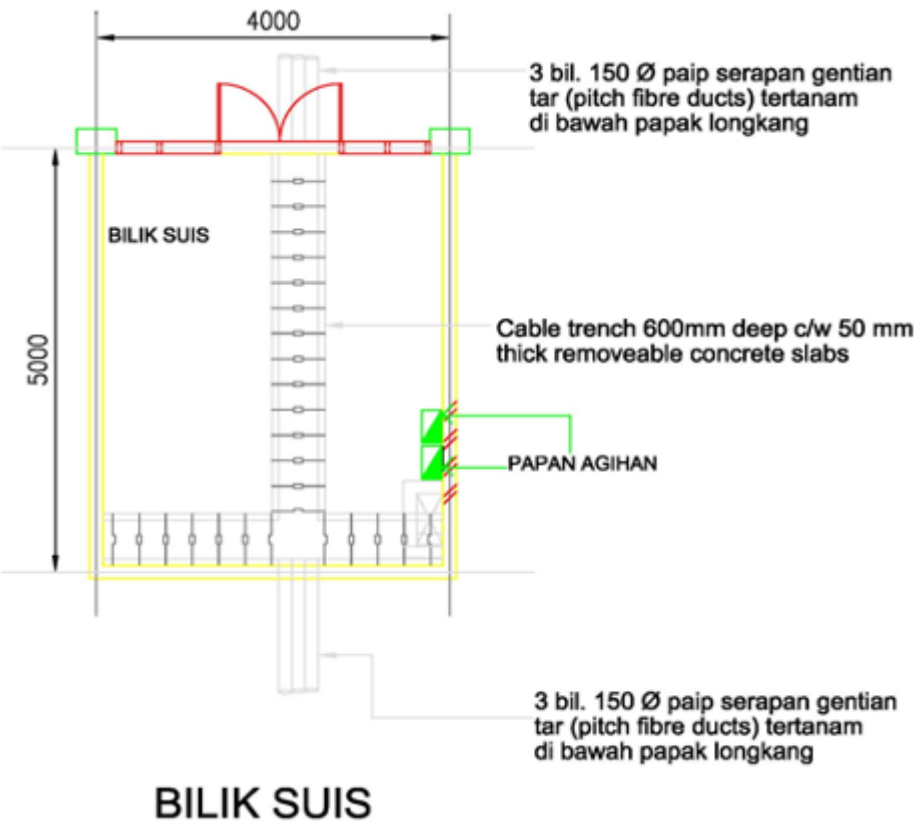
DRAFT

11.6.2 SUSUN ATUR (LAYOUT)

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
1.	Susun atur Papan Suis	Terdapat 3 jenis pemasangan papan suis di dalam bilik suis:- a. Jenis Dirian Lantai (<i>Front and Rear Access</i>). Jarak dari dinding bilik suis sekurang-kurangnya 1000mm di bahagian belakang dan 900mm di bahagian sisi papan suis untuk memberikan kelegaan ruang kebolehsenggaraan.  Rajah 11.10: Papan suis jenis dirian lantai (<i>Front and Rear Access</i>). b. Jenis Dirian Lantai (<i>Front Access</i>). Jarak dari dinding bilik suis sekurang-kurangnya 600mm di bahagian sisi papan suis untuk memberikan ruang pengaliran udara.

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		 Rajah 11.11: Papan suis jenis Dirian Lantai (<i>Front Access</i>). c. Jenis Lekapan Dinding (<i>Wall Mounted type</i>). Kedudukan papan suis hendaklah di bawah <i>riser</i>. Penatang / sesalur kabel (<i>cable tray / trunking</i>) hendaklah berada di tengah-tengah papan suis. Papan suis tidak boleh dipasang terus ke dinding dan hendaklah dipasang <i>spacer / bracket</i>. Ini bertujuan untuk memudahkan pengaliran udara.  Rajah 11.12: Papan suis jenis lekapan dinding.

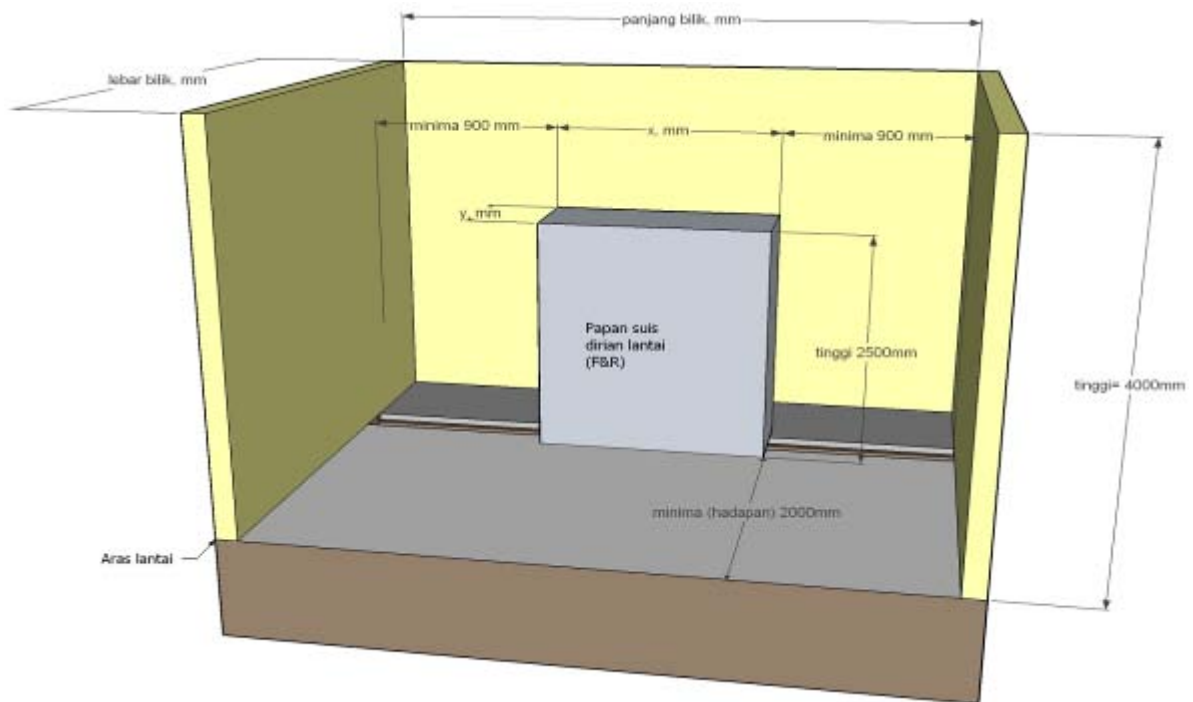
BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
2	Susun atur peparit (<i>trench</i>)	a. Kedudukan peparit bergantung kepada arah masukan/ keluaran kabel. b. Kedudukan peparit perlu berada di bawah papan suis jenis dirian lantai. c. Kedudukan peparit hendaklah dibina sehingga dinding bagi papan suis jenis lekapan dinding. d. Jarak minima antara dinding belakang bilik suis dengan peparit adalah 1000mm. Laluan peparit hendaklah dibina bersama dengan paip masukan kabel. Bilangan paip hendaklah mengambilkira keperluan tambahan masa hadapan. Susun atur peparit adalah seperti di Rajah 11.13. Penutup peparit adalah jenis <i>removable concrete cover</i> / lapisan simen berketebalan 3mm. g. Letak pasir (<i>clean sand</i>) hingga menutupi paip masukan yang paling atas (<i>removable concrete cover</i>) / memenuhi peparit (lapisan simen berketebalan 3mm).

