



KERAJAAN MALAYSIA

**SURAT ARAHAN KETUA PENGARAH JABATAN DIGITAL NEGARA
BILANGAN 3 TAHUN 2025**

**GARIS PANDUAN PEMATUHAN REKA BENTUK DAN OPERASI PUSAT DATA
BAGI AGENSI SEKTOR AWAM**

**JABATAN DIGITAL NEGARA
KEMENTERIAN DIGITAL**

KANDUNGAN

PERKARA	MUKA SURAT
Tujuan	1
Latar Belakang	1
Keperluan/Rasional	2
Pelaksanaan	3
Struktur Tadbir Urus	3
Pemakaian	3
Tarikh Kuat Kuasa	4
Pertanyaan	4
Senarai Lampiran	5



Rujukan : JDN.100-1/5/2 (3)
Tarikh : 27 Mei 2025

Semua Ketua Setiausaha Kementerian
Semua Ketua Jabatan Persekutuan
Semua YB Setiausaha Kerajaan Negeri
Semua Pihak Berkuasa Berkanun Persekutuan dan Negeri
Semua Pihak Berkuasa Tempatan

**SURAT ARAHAN KETUA PENGARAH JABATAN DIGITAL NEGARA
BILANGAN 3 TAHUN 2025**

**GARIS PANDUAN PEMATUHAN REKA BENTUK DAN OPERASI PUSAT DATA
BAGI AGENSI SEKTOR AWAM**

TUJUAN

1. Surat Arahan ini bertujuan untuk menerangkan berkaitan Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data sebagai rujukan kepada Kementerian, Jabatan dan Agensi Kerajaan Persekutuan, Kerajaan Negeri, Pihak Berkuasa Berkanun Persekutuan dan Negeri serta Pihak Berkuasa Tempatan (PBT).

LATAR BELAKANG

2. Pusat data ialah fasiliti khusus bagi menempatkan peralatan ICT seperti *server*, *storage*, peralatan rangkaian serta disokong oleh kemudahan-kemudahan penting seperti sistem bekalan tenaga, sistem penyejukan, kawalan persekitaran, pencegahan kebakaran, sistem keselamatan dan sebagainya.

3. Sebuah pusat data yang diurus secara terancang dan berkesan dapat meningkatkan tahap produktiviti agensi melalui penyediaan sistem capaian yang

cekap dan sentiasa tersedia. Pelbagai agensi sektor awam telah pun mempunyai kemudahan pusat data bagi menempatkan peralatan ICT yang dapat menyokong pengurusan sistem maklumat di agensi masing-masing.

4. Sistem penyampaian perkhidmatan agensi amat bergantung kepada kecekapan dan keberkesanan sistem pengurusan maklumat agensi berkenaan. Kestabilan dan kecekapan pengurusan pusat data pula memainkan peranan penting sebagai nadi bagi memastikan sistem pengurusan maklumat sentiasa tersedia dan berprestasi tinggi. Oleh itu, garis panduan ini boleh dijadikan asas bagi meningkatkan tahap kualiti perkhidmatan pusat data agensi-agensi sektor awam.

5. Memandangkan pusat data berpotensi menyumbang kepada jejak karbon (*carbon footprint*) iaitu pengeluaran karbon ekoran daripada penggunaan kuasa elektrik untuk mengerak sistem penyejukan, rangkaian dan sebagainya, garis panduan ini juga memperjelaskan tindakan yang berkaitan dengan penggunaan teknologi hijau. Pusat data hijau yang dibangunkan boleh menyumbang kepada pemuliharaan alam sekitar dan alam semula jadi.

KEPERLUAN/RASIONAL

6. Jabatan Digital Negara (JDN) berperanan dalam memberi khidmat nasihat dan khidmat runding berhubung pengurusan pusat data agensi Sektor Awam daripada aspek reka bentuk, operasi dan pematuhan. Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data bagi Agensi Sektor Awam ini dibangunkan selaras dengan fungsi utama JDN dalam membantu agensi sektor awam daripada aspek pengurusan pusat data bersama pihak Jabatan Kerja Raya (JKR) selaku Jabatan Teknik, Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (JBPM) dan Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia (CGSO).

7. Sehubungan itu, garis panduan ini bertujuan untuk membantu agensi Sektor Awam bagi:

- a. Memahami keperluan dan kepentingan reka bentuk dan pengoperasian pusat data yang mematuhi piawaian.

- b. Membangunkan dan melaksanakan pelan reka bentuk dan pengoperasian pusat data yang komprehensif.
- c. Meningkatkan keandalan, ketersediaan, dan keselamatan pusat data.
- d. Memastikan kesinambungan perkhidmatan awam yang bergantung kepada pusat data.

PELAKSANAAN

- 8. Pelaksanaan garis panduan ini meliputi beberapa aspek penting seperti berikut:
 - a. Proses Pembangunan/Naik taraf Pusat Data.
 - b. Pematuhan Reka Bentuk Pusat Data.
 - c. Pengurusan Operasi Pusat Data.
 - d. Pusat Pemulihan Bencana.
- 9. Penjelasan lanjut berkaitan pelaksanaan Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data ini adalah seperti di **LAMPIRAN A**.

STRUKTUR TADBIR URUS

- 10. Bahagian Perundingan Digital JDN bertanggungjawab untuk memantau pelaksanaan arahan ini melalui pelaporan secara dalaman. JDN sentiasa bersedia untuk bekerjasama dan memberikan khidmat nasihat kepada Agensi Kerajaan berkaitan aspek pengurusan pusat data yang terbaik bagi memastikan kelangsungan perkhidmatan kerajaan terjamin.

PEMAKAIAN

- 11. Surat Arahan ini terpakai kepada Kementerian, Jabatan dan Agensi Kerajaan Persekutuan, Kerajaan Negeri, Pihak Berkuasa Berkanun Persekutuan dan Negeri serta PBT yang memerlukan panduan dalam mereka bentuk dan mengoperasi pusat data.