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		 4000 5000 BILIK SUIS 3 bil. 150 Ø paip serapan gentian tar (pitch fibre ducts) tertanam di bawah papak longkang Cable trench 600mm deep c/w 50 mm thick removeable concrete slabs PAPAN AGIHAN 3 bil. 150 Ø paip serapan gentian tar (pitch fibre ducts) tertanam di bawah papak longkang BILIK SUIS Rajah 11.13 : Susun Atur Peparit
3	Pit Elektrik	a. Kedudukan pit hendaklah 150mm jarak dari dinding bilik suis dan berada di bawah papan suis jenis lekapan dinding. b. Gunakan <i>removable concrete cover</i>.

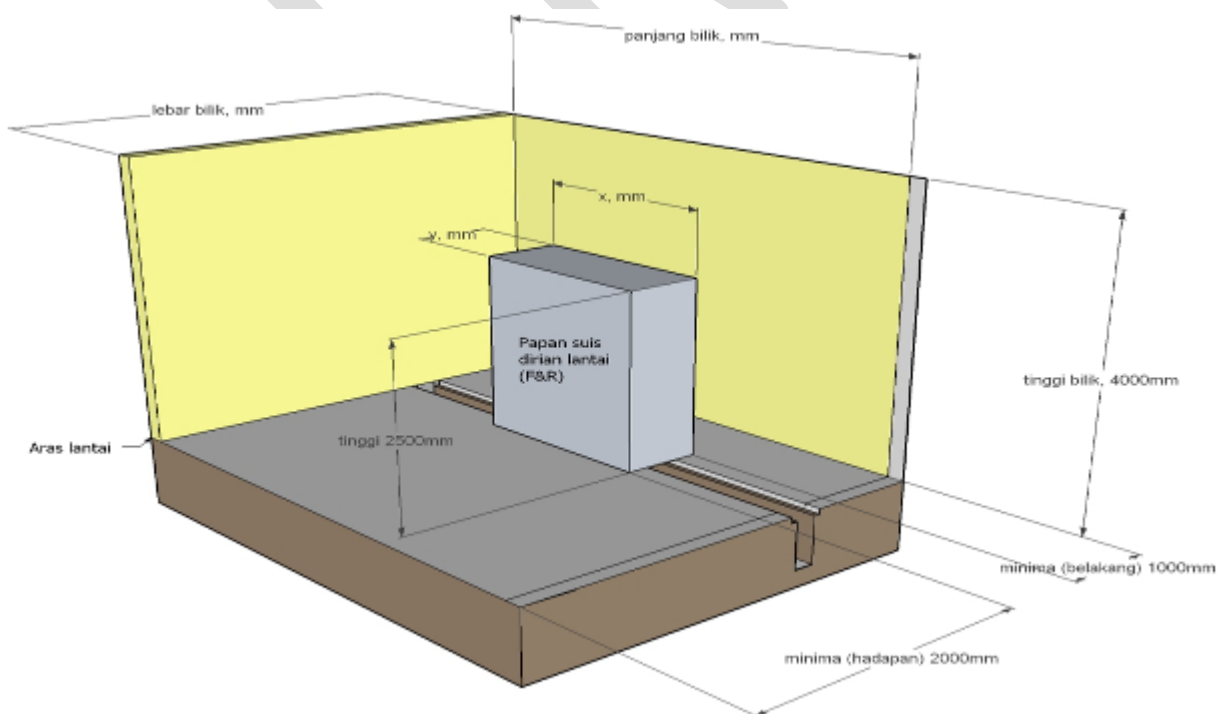
BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		Rajah 11.14: Kaedah masukan kabel ke papan suis jenis lekapan dinding.
4	Masukan kabel (<i>cable entry</i>)	a. Diameter paip: 150mm b. Bilangan Paip: Minima 3 nos. bagi BSU c. Jenis: <i>GI pipe class B / uPVC class D / Double wall corrugated HDPE pipe / Fibre Reinforced Plastic (FRP) composite pipe.</i> d. Ditanam di bawah longkang dan paip dipanjangkan melebihi 600mm melepasi longkang. e. <i>Duct seal</i> hendaklah dipasang pada hujung paip masukan untuk mengelakkan air dan haiwan perosak. Rujuk Rajah 11.15.

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		Rajah 11.15: Kaedah masukan kabel ke papan suis jenis dirian lantai.