TARIKH KUAT KUASA

12. Surat Arahan ini berkuat kuasa serta-merta mulai daripada tarikh ia dikeluarkan.

PERTANYAAN

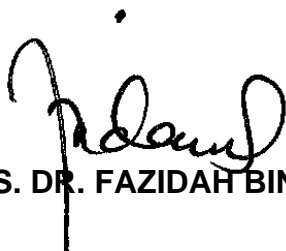
13. Sebarang pertanyaan mengenai Surat Arahan ini boleh dirujuk kepada:

Pengarah
Bahagian Perundingan Digital
Jabatan Digital Negara
Kementerian Digital
Bangunan MKN Embassy Techzone
Blok B, No. 3200, Jalan Teknokrat 2
63000 Cyberjaya
SELANGOR DARUL EHSAN
No. Telefon : 03-8000 8000
E-mel : dcmubpd@jdn.gov.my
Laman Web : <https://www.jdn.gov.my>

“MALAYSIA MADANI”

“BERKHIDMAT UNTUK NEGARA”

Saya yang menjalankan amanah,



(DATUK TS. DR. FAZIDAH BINTI ABU BAKAR)

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK
A	Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data bagi Agensi Sektor Awam
A-1	Kenyataan Keperluan - <i>Statement of Needs</i> (SON)
A-2	Pengiraan Anggaran Kapasiti Bekalan Tenaga Elektrik

LAMPIRAN A

Surat Arahan Ketua Pengarah Jabatan Digital Negara
Bilangan 3 Tahun 2025

**GARIS PANDUAN PEMATUHAN REKA BENTUK DAN OPERASI PUSAT DATA
BAGI AGENSI SEKTOR AWAM**

**JABATAN DIGITAL NEGARA
KEMENTERIAN DIGITAL**

KANDUNGAN

PERKARA	MUKA SURAT
SENARAI JADUAL.....	v
SENARAI RAJAH.....	vi
AKRONIM.....	vii
TAKRIFAN.....	ix
BAB 1: PENDAHULUAN.....	1
1.1 Tujuan	1
1.2 Pengenalan	1
1.3 Prinsip Utama Pembangunan Pusat Data	2
BAB 2: PROSES PEMBANGUNAN/NAIK TARAF PUSAT DATA.....	4
2.1 Pengenalan	4
2.2 Pembangunan/Naik Taraf Pusat Data	4
2.3 Pernyataan Keperluan (<i>Statement of Needs</i> (SON))	5
2.4 Penentuan Saiz Konseptual (<i>Conceptual Sizing</i>)	6
2.5 Pemilihan Tapak (<i>Site Selection</i>)	6
2.6 Reka Bentuk Konseptual (<i>Conceptual Design</i>)	7
2.7 Dokumen Reka Bentuk Terperinci (<i>Detail Design Documents</i>)	8
2.8 Pembinaan (<i>Construction</i>)	8
2.9 Pengujian & Pentauliahahan (<i>Testing & Commissioning</i>)	9
2.10 Penyerahan (Handover)	10
BAB 3: PEMILIHAN LOKASI.....	11
3.1 Pemilihan Lokasi	11
3.2 Pemilihan Ruang, Keluasan dan Bilik Sokongan	12
BAB 4: REKA BENTUK DAN SUSUN ATUR FIZIKAL PUSAT DATA	15
4.1 Ruang Dalaman	15
4.2 Jubin Lantai (<i>Floor Tiles</i>)	17

4.3	Lerengan (<i>Ramp</i>) & Lif	18
4.4	Laluan (<i>Walkway</i>)	19
4.5	<i>Loading Bay</i>	19
BAB 5: SISTEM BEKALAN TENAGA		20
5.1	Sistem Bekalan Tenaga	20
5.2	Saiz Keperluan Kapasiti Elektrik	22
5.3	Bekalan Kuasa Masukan Utama	23
5.4	Sistem Jana Kuasa Tunggu Sedia	23
5.5	Sistem Papan Suis (<i>Essential Switchboard</i>)	25
5.6	Sistem <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS)	25
5.7	Sistem <i>Rack Power Distribution Unit</i> (rPDU)	28
5.8	<i>Rack Static Transfer Switch</i> (STS)	29
5.9	Sistem Pencahayaan	30
5.10	Sistem Pembumian (<i>Earthing</i>)	31
BAB 6: SISTEM PENGKABELAN RANGKAIAN.....		33
6.1	Sistem Pengkabelan Rangkaian	33
6.2	Kaedah Pemasangan	34
6.3	Pengujian dan Verifikasi Sistem Pengkabelan	34
6.4	Pengurusan Kabel	35
BAB 7: SISTEM PENYEJUKAN		36
7.1	Sistem Penyejukan	36
7.2	Pemilihan Jenis Sistem Penyejukan	38
7.3	Kedudukan <i>Air Handler</i>	39
7.4	Jarak antara <i>Air Handler</i> dan Rak <i>Server</i>	40
7.5	Jarak Antara Rak <i>Server</i> dan Penggunaan Ruang Dalam Rak	41
7.6	Pengagihan Udara Sejuk dan Tekanan Udara	41
7.7	Lorong Udara Panas dan Sejuk (<i>Hot and Cold Aisles</i>)	42

BAB 8: SISTEM PENGESANAN DAN PEMADAMAN KEBAKARAN	43
8.1 Sistem Pengesanan Dan Pemadaman Kebakaran	43
BAB 9: SISTEM PENGURUSAN KESELAMATAN	48
9.1 Sistem Pengurusan Keselamatan	48
9.2 Keselamatan Fizikal Dalam Pusat Data	49
9.3 Keselamatan Fizikal Kawasan Luar Pusat Data	50
9.4 Kawasan Terperingkat	50
9.5 Pematuhan dan Pensijilan Keselamatan	51
9.6 Tapisan Keselamatan	51
9.7 Validasi Keselamatan Rahsia Rasmi	51
9.8 Sanitasi	51
9.9 Pelan Pengurusan Kesyinambungan Perkhidmatan	52
BAB 10: SISTEM PEMANTAUAN INFRASTRUKTUR DAN PERSEKITARAN	53
10.1 Sistem Pemantauan Infrastruktur dan Persekitaran	53
10.2 Bekalan dan Penggunaan Tenaga Elektrik	54
10.3 <i>Beacon Lights</i>	55
10.4 Kawalan Suhu, Kelembapan dan Kebocoran Air	55
BAB 11: PENGURUSAN OPERASI PUSAT DATA.....	57
11.1 Pengurusan Operasi Pusat Data	57
11.2 Penyelenggaraan	57
11.3 Pemantauan Kapasiti	58
11.4 Pengurusan Efisiensi	60
11.5 Pembersihan	61
11.6 Latihan	64
BAB 12: PUSAT PEMULIHAN BENCANA/DISASTER RECOVERY CENTRE (DRC).....	66
12.1 Pengenalan	66

12.2	Pusat Pemulihan Bencana (<i>Disaster Recovery Centre</i> (DRC))	68
12.3	Kriteria Pemilihan Lokasi Pusat Pemulihan Bencana (DRC)	69
BAB 13: PENUTUP		71
RUJUKAN.....		72

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK
5.1	Keperluan Minimum Pencahayaan
11.1	Matriks PUE
11.2	Kekerapan Aktiviti Pembersihan

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK
2.1	Proses Pembangunan/Naik Taraf Pusat Data
2.2	Pengujian & Pentauliahan
4.1	Cadangan Ketinggian Ruang Pusat Data
4.2	<i>Tile Puller</i>
4.3	<i>Ramp & Hand Rail</i>
5.1	Sistem Pengagihan Bekalan Tenaga
5.2	Contoh Jana kuasa Tunggu Sedia
5.3	Contoh <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS)
5.4	Contoh <i>Rack PDU</i> (rPDU)
5.5	Contoh <i>Rack STS</i>
5.6	Contoh Sistem Pembumian <i>Raised Floor</i>
6.1	Contoh <i>Cable Management</i>
7.1	Perbandingan Kaedah Penyejukan Pusat Data
7.2	Kedudukan <i>Air Handler</i> Pusat Data
7.3	Kedudukan Pemasangan <i>Perforated Tiles</i>
7.4	Cable Opening
7.5	Susunan <i>Hot/Cold Aisle</i>
7.6	Lokasi <i>Perforated Tiles</i>
8.1	Contoh Papan Tanda
8.2	Tanda “Keluar” dan Lampu Kecemasan
8.3	Pintu Api
10.1	Komponen Pemantauan Pusat Data

AKRONIM

AKRONIM	PENERANGAN
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.</i>
ATSE	<i>Automatic Transfer Switch Equipment</i>
CGSO	Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia
DCIE	<i>Data Center Infrastructure Efficiency</i>
DCIM	<i>Data Center Infrastructure Management</i>
DDD	<i>Detail Design Document</i>
DRaaS	<i>Disaster Recovery as a Service</i>
DRC	<i>Disaster Recovery Centre</i>
DRP	<i>Disaster Recovery Plan</i>
EMB	<i>External Maintenance Bypass</i>
EMSB	<i>Essential Main Switchboard</i>
ESD	<i>Electrostatic Discharge</i>
FAT	<i>Factory Acceptance Test – Ujian Penerimaan Kilang</i>
FPT	<i>Functional Performance Testing – Ujian Prestasi Fungsi</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
IDS	Sistem Pengesanan Pencerobohan
IST	<i>Integrated Systems Testing - Ujian Sistem Bersepadu</i>
JBPM	Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia
JDN	Jabatan Digital Negara
JKR	Jabatan Kerja Raya
MEB	<i>Main Earthing Bar</i>
NIST	National Institute of Standards and Technology
PAC	<i>Precision Air Conditioner</i>
PBT	Pihak Berkuasa Tempatan
PFT	<i>Pre-Functional Testing – Ujian Pra-Fungsi</i>
PKP	Pelan Kesenambungan Perkhidmatan
PUE	<i>Power Usage Effectiveness</i>
rPDU	<i>Rack Power Distribution</i>

AKRONIM	PENERANGAN
SAT	<i>Site Acceptance Test – Ujian Penerimaan Tapak</i>
STS	<i>Static Transfer Switch</i>
UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>

TAKRIFAN

Bagi maksud pemakaian Surat Arahan Ketua Pengarah Jabatan Digital Negara Bilangan 3 Tahun 2025 ini Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data bagi Agensi Sektor Awam, takrifan yang berikut diguna pakai:

1. Agensi Peneraju Jabatan Digital Negara (JDN), Kementerian Digital.
2. Agensi Kementerian, Jabatan dan Agensi Kerajaan Persekutuan, Kerajaan Negeri, Pihak Berkuasa Berkanun Persekutuan dan Negeri serta Pihak Berkuasa Tempatan (PBT).

BAB 1: PENDAHULUAN

1.1 Tujuan

1.1.1 Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data Agensi bagi Agensi Sektor Awam ini disediakan sebagai rujukan utama bagi agensi-agensi Sektor Awam di Malaysia dalam merancang, mereka bentuk serta mengoperasikan pusat data mengikut piawaian, prosedur dan arahan Kerajaan yang berkuat kuasa.

1.2 Pengenalan

1.2.1 Pusat data merupakan infrastruktur kritikal yang menampung sistem dan aplikasi yang penting bagi penyampaian perkhidmatan awam kepada rakyat. Oleh itu, adalah penting untuk memastikan pusat data beroperasi dengan lancar, selamat, dan efisien.

1.2.2 Ia merangkumi aspek-aspek penting dalam reka bentuk dan pengoperasian pusat data, termasuklah:

- a. **Reka Bentuk Pusat Data** - Garis panduan ini menyediakan panduan mengenai pemilihan lokasi, reka letak ruang, infrastruktur elektrik dan mekanikal, sistem keselamatan, dan aspek-aspek lain yang berkaitan dengan reka bentuk fizikal pusat data.
- b. **Pengoperasian Pusat Data** - Garis panduan ini merangkumi aspek-aspek pengurusan operasi harian pusat data, termasuklah penyelenggaraan, pemantauan, keselamatan, pengurusan bencana, dan lain-lain.
- c. **Keselamatan Pusat Data** - Garis panduan ini menekankan aspek keselamatan fizikal dan logikal pusat data bagi melindungi data dan sistem daripada ancaman dalaman dan luaran.

- d. **Pematuhan Piawaian** - Garis panduan ini merujuk kepada piawaian-piawaian yang relevan seperti ISO 27001, ISO 22301, ANSI/TIA-942, ANSI/BICSI-002:2024, *Uptime Institute*, *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) dan lain-lain bagi memastikan pusat data beroperasi pada tahap yang tertinggi.

1.3 Prinsip Utama Pembangunan Pusat Data

1.3.1 Prinsip utama panduan yang perlu dipatuhi dalam membangunkan sesebuah pusat data adalah seperti berikut:

- a. Memberi keutamaan dalam mengguna pakai perkhidmatan guna sama Kerajaan yang disediakan oleh Jabatan Digital Negara (JDN) iaitu MyGovCloud@PDSA.
- b. Pusat data perlu mempunyai kapasiti untuk menampung keperluan masa hadapan agensi bagi sekurang-kurangnya 5 hingga 10 tahun akan datang.
- c. Komponen di dalam pusat data mestilah boleh diselenggarakan tanpa menjejaskan operasi pusat data atau dengan minimum *downtime* yang dibenarkan.
- d. Tahap ketersediaan pusat data boleh dikategorikan kepada 4 tahap seperti di bawah selaras dengan piawaian antarabangsa seperti ANSI/TIA-942 dan *Uptime Institute*.
 - i. *Rated/Tier 1 (Basic)* : 99.671% *uptime*.
 - ii. *Rated/Tier 2 (Redundant Components)* : 99.749% *uptime*.
 - iii. *Rated/Tier 3 (Concurrent Maintainable)* : 99.982% *uptime*.
 - iv. *Rated/Tier 4 (Fault Tolerance)* : 99.995% *uptime*.
- e. Pusat data hendaklah mempunyai tahap keselamatan yang tinggi dan sentiasa dilindungi daripada sebarang pencerobohan.