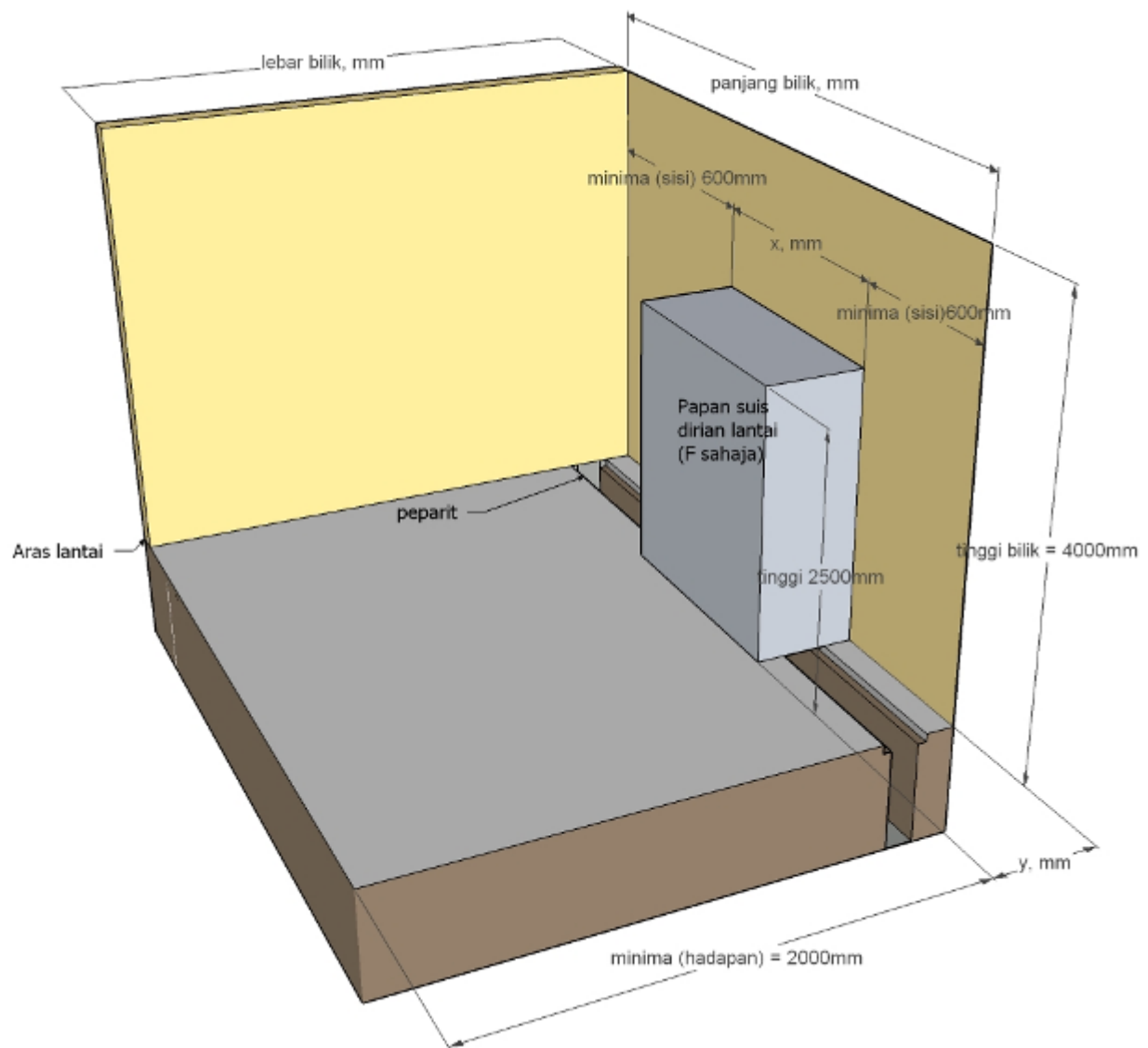
11.6.3 SAIZ



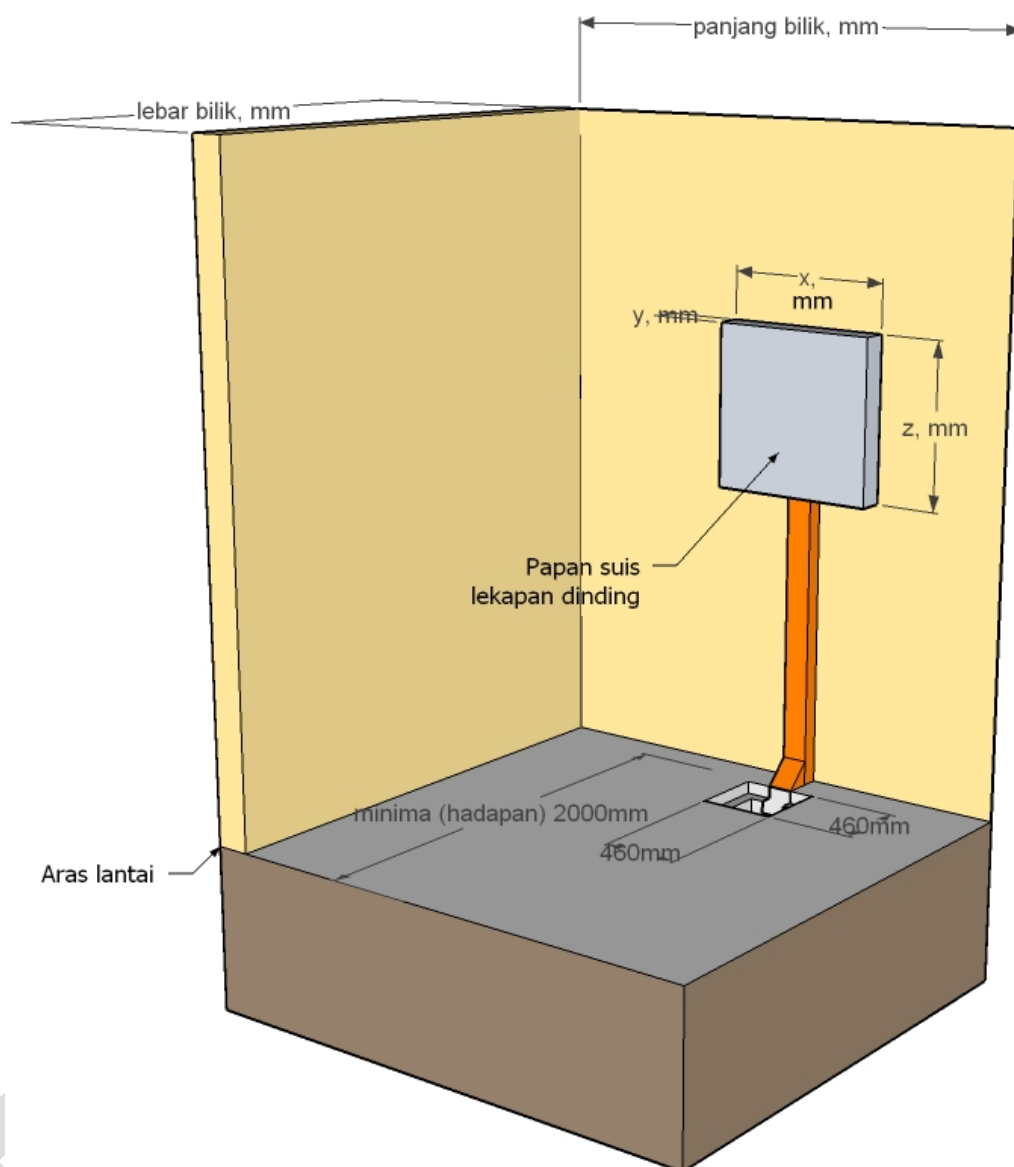
Rajah 11.16: Pandangan isometri (hadapan) bagi bilik suis untuk papan suis jenis dirian lantai (*front and rear access*).



Rajah 11.17: Pandangan isometri (sisi) bagi bilik suis untuk papan suis jenis dirian lantai (*front and rear access*).



Rajah 11.18: Pandangan isometri bagi bilik suis untuk papan suis jenis dirian lantai (front access).