- f. Elemen pembangunan pusat data hijau (*Green Data Center*) hendaklah dipatuhi bagi mengurangkan penggunaan tenaga elektrik dan pengeluaran jejak karbon.

- g. Bagi memastikan pusat data mempunyai tahap ketersediaan dan berprestasi tinggi sepanjang masa, aspek *Redundant Components* bagi sistem rangkaian, elektrik, mekanikal dan keselamatan perlu disediakan bagi mengelakkan daripada berlakunya masalah yang diakibatkan oleh kegagalan tunggal (*single point of failures*).

BAB 2: PROSES PEMBANGUNAN/NAIK TARAF PUSAT DATA

2.1 Pengenalan

2.1.1 Dalam era digital yang pesat berkembang, pusat data memainkan peranan penting sebagai tulang belakang kepada pelbagai aplikasi, sistem penyimpanan data dan infrastruktur rangkaian. Agensi Sektor Awam bergantung kepada pusat data untuk memastikan akses data yang pantas, selamat dan boleh dipercayai.

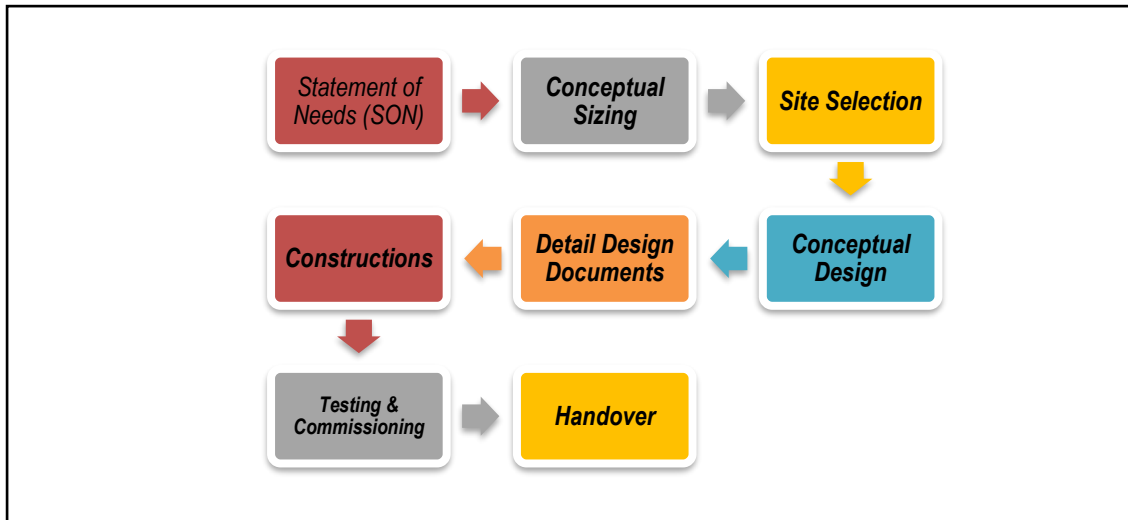
2.1.2 Oleh itu, pembangunan pusat data perlu dirancang dan dilaksanakan dengan teliti bagi memastikan ia memenuhi keperluan kapasiti, prestasi, keselamatan, dan kecekapan tenaga.

2.2 Pembangunan/Naik Taraf Pusat Data

2.2.1 Pembangunan pusat data ialah proses reka bentuk, pembinaan, dan pengujian kemudahan infrastruktur ICT yang bertujuan untuk menyokong penyimpanan data, pemprosesan maklumat, dan komunikasi rangkaian. Ia merangkumi pelbagai elemen seperti bekalan tenaga, sistem penyejukan, keselamatan fizikal dan siber serta pengurusan operasi.

2.2.2 Manakala, bagi kerja-kerja menaik taraf pusat data sedia ada, penilaian pusat data (*data center assessment*) perlu dilaksanakan terlebih dahulu bagi menilai tahap ketersediaan, kapasiti dan keselamatan pusat data.

2.2.3 Proses yang terlibat dalam pembangunan atau naik taraf pusat data sedia ada adalah seperti **Rajah 2.1**.



Rajah 2.1 : Proses Pembangunan/Naik taraf Pusat Data

2.3 Penyataan Keperluan (*Statement of Needs (SON)*)

2.3.1 Dalam pembangunan pusat data, *Statement of Needs (SON)* ialah dokumen awal yang merumuskan keperluan dan objektif utama projek. Ia berfungsi sebagai asas bagi semua peringkat reka bentuk, perancangan, dan pelaksanaan. SON membantu memastikan semua pihak berkepentingan memahami jangkaan dan keperluan projek sebelum ia bergerak ke fasa seterusnya. Antara kepentingan SON adalah seperti berikut:

- a. Memberikan hala tuju yang jelas kepada semua pihak berkepentingan.
- b. Mengelakkan perubahan reka bentuk yang tidak dirancang dan berisiko tinggi.
- c. Memastikan keperluan teknikal, operasi, dan keselamatan dipenuhi.
- d. Memudahkan perancangan bajet dan jadual projek.

2.3.2 Kandungan terperinci dalam penyediaan dokumen SON dihuraikan dalam **Lampiran A1**.

2.4 Penentuan Saiz Konseptual (*Conceptual Sizing*)

2.4.1 Pada fasa ini, saiz pusat data ditentukan berdasarkan keperluan yang dikenal pasti dalam SON.

2.4.2 Fokus utama fasa ini adalah:

- a. Menentukan jumlah beban IT (*IT Load*) (jumlah rak pelayan, keperluan tenaga setiap rak dan anggaran daya pemrosesan).
- b. Menentukan kapasiti tenaga yang diperlukan (UPS, Jana Kuasa Tunggu Sedia dan Grid Tenaga).
- c. Menentukan sistem penyejukan yang sesuai berdasarkan keperluan kuasa dan lokasi.
- d. Anggaran keluasan ruang fizikal berdasarkan kepadatan rak (*rack density*) dan pelan masa depan.
- e. Memastikan terdapat *scalability* untuk pertumbuhan masa depan.

2.5 Pemilihan Tapak (*Site Selection*)

2.5.1 Pemilihan tapak sangat kritikal dalam memastikan kestabilan operasi pusat data. Agensi hendaklah melaksanakan Penilaian Risiko (*Risk Assessment*) terlebih dahulu berhubung sebarang cadangan pemilihan tapak.

2.5.2 Faktor utama yang dipertimbangkan:

- a. Lokasi strategik – berhampiran sumber tenaga stabil, jauh dari kawasan risiko bencana (gempa bumi, banjir, ribut).
- b. Kemudahan infrastruktur – akses kepada grid tenaga utama, sambungan internet berkapasiti tinggi, dan laluan pemulihan kecemasan.

- c. Keselamatan fizikal – jauh dari kawasan konflik, risiko vandalisme, atau kecurian.
- d. Kos tanah dan operasi – harga tanah, cukai tempatan, kos tenaga dan air.
- e. Keperluan perundangan dan pematuhan – undang-undang zon tanah, kebenaran bangunan, dan garis panduan alam sekitar.

2.6 Reka Bentuk Konseptual (*Conceptual Design*)

2.6.1 Dalam fasa ini, arkitek dan jurutera membangunkan reka bentuk awal pusat data berdasarkan saiz dan tapak yang telah dipilih.

2.6.2 Komponen utama reka bentuk konseptual termasuk:

- a. Reka bentuk susun atur dalaman – penempatan rak pelayan, sistem tenaga, sistem penyejukan, dan ruang kawalan.
- b. Perancangan sistem tenaga – termasuk *Uninterruptible Power Supply* (UPS), *transformer*, *generator* dan sistem pengagihan tenaga.
- c. Reka bentuk sistem penyejukan – jenis pendingin udara yang digunakan, aliran udara optimum dan penjimatan tenaga.
- d. Reka bentuk keselamatan dan kawalan akses – CCTV, sistem kad akses, kawalan biometrik dan sistem keselamatan fizikal lain.
- e. Pemilihan bahan binaan dan spesifikasi perlindungan kebakaran.
- f. Anggaran awal untuk kos pembinaan dan pemasangan peralatan.

2.7 Dokumen Reka Bentuk Terperinci (*Detail Design Documents*)

2.7.1 *Detail Design Document* (DDD) ialah dokumen yang menerangkan spesifikasi teknikal, kejuruteraan, dan seni bina pusat data secara terperinci. Dokumen ini digunakan untuk memastikan bahawa pusat data dibangunkan mengikut piawaian industri dan PBT.

2.7.2 Komponen utama dalam dokumen ini adalah termasuk:

- a. Reka Bentuk Seni Bina & Ruang Fizikal.
- b. Sistem Bekalan Tenaga.
- c. Sistem Penyejukan.
- d. Sistem Infrastruktur Rangkaian & Telekomunikasi.
- e. Keselamatan dan Pemantauan.

2.8 Pembinaan (*Construction*)

2.8.1 Fasa pembinaan melibatkan pemasangan infrastruktur fizikal dan sistem utama pusat data.

2.8.2 Fasa utama yang terlibat adalah seperti berikut:

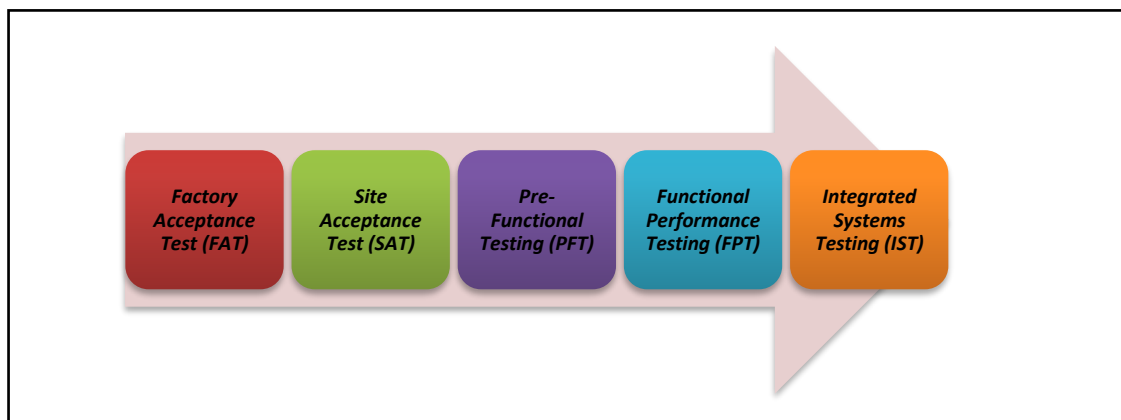
- a. Pembinaan struktur bangunan termasuk ruang rak pelayan, bilik kawalan, dan kemudahan sokongan lain.
- b. Pemasangan sistem tenaga seperti grid utama, UPS, *transformer*, dan generator kecemasan.
- c. Pemasangan sistem penyejukan (*chiller*, CRAC/CRAH, sistem aliran udara).
- d. Pemasangan sistem rangkaian termasuk kabel *fiber*, *switch*, *router* dan *firewall*.

- e. Integrasi sistem keselamatan (kamera pengawasan, kawalan akses biometrik, sistem pengesanan kebakaran).
- f. Pengujian awal setiap komponen sebelum fasa pengujian dan pentauliahan.

2.9 Pengujian & Pentauliahan (*Testing & Commissioning*)

2.9.1 Fasa Pengujian dan Pentauliahan dalam pembangunan pusat data ialah proses kritikal untuk memastikan setiap komponen berfungsi mengikut spesifikasi reka bentuk dan memenuhi keperluan operasi. Ia bertujuan untuk mengenal pasti dan membetulkan sebarang kelemahan sebelum pusat data diserahkan untuk operasi sepenuhnya.

2.9.2 Fasa ini biasanya dilakukan dalam beberapa peringkat dengan pelbagai ujian dijalankan mengikut protokol tertentu seperti di **Rajah 2.2**.



Rajah 2.2: Pengujian & Pentauliahan

- a. **Factory Acceptance Test (FAT) (Ujian Penerimaan Kilang)** - Menguji dan mengesahkan peralatan di kilang sebelum penghantaran ke tapak projek.
- b. **Site Acceptance Test (SAT) (Ujian Penerimaan Tapak)** - Memastikan peralatan yang telah dipasang di tapak pusat data berfungsi dengan betul dan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

- c. ***Pre-Functional Testing (PFT) (Ujian Pra-Fungsi)*** - Menguji sistem secara individu sebelum diuji bersama sistem lain untuk memastikan ia boleh beroperasi seperti yang dirancang.
- d. ***Functional Performance Testing (FPT) (Ujian Prestasi Fungsi)*** - Menguji prestasi keseluruhan sistem berdasarkan keperluan beban sebenar.
- e. ***Integrated Systems Testing (IST) (Ujian Sistem Bersepadu)*** - Menguji semua sistem secara bersama (*integrated*) untuk memastikan integrasi yang lancar dan tindak balas sistem dalam senario pengoperasian sebenar.