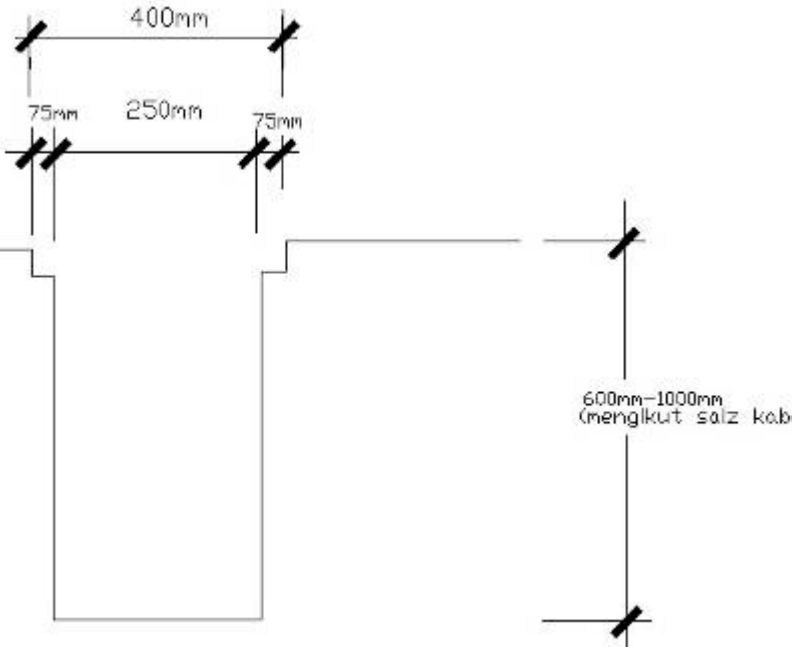


Rajah 11.19: Pandangan isometri bagi bilik suis untuk papan suis jenis lekapan dinding.

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
1.	Saiz Bilik Suis	a. Saiz Bilik Suis bergantung kepada panjang dan lebar Papan Suis serta ruang untuk aktiviti penyelenggaraan. b. Ruang untuk aktiviti penyelenggaraan: i) Minimum 2000mm di hadapan papan suis, minima 1000mm di belakang papan suis dan minima 900mm di kedua-dua sisi papan suis jenis dirian lantai (<i>front and rear access</i>).

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
		ii) Minima 2000mm di hadapan papan suis, dan minima 600mm di kedua-dua sisi papan suis jenis dirian lantai (<i>front access</i>). iii) Minima 2000mm di hadapan papan suis, dan minima 600mm di kedua-dua sisi papan suis jenis lekapan dinding. c. Tinggi minima bilik suis adalah 4 meter. d. Penentuan saiz bilik suis menggunakan rumus berikut: i) Bagi papan suis jenis dirian lantai (<i>front and rear access</i>): Panjang Bilik(m) = 900mm + X(mm) + 900mm; digenapkan kepada meter terhampir dengan syarat ruang untuk aktiviti penyelenggaraan dipatuhi. (Rujuk rajah 11.16). Lebar Bilik (m) = 1000mm + Y(mm) + 2000mm; digenapkan kepada meter terhampir dengan syarat ruang untuk aktiviti penyelenggaraan dipatuhi. (Rujuk rajah 11.17). Bagi papan suis jenis dirian lantai (<i>front access</i>) dan jenis lekapan dinding: Panjang Bilik (m) = 600mm + X(mm) + 600mm; digenapkan kepada meter terhampir dengan syarat ruang untuk aktiviti penyelenggaraan dipatuhi. Lebar Bilik (m) = Y(mm) + 2000mm; digenapkan kepada meter terhampir dengan syarat ruang untuk aktiviti penyelenggaraan dipatuhi. (Rujuk rajah 11.18 dan rajah 11.19). Nota: • X = Panjang Keseluruhan Papan Suis (Ditentukan oleh pereka bentuk). • Y = Lebar Keseluruhan Papan Suis (Ditentukan oleh pereka bentuk)

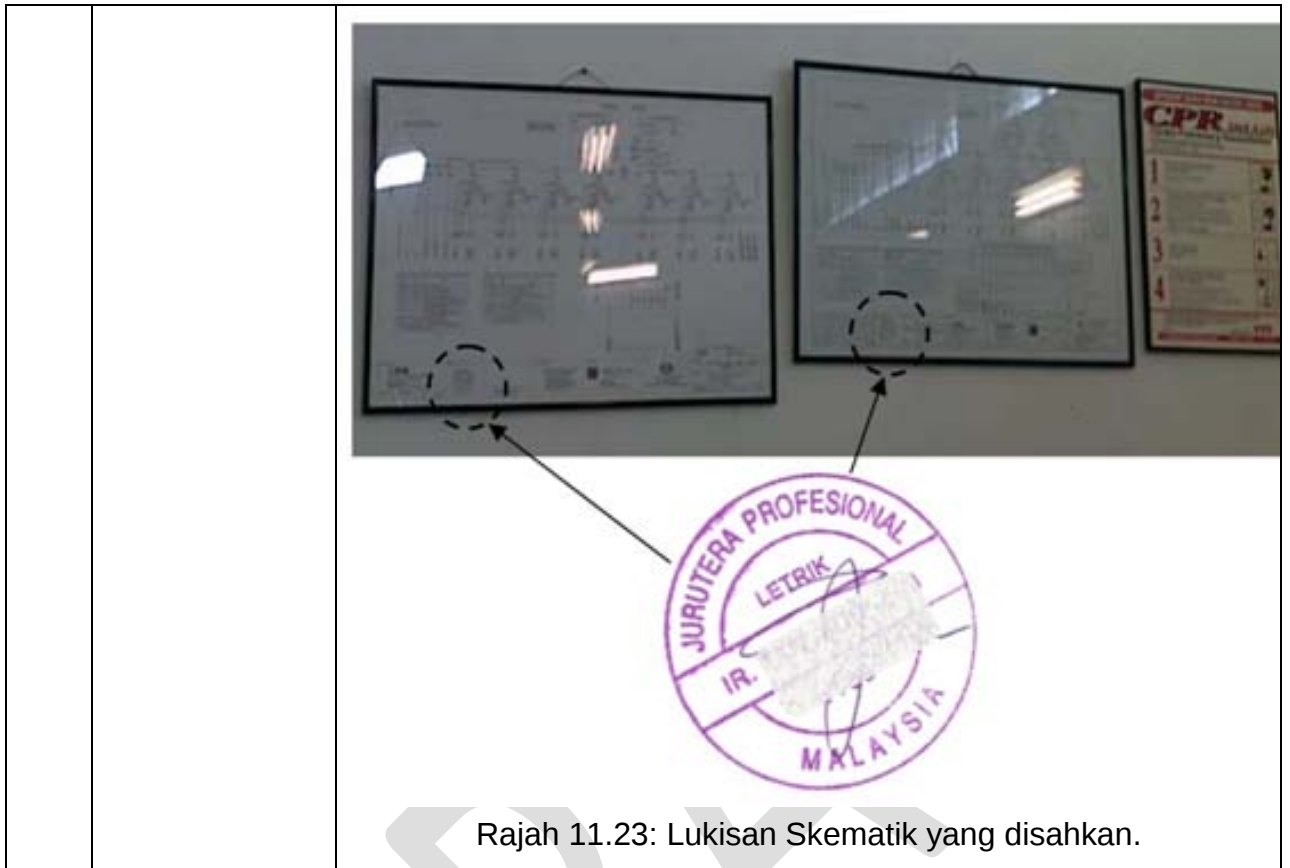
BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN																																																																																																			
		e. Norma saiz bagi bilik suis berdasarkan projek-projek CKE JKR yang lalu adalah seperti Jadual 11.1 di bawah: <table><tr><th rowspan="2">Saiz bilik (panjang x lebar)</th><th colspan="9">Kadaran Masukan PSU</th></tr><tr><th>1000A</th><th>800A</th><th>600A</th><th>400A</th><th>300A</th><th>250A</th><th>160A</th><th>100A</th><th>60A</th></tr><tr><td>6 m x 6 m</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>6 m x 5 m</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>6 m x 4 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>5 m x 5 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>5 m x 4 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>4 m x 4 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>4 m x 3 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>3 m x 3 m</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>√</td><td>√</td><td>√</td></tr></table> Jadual 11.1: Saiz bilik suis mengikut kadar masukan PSU. Nota: • Hanya boleh digunakan sebagai anggaran awalan saiz bilik suis. • Saiz bilik sebenar adalah tertakluk kepada saiz sebenar papan suis dan ruang untuk aktiviti penyelenggaraan dipatuhi. • Tidak termasuk E-MSB dan kapasitor bank serta mengambil kira kaedah pengasingan Form 2B.	Saiz bilik (panjang x lebar)	Kadaran Masukan PSU									1000A	800A	600A	400A	300A	250A	160A	100A	60A	6 m x 6 m	√	√	√	-	-	-	-	-	-	6 m x 5 m	√	√	√	-	-	-	-	-	-	6 m x 4 m	-	-	-	√	√	-	-	-	-	5 m x 5 m	-	-	-	√	√	√	-	-	-	5 m x 4 m	-	-	-	√	√	√	-	-	-	4 m x 4 m	-	-	-	√	√	√	√	-	-	4 m x 3 m	-	-	-	-	-	-	√	-	-	3 m x 3 m	-	-	-	-	-	-	√	√	√
Saiz bilik (panjang x lebar)	Kadaran Masukan PSU																																																																																																				
	1000A	800A	600A	400A	300A	250A	160A	100A	60A																																																																																												
6 m x 6 m	√	√	√	-	-	-	-	-	-																																																																																												
6 m x 5 m	√	√	√	-	-	-	-	-	-																																																																																												
6 m x 4 m	-	-	-	√	√	-	-	-	-																																																																																												
5 m x 5 m	-	-	-	√	√	√	-	-	-																																																																																												
5 m x 4 m	-	-	-	√	√	√	-	-	-																																																																																												
4 m x 4 m	-	-	-	√	√	√	√	-	-																																																																																												
4 m x 3 m	-	-	-	-	-	-	√	-	-																																																																																												
3 m x 3 m	-	-	-	-	-	-	√	√	√																																																																																												