2.10 Penyerahan (*Handover*)

2.10.1 Fasa terakhir ialah penyerahan pusat data kepada pihak pengurusan operasi.

2.10.2 Langkah-langkah utama dalam fasa ini:

- a. **Latihan staf operasi** – Memberi latihan kepada jurutera dan teknikal yang akan mengendalikan pusat data.
- b. **Dokumentasi lengkap** – Lukisan pelan tenaga, sistem rangkaian, prosedur pemulihan bencana, dan manual pengguna.
- c. **Kontrak penyelenggaraan** – Perjanjian dengan vendor untuk penyelenggaraan berkala seperti UPS, HVAC (*heating, ventilation and air conditioning*) dan sistem keselamatan.
- d. **Pemantauan awal** – Tempoh percubaan di mana sistem dipantau untuk memastikan kestabilan sebelum beroperasi sepenuhnya.

BAB 3: PEMILIHAN LOKASI

3.1 Pemilihan Lokasi

3.1.1 Pemilihan tapak pusat data termasuk penyewaan di bangunan Kerajaan dan swasta hendaklah dirujuk dan mendapat kelulusan terlebih dahulu daripada Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia (CGSO)

3.1.2 Agensi-agensi perlu mendapatkan khidmat nasihat daripada PBT kerana faktor pemilihan lokasi juga perlu menitikberatkan aspek demografi di kawasan berkenaan. Sebagai contoh, lokasi yang dipilih hendaklah di kawasan yang tidak atau kurang menghadapi isu gejala sosial bagi mengelakkan daripada berlakunya pencerobohan.

3.1.3 Kriteria pemilihan lokasi yang ideal bagi pusat data adalah seperti berikut:

- a. Bebas daripada ancaman keselamatan.
- b. Jauh daripada sumber air (seperti tangki air, tangki *suction*, saluran air hujan).
- c. Jauh dari kawasan berisiko banjir, tanah runtuh, gegaran, ribut taufan.
- d. Jauh daripada gangguan elektromagnetik (misalnya kawasan berdekatan dengan lapangan terbang).
- e. Mudah diakses.
- f. Dekat dengan pengangkutan awam.
- g. Dekat dengan kemudahan awam seperti balai bomba, hospital dan polis.
- h. Boleh menampung keperluan masa hadapan.

3.2 Pemilihan Ruang, Keluasan dan Bilik Sokongan

3.2.1 Pemilihan Ruang

Selain daripada pemilihan lokasi, agensi juga perlu membuat pemilihan ruang yang sesuai dan selamat untuk dijadikan pusat data di dalam sesebuah bangunan. Pemilihan kawasan yang baik dapat mengurangkan pembaziran dan memudahkan pertambahan ruang (jika perlu) di masa akan datang. Antara kriteria penting bagi pemilihan ruang pusat data adalah seperti berikut:

- a. Pilih ruang yang berbentuk segi empat sama (*square*) atau segi empat tepat (*rectangular*).
- b. Elakkan dari kawasan yang melengkung, bersudut atau ruang yang terlalu sempit.
- c. Pastikan struktur fizikal adalah kukuh dan selamat.
- d. Jauhkan dari dewan makan, kafeteria, dapur dan bilik air.
- e. Peralatan seperti ketuhar gelombang mikro diletakkan di bilik berasingan

3.2.2 Anggaran Keluasan Pusat Data

Bagi mendapatkan anggaran keluasan pusat data, agensi perlu:

- a. Mengenal pasti jumlah peralatan ICT yang akan ditempatkan di dalam pusat data, termasuk infrastruktur lain seperti peralatan penyejukan, elektrik dan sebagainya.
- b. Merancang saiz pusat data yang sesuai dengan keperluan masa kini dan masa hadapan berdasarkan klasifikasi saiz pusat data, tetapi tidak terlalu besar sehingga berlaku pembaziran.

- c. Anggaran keluasan yang diperlukan oleh sebuah rak *server* adalah lebih kurang 30 hingga 35 kaki persegi (2.79 hingga 3.25 meter persegi). Jumlah keseluruhan ruang yang diperlukan turut bergantung kepada pemilihan kaedah penyejukan di dalam pusat data sama ada jenis *Room/Perimeter cooling* atau *Inrow cooling* dan juga sama ada terdapat peralatan sokongan pusat data seperti UPS dan peralatan sistem penyejukan berada dalam ruang pusat data.

3.2.3 Bilik-Bilik Sokongan

- a. Sekiranya agensi mempunyai ruang yang besar untuk membangunkan pusat data, dicadangkan supaya ruang-ruang khusus diwujudkan berasingan daripada ruang penyimpanan bilik *server* dan peralatan ICT seperti berikut:
 - i. Bilik kawalan (*command centre*) iaitu bilik yang berfungsi sebagai pusat operasi di mana kakitangan dapat memantau keadaan *server* dan infrastruktur yang berada di dalam pusat data melalui penggunaan peralatan tertentu.
 - ii. Bilik elektrik bagi menempatkan infrastruktur elektrik seperti UPS, *electric switchboard*, *distribution board*, *circuit breakers*, *electricity meter*, *busbars*, *distribution frames* dan sebagainya.
 - iii. Bilik *staging* yang boleh digunakan bagi pemasangan, pengkonfigurasi dan pengujian awal ke atas peralatan ICT sebelum ditempatkan di pusat data.
 - iv. Bilik rangkaian bagi menempatkan peralatan-peralatan rangkaian seperti suis, *router* dan sebagainya.
 - v. Bilik storan media bagi menyimpan pelbagai jenis media storan seperti *magnetic disc* dan *optical disc* yang digunakan sebagai *back up*. Pengasingan ruang ini membolehkan media storan disimpan dengan kaedah yang sesuai supaya bebas dari habuk dan pada tahap suhu yang bersesuaian.
 - vi. Bilik akses (ruang kerja) ialah tempat yang khusus bagi menjalankan kerja-kerja penyelenggaraan *server* tanpa perlu memasuki pusat data.

- vii. Bilik krisis (*Executive Briefing Room*) bagi mengadakan mesyuarat terutama semasa berlaku masalah serius atau krisis.
 - viii. Kawasan Nyahbungkus (*Unpacking Area*).
 - ix. Bilik stor.
 - x. Bilik cetakan terutama bagi kerja-kerja percetakan yang banyak (*heavy duty printing*). Bilik yang berasingan akan dapat menghindar pusat data dari dicemari oleh habuk yang dihasilkan oleh kertas cetakan.
- b. Pengasingan bilik-bilik berkenaan dari ruang pusat data bertujuan untuk:
- i. Memastikan hanya pengguna yang dibenarkan sahaja yang boleh memasuki ruang-ruang tertentu sebagaimana yang telah ditetapkan.
 - ii. Peralatan elektrik diasingkan dari pusat data bagi menjaga keselamatan fizikal peralatan ICT di pusat data.
 - iii. Kerja harian dan kawalan sistem penyejukan yang lebih efektif boleh dilaksanakan melalui pengasingan bilik-bilik tersebut.