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN								
2	Saiz Peparit (<i>Trench</i>)	a. Lebar peparit yang mencukupi untuk diletakkan PSU dirian lantai di atasnya (400mm minimum). b. 600mm maksima tertakluk kepada lebar papan suis. c. Kedalaman peparit yang mencukupi bagi kabel ke/dari PSU yang bersesuaian dengan <i>bending radius</i> (minima 12 x diameter kabel). <table><tr><th>Saiz Kabel Sehingga</th><th>Kedalaman Peparit</th></tr><tr><td>150 mm²</td><td>600mm</td></tr><tr><td>240 mm²</td><td>900mm</td></tr><tr><td>300 mm²</td><td>1000mm</td></tr></table> Jadual 11.2: Kedalaman peparit mengikut saiz kabel  Rajah 11.20: Saiz dan kedalaman peparit.	Saiz Kabel Sehingga	Kedalaman Peparit	150 mm ²	600mm	240 mm ²	900mm	300 mm ²	1000mm
Saiz Kabel Sehingga	Kedalaman Peparit									
150 mm ²	600mm									
240 mm ²	900mm									
300 mm ²	1000mm									

3.	Saiz <i>Inspection chamber</i>	<table><tr><th>Kedalaman Peparit</th><th>Saiz <i>inspection chamber</i> (panjang x lebar x dalam)</th></tr><tr><td>600mm</td><td>600mm x 600mm x 600mm</td></tr><tr><td>900mm</td><td>900mm x 900mm x 900mm</td></tr><tr><td>1000mm</td><td>1000mm x 1000mm x 1000m</td></tr></table> Jadual 11.3: Kedalaman peparit mengikut saiz <i>inspection chamber</i>	Kedalaman Peparit	Saiz <i>inspection chamber</i> (panjang x lebar x dalam)	600mm	600mm x 600mm x 600mm	900mm	900mm x 900mm x 900mm	1000mm	1000mm x 1000mm x 1000m
Kedalaman Peparit	Saiz <i>inspection chamber</i> (panjang x lebar x dalam)									
600mm	600mm x 600mm x 600mm									
900mm	900mm x 900mm x 900mm									
1000mm	1000mm x 1000mm x 1000m									
4.	Saiz pit kabel	<table><tr><th>Saiz kabel</th><th>Saiz pit (panjang x lebar x dalam)</th></tr><tr><td>Sehingga 25mm²</td><td>460mm x 460mm x 460mm</td></tr><tr><td>25mm² – 50mm²</td><td>460mm x 460mm x 750mm</td></tr></table> Jadual 11.4: Kedalaman peparit mengikut saiz pit	Saiz kabel	Saiz pit (panjang x lebar x dalam)	Sehingga 25mm ²	460mm x 460mm x 460mm	25mm ² – 50mm ²	460mm x 460mm x 750mm		
Saiz kabel	Saiz pit (panjang x lebar x dalam)									
Sehingga 25mm ²	460mm x 460mm x 460mm									
25mm ² – 50mm ²	460mm x 460mm x 750mm									

5.	Saiz Notis BAHAYA	a. Saiz papan tanda dan saiz huruf yang mudah dilihat b. Saiz Papan Tanda: 350mm (panjang) x 240mm (lebar) c. Saiz huruf: 190mm (panjang) x 28mm (tinggi). Jarak setiap huruf 6mm d. Tulisan berwarna merah, berlatar belakang putih e. Rujuk Peraturan 38 (Notis), Peraturan-peraturan Elektrik 1994 f. Dipamerkan di pintu luar bilik suis Rajah 11.21: Notis BAHAYA.
6.	Saiz Notis DILARANG MASUK	a. Saiz papan tanda dan saiz huruf yang mudah dilihat b. Saiz Papan Tanda: 350mm (panjang) x 240mm (lebar) c. Saiz huruf: 290mm (panjang) x 30mm (tinggi). Jarak setiap huruf 6mm d. Tulisan berwarna merah, berlatar belakang putih e. Rujuk Peraturan 38 (Notis), Peraturan-peraturan Elektrik 1994 f. Dipamerkan di pintu luar bilik suis

		 Rajah 11.22: Notis DILARANG MASUK.
7.	Saiz Notis DILARANG MEROKOK	Dipamerkan di dalam bilik suis.
8.	Nama Bilik	Dipamerkan di pintu luar bilik suis.
9.	Saiz Lukisan Skematik (Lukisan Terpasang)	Sekurang-kurangnya bersaiz A0 / A1 yang telah ditandatangani oleh jurutera profesional/ penyelia bergantung kepada saiz voltan / ampere pemasangan (Rujuk Jadual IV - Peraturan 65, Peraturan-peraturan Elektrik 1994). Lukisan dipamerkan di dalam bilik berdekatan dengan papan suis.



11.6.4 KEMUDAHAN AKSES

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
1.	Jalan Masuk	a. Laluan terus, tiada sekatan.
2.	Pintu	a. Jenis 2 daun. b. Tinggi pintu – 3000mm (kemudahan akses pengendali dan peralatan). Arah Bukaannya - Ke Luar d. Perlu dipasang <i>fire curtain</i> . e. Jika pintu bilik suis di bahagian luar, pintu bilik suis jenis <i>composite door</i> dan dipasang <i>louvers</i> . f. Perlu dipasang <i>mosquito nett</i> di bahagian dalam pintu

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
		g. Jika bilik suis di dalam bangunan, perlu di pasang <i>fire rated door</i> (2 jam) dengan <i>exhaust fan</i>.  Rajah 11.24: Pintu bilik suis.
3.	<i>Ramp</i>	a. Kecerunan adalah 30° b. Ramp perlu dipasang untuk memudahkan kerja-kerja pemasangan dan penyenggaraan.

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
		 Rajah 11.25: Pintu bilik suis dilengkapi dengan <i>ramp</i>.
4	<i>Kerb</i>	a. Kerb hendaklah dipasang bagi mengelakkan air masuk ke dalam bilik suis. b. Saiz kerb 100mm (tinggi) x 225mm (lebar)

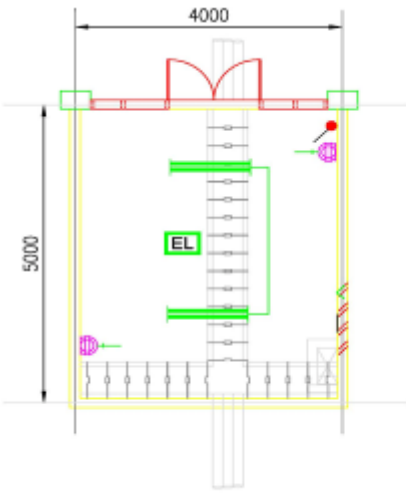
BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		 Rajah 11.26: Pintu bilik suis dilengkapi dengan <i>kerb</i>.

11.6.5 MUDAH KENDALI

BIL	CIRI –CIRI	KETERANGAN
1	<i>Essential supply for socket outlet and lighting</i> (jika ada genset)	a. Mesti dipasang bagi tujuan penyenggaraan semasa ketiadaan bekalan elektrik.
2	Lampu kecemasan (<i>Emergency light</i>)	a. Mesti dipasang bagi tujuan penyenggaraan semasa ketiadaan bekalan elektrik.
3	Panel Meter (kWJ)	a. Panel meter diletakkan berasingan dengan bilik suis b. Mudah diakses bagi tujuan pembacaan meter.

11.6.6 PENCAHAYAAN DAN PENGUDARAAN

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
Pengudaraan		
1	<i>Natural Ventilation</i> <i>atau</i> <i>Mechanical Force Ventilation</i>	a. <i>Louvers (fix) with wire netting</i> Lokasi: i) Hadapan dan belakang (<i>stand alone</i>). ii) Hadapan sahaja untuk <i>attached</i> BSU b. Kipas Pelawas (<i>Exhaust Fan</i>) with auto shutter.

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
		  Rajah 11.27: Kipas Pelawas Rajah 11.24:Pemasangan Kipas Pelawas
Pencahayaan		
1.	Kadaran Lux	Pencahayaan yang baik ~ 200 - 300 lux  BILIK SUIS Rajah 11.28: Contoh susun atur lampu di dalam bilik suis.
2.	Jenis lampu	Pendaflour

11.6.7 KESELAMATAN

i. Safety

BIL	CIRI-CIRI	KETERANGAN
1.	<i>Netting</i> / Jaring	Bagi menghalang kemasukan serangga / binatang.  Rajah 11.29: Pemasangan <i>netting</i>.
2.	Alat Pemadan Api 9kg <i>Dry Powder</i> dengan Sijil Perakuan Bomba	 Rajah 11.30: Pemadam api jenis <i>ABC Powder</i>.

BIL	CIRI-CIRI	KETERANGAN
		 Rajah 11.31: Pemadam api jenis CO2.
3.	Pelapik getah (<i>rubber mat</i>) di sepanjang Papan Suis	Tebal 6mm Lebar 1m Panjang – sepanjang papan suis  Rajah 11.32: Pelapik getah di hadapan papan suis.

BIL	CIRI-CIRI	KETERANGAN
4.	Carta Rawatan Renjatan Elektrik	 Rajah 11.33: Contoh Carta Rawatan Renjatan Elektrik.  Rajah 11.34: Contoh Carta Rawatan Renjatan Elektrik.

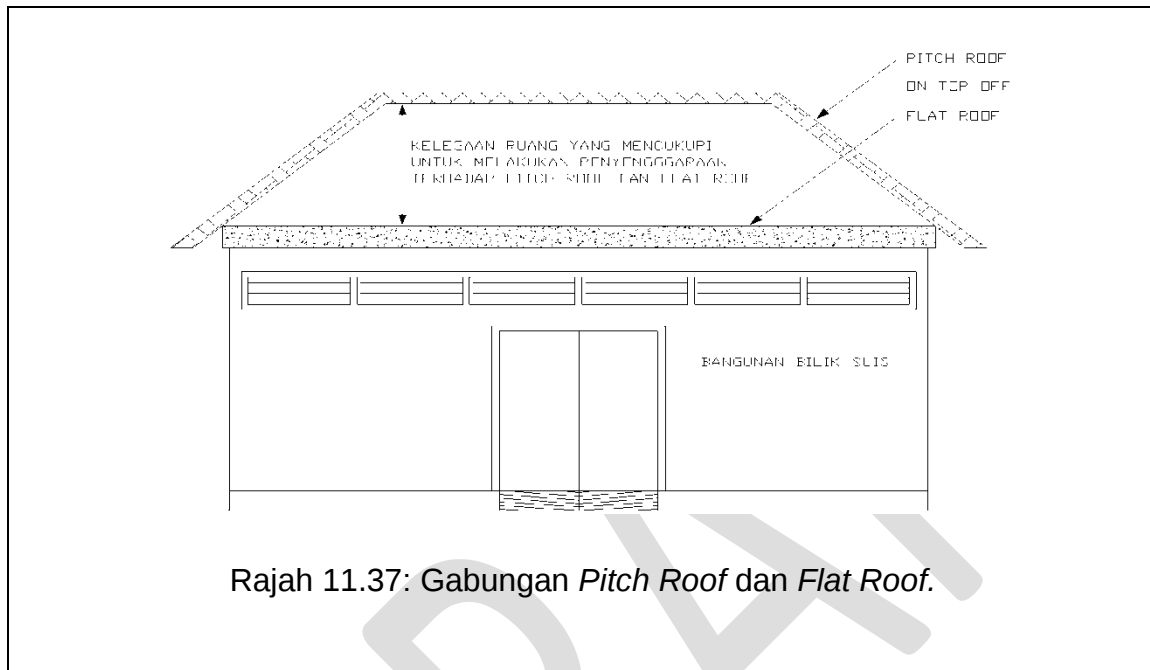
BIL	CIRI-CIRI	KETERANGAN
5.	Pembumian (<i>Earthing</i>)	 Rajah 11.35: Contoh Sistem Pembumian Berpusat. Kaedah pemasangan sistem 'pembumian berpusat' di dalam Bilik Suis Utama. Kesemua jenis pembumian dilabelkan dan disediakan juga dua punca uji untuk kemudahan melakukan pengujian pembumian. <i>Perspex cover</i> dipasang bagi melindungi kesemua terminal pembumian daripada sentuhan langsung.