BAB 4: REKA BENTUK DAN SUSUN ATUR FIZIKAL PUSAT DATA

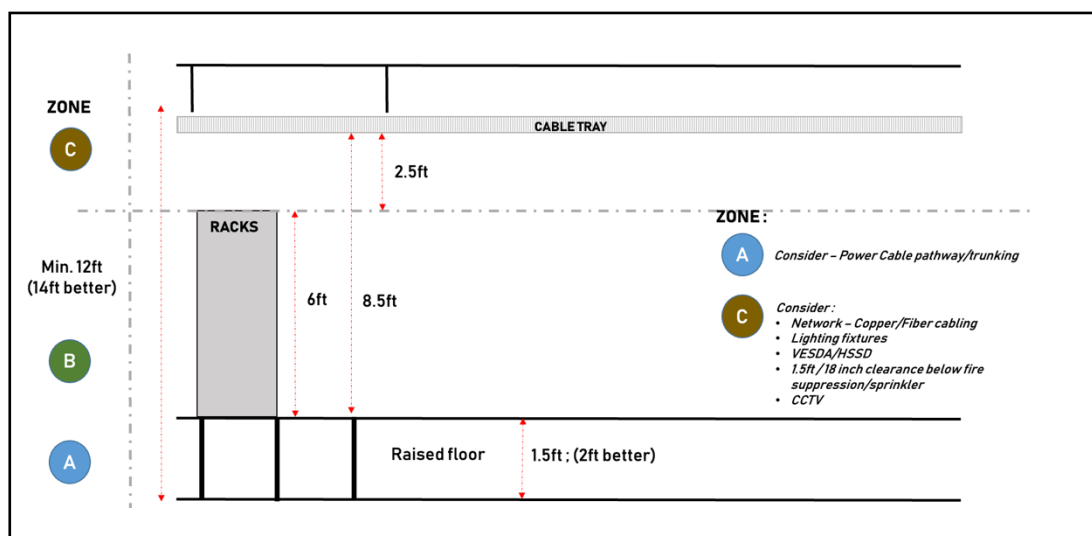
4.1 Ruang Dalaman

4.1.1 Reka bentuk dan susun atur fizikal pusat data adalah satu lagi aspek penting yang perlu diberi penekanan memandangkan ia boleh memberi kesan yang ke atas tahap kecekapan, keberkesanan dan keselamatan pusat data berkenaan.

4.1.2 Panduan mengenai dinding, tingkap, lantai dan siling pusat data adalah seperti berikut:

- a. Pastikan dinding pusat data dibina kukuh dengan konkrit daripada aras lantai ke paras siling serta kalis api sekurang-kurangnya satu jam.
- b. Dinding pusat data TIDAK DIBENARKAN mempunyai tingkap atau pintu yang membuka ke luar bangunan (*opens out to the exterior of the building*).
- c. Jika pintu atau tingkap luaran tersebut perlu ada atas sebab-sebab keselamatan atau keperluan perundangan, maka, ia hendaklah ditutup dengan *dry wall board* serta sebarang hiasan seperti bidai supaya memperoleh *look and feel* yang sama dengan keseluruhan bangunan.
- d. Dinding dalaman pusat data hendaklah sentiasa bebas habuk untuk mengelak gangguan statik ke atas peralatan ICT.
- e. Kekuatan Bebanan Lantai (*Floor Loading*) dan Beban Gantungan (*Hanging Load*) perlu diambil kira dengan merujuk kepada Jurutera Struktur (*Structural Engineer*).
- f. Lantai dan dinding konkrit perlu dicat untuk mendapatkan permukaan yang bebas dari habuk.

- g. *Subfloor* hendaklah dilapisi dengan bahan-bahan bercirikan seperti berikut:
- Static dissipative.*
 - Nonconductive porous surface.*
 - Insulation foam* yang mengandungi lapisan timah.
- h. Jika menggunakan *raised floor*, ketinggian minimum ialah 18 inci (1.5 kaki/450mm) hingga 24 inci (2.0 kaki/600mm) bagi membolehkan aliran udara yang mencukupi sekiranya menggunakan sistem penyejukan jenis *downflow room cooling*.
- i. Spesifikasi minimum bagi *raised floor* adalah:
- Bahan – *cement plaster sandwiched between steel top sheet and bottom steel pan.*
 - Saiz jubin – 600mm x 600mm (24 inci x 24 inci) berserta *pedestal* dan *stringers*.
 - Ketahanan berat muatan untuk setiap jubin – 900 kg.
- j. Ketinggian minimum daripada aras *raised floor* ke siling ialah 10.5 kaki atau 3.2 meter. Cadangan ketinggian ruang pusat data ialah di **Rajah 4.1**.



Rajah 4.1: Cadangan Ketinggian Ruang Pusat Data

4.2 Jubin Lantai (*Floor Tiles*)

4.2.1 Bagi pusat data yang menggunakan *Raised Floor System*, terdapat 3 jenis jubin lantai yang boleh digunakan iaitu *blanks*, *perforated* dan *notched*.

- a. ***Blank tiles*** ialah jubin yang paling banyak digunakan di pusat data. Jubin ini tidak mempunyai sebarang bukaan (*perforated holes*) dan boleh menampung berat muatan. Jubin jenis ini biasanya dipasang di semua kawasan laluan, di kawasan pemasangan rak dan peralatan dan di kawasan lerengan.
- b. ***Perforated atau vented tiles*** ialah jubin yang mengandungi lubang-lubang kecil yang membolehkan pengaliran udara keluar melaluinya. Jubin jenis ini biasanya dipasang di hadapan rak *server* atau di mana-mana kawasan pusat data yang memerlukan angin sejuk.
- c. ***Notched atau cut tiles*** hampir sama dengan *blank tiles* melainkan terdapat bukaan tertentu untuk memudahkan laluan kabel data, kabel elektrik dan sebagainya.

4.2.2 **Penarik jubin lantai** - Penarik jubin lantai (*tile pullers*, seperti **Rajah 4.2**) hendaklah di sedia dan dipasang pada dinding pusat data dengan menggunakan pemegang (*placards*) pada aras ketinggian yang mudah untuk dicapai.