ii. **Security**

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
1.	Berkunci	Ya  Rajah 11.36: Pintu yang Berkunci

11.7 TEKNIK REKA BENTUK KEBOLEHSENGGARAAN

11.7.1 TEKNIK PEMILIHAN BUMBUNG BILIK SUIS



<i>Functionability</i>	1. Sesuai dengan iklim Malaysia iaitu mempunyai ketahanan kepada kawasan hujan / panas 2. Jangka Hayat Aset adalah selama 30-50 tahun
<i>Modular</i>	Pemasangan yang kemas
<i>Flexibility / Adaptability</i>	1. Boleh mengelakkan penyalahgunaan ruang atas bumbung dengan perkara yang tidak sepatutnya. 2. Pengaliran air yang baik kerana dilengkapi dengan <i>Gutter</i> dan <i>Rain Water Down Pipe</i>.
<i>Safety And Health</i>	Ketahanan tinggi terhadap cuaca.

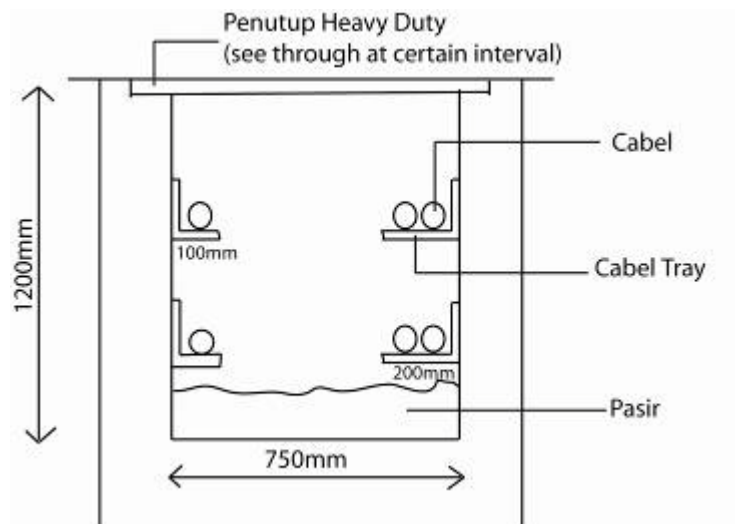
11.7.2 TEKNIK PEMILIHAN LANTAI DALAMAN BILIK SUIS

<u>EPOXY FINISHING</u>	
<i>Functionability</i>	<i>Anti slip</i>
<i>Self Cleansing</i>	<i>Easy cleaning from greese, dirts.</i>

TRENCHING

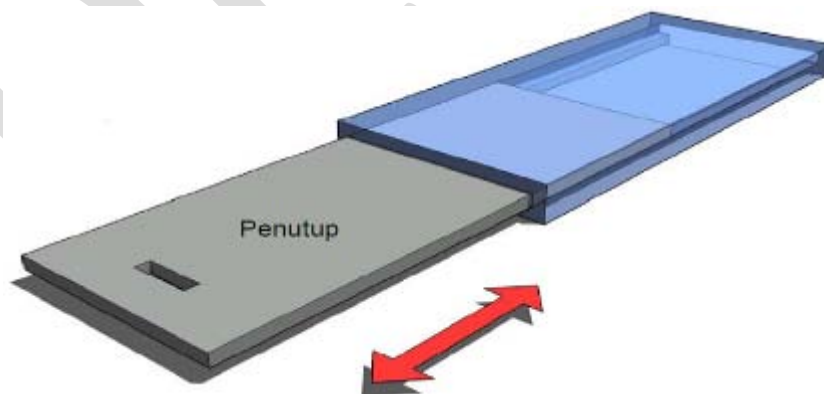
- i. *Cable tray: one side for incoming cable and the other side for outgoing cable*
- ii. *Cover*

Bahan: *Composite (Fibre Reinforced Plastic - FRP)*



Rajah 11.38: Laluan kabel dalam peparit di dalam bilik suis.

- iii. *Trenching Cover Slide*

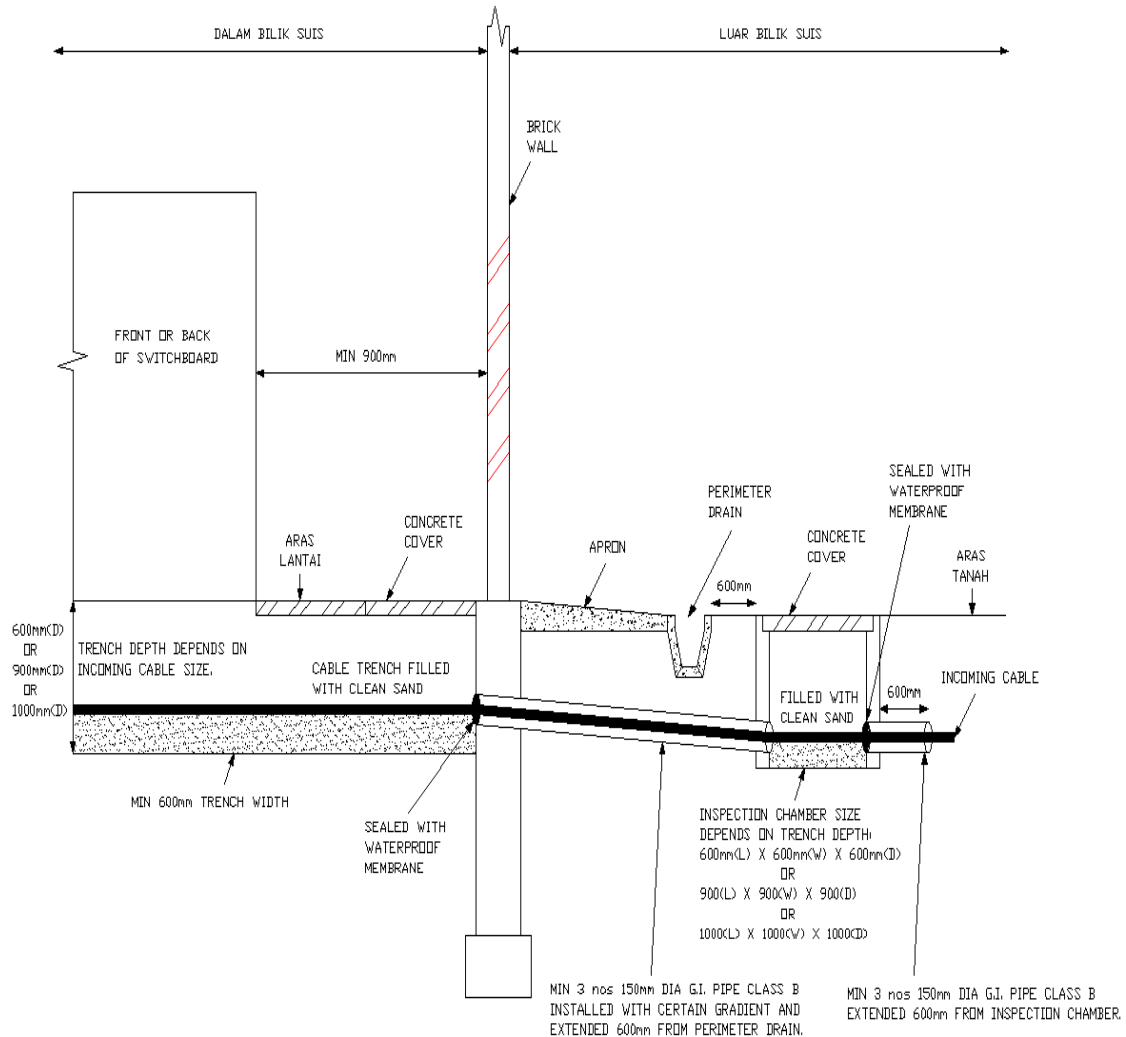


Rajah 11.39: Penutup peparit di dalam bilik suis.

11.7.4 TEKNIK PEMBINAAN CHAMBER BILIK SUIS

CHAMBER

- i) Diletakkan di luar bilik suis melepasi *perimeter drain*.
- ii) *Gradient chamber* ke *trench* bagi mengelakkan *back flow*.
- iii) Penutup *chamber* adalah dari jenis *heavy duty*.
- iv) Pasir diletakkan di dasar *chamber*.



Rajah 11.40: *Chamber* untuk pemeriksaan disediakan di luar setiap bilik suis.

11.7.5 TEKNIK PEMBINAAN GLASS BLOCK

GLASS BLOCK

Lokasi: Di dinding sebelah ruang bilik lain.

Functionability

Pencahayaan dan estetik

11.8 BAHAN DAN ALAT GANTI (MATERIAL AND SPARE)

11.8.1 Perbandingan Bahan bagi Bumbung

BIL	CIRI -CIRI	BAHAN		
		<i>Slate</i>	<i>Metal</i>	<i>Tile</i>
		 Slate Roofing Tiles	 Metal Tile Roof	 Clay Tile
1.	<i>Durability</i>	/	/	/
2.	<i>Availability</i>			/
3.	<i>Approved Material</i>	/	/	/

BIL	CIRI -CIRI	BAHAN		
		<i>Slate</i>	<i>Metal</i>	<i>Tile</i>
		 Slate Roofing Tiles	 Metal Tile Roof	 Clay Tile
4.	<i>Sustainability</i>		/	/
5.	<i>Economical (LCC)</i>			
7.	<i>Suitability</i>			/

11.8.2 Perbandingan Bahan Dinding

BIL	CIRI -CIRI	BAHAN	
		Batu Bata	Batu Pasir
1.	<i>Durability</i>	/	/
2.	<i>Availability</i>	/	/
3.	<i>Approved Material</i>	/	/
4.	<i>Sustainability</i>		/
5.	<i>Economical (LCC)</i>		/
6.	<i>Compatibility</i>	/	
7.	<i>Suitability</i>	/	

11.9 PERALATAN DAN KEMUDAHAN (*Tools and Facilities*).

BIL	CIRI -CIRI	KETERANGAN
1	<i>Special Tools</i>	Alat untuk Kesan Tahap Kelembapan (<i>Humidity</i>) – RH Meter
2	<i>Test Point</i>	<i>Centralised Earthing (Electrical Earthing, Instrument Earthing, Lightning Protection Earthing)</i>
3	<i>Inspection Chamber</i>	Disediakan di luar bilik suis untuk kemudahan penyenggaraan
4	<i>Penutup Peparit</i>	<i>Perspex Chequer Plate</i> pada peparit – lut sinar

11.10 PENGEKODAN

Pengekodan bagi bilik suis disediakan merujuk kepada kod-kod piawai yang telah dibangunkan iaitu:

11.10.1 Sistem Kod Aset Tak Alih (SKATA)

11.10.2 Building Indeks Modelling (BIM)

12.0 PENUTUP

Berpanduan kepada garis panduan ini, adalah diharapkan:

- i. Reka bentuk bilik suis voltan rendah akan menekankan reka bentuk kebolehsenggaraan;
- ii. Penekanan terhadap kefungisian, keselamatan, kebolehsenggaraan, kelestarian dan pematuhan kepada Akta-akta dan Peraturan-peraturan yang berkuatkuasa.
- iii. Bangunan-bangunan kerajaan dapat disenggara dengan terancang dan berkesan bagi memastikan bangunan-bangunan kerajaan berada dalam keadaan sempurna, selesa dan selamat digunakan selaras dengan kehendak Pengurusan Aset Menyeluruh (PAM).

Walau bagaimanapun, **sekiranya terdapat percanggahan antara garis panduan ini dengan Akta-akta berkaitan yang berkuatkuasa, maka akta-akta adalah lebih mengatasi** dan garis panduan ini bukanlah bersifat mutlak dan boleh diperkukuhkan lagi dari masa ke semasa.

13.0 RUJUKAN

- a. Akta Bekalan Elektrik 1990 (Akta 447);
- b. Peraturan - peraturan Elektrik 1994;
- c. Dasar Pengurusan Aset Kerajaan (DPAK);
- d. Manual Pengurusan Aset Menyeluruh Kerajaan (MPAM);
- e. Speksifikasi LS1;
- f. Panduan Teknik Cawangan Kejuruteraan Elektrik;
- g. *Electricity Supply Application Handbook* (ESAH);