Rajah 4.2 : Tile Puller

4.3 Lerengan (*Ramp*) & Lif

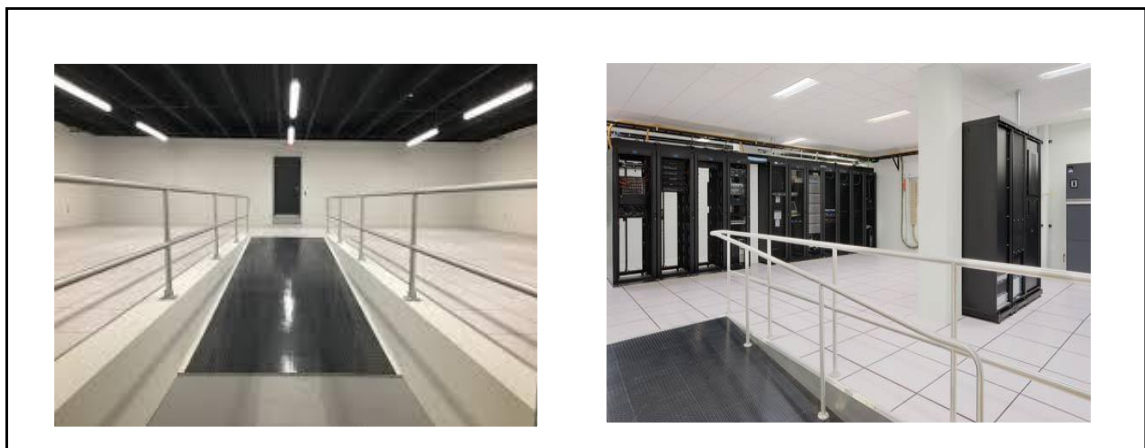
4.3.1 Lerengan atau *ramp* & lif merupakan prasarana yang penting bagi memindahkan peralatan-peralatan dari dan ke pusat data.

4.3.2 Sekiranya pusat data dipasang dengan *raised floor*, maka lerengan (*ramp*) hendaklah dibina dengan menggunakan nisbah 1:10 menaik (1 inci ketinggian bagi setiap 10 inci panjang). Walau bagaimanapun, nisbah ukuran ini boleh disesuaikan bergantung kepada saiz ukuran sesebuah pusat data dan ketinggian *raised floor* yang hendak dibangunkan (Rujuk PBT).

4.3.3 Alas *ramp* dengan bahan tahan licin untuk tujuan keselamatan dan memudahkan pengangkutan peralatan ke pusat data. Lerengan hendaklah mampu menampung berat muatan (*weight loading*) yang sama dengan *raised floor*.

4.3.4 Pasang pemegang (*hand rail*) di sepanjang lerengan untuk tujuan keselamatan.

4.3.5 Gambaran *Ramp & Hand Rail* adalah seperti di **Rajah 4.3**.



Rajah 4.3 : Ramp & Hand Rail

4.4 Laluan (*Walkway*)

Laluan yang menghubungkan pusat data dengan ruang-ruang atau bilik-bilik lain seperti ruang penyimpanan dan kawasan luar bangunan tidak boleh mempunyai sebarang halangan. Semua pintu keluar masuk, pintu lif, koridor, dan semua bukaan sepanjang laluan ini hendaklah mempunyai ukuran sekurang-kurangnya 2.4 meter (8 kaki) tinggi dan 1.2 meter (4 kaki) lebar.

4.5 *Loading Bay*

Kemudahan *loading bay* yang berdekatan dengan pusat data boleh memudahkan proses penghantaran peralatan ke dalam pusat data.

BAB 5: SISTEM BEKALAN TENAGA

5.1 Sistem Bekalan Tenaga

5.1.1 Sistem bekalan kuasa elektrik di pusat data hendaklah dirancang dengan betul untuk memastikan bekalan kuasa selamat dan stabil secara berterusan 24x7. Semua kerja pemasangan elektrik hendaklah dilaksanakan oleh orang kompeten yang diperakukan dan disahkan oleh Jurutera Profesional dengan Perakuan Amalan oleh Lembaga Jurutera Malaysia.

5.1.2 Pusat data hendaklah disediakan dengan sistem bekalan tenaga yang mempunyai tahap kebolehpercayaan tinggi untuk memberi bekalan kuasa elektrik yang berterusan secara 24x7 kepada peralatan-peralatan ICT dan berupaya melindunginya daripada masalah renjatan, terputusnya bekalan elektrik dan sebagainya. Sistem pengagihan bekalan tenaga yang direka bentuk dengan mematuhi standard dan garis panduan amalan terbaik mampu menjamin ketersediaan sesebuah pusat data.

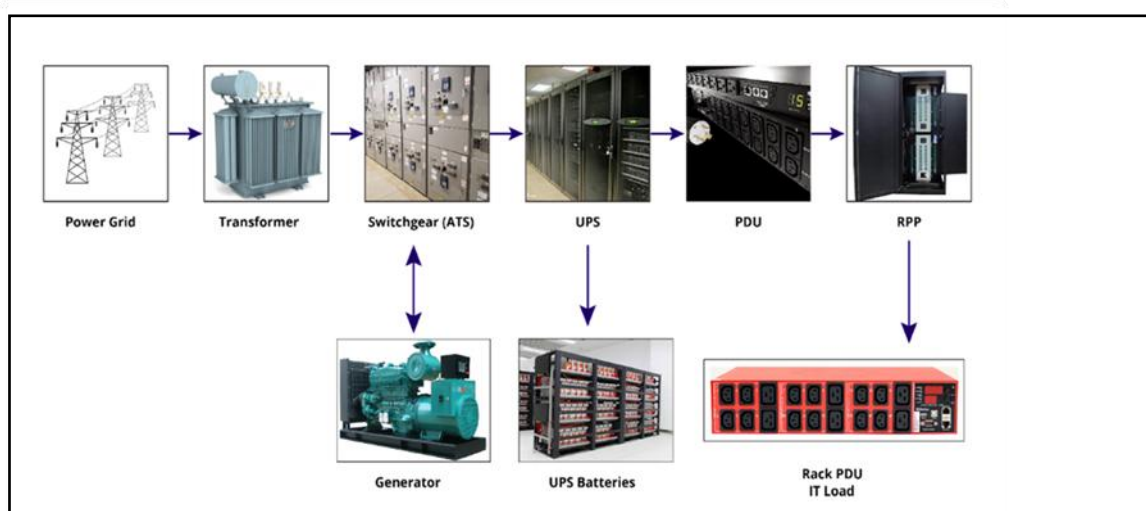
5.1.3 Perancangan rapi daripada segi kapasiti adalah penting untuk memastikan bekalan elektrik mencukupi bagi peralatan-peralatan ICT sedia ada yang ditempatkan di pusat data serta peralatan-peralatan ICT yang ditambah pada masa akan datang.

5.1.4 Bagi mengelak berlakunya bencana akibat kegagalan bekalan elektrik, perkara-perkara berikut hendaklah diberi keutamaan dalam mereka bentuk sistem elektrik pusat data:

- a. Sediakan kapasiti bekalan kuasa elektrik yang menepati keperluan keseluruhan peralatan elektrik di dalam pusat data.
- b. Sediakan sistem UPS dan bekalan kuasa elektrik tunggu sedia (*generator set*) dengan kapasiti yang mencukupi.

- c. Mengambil kira faktor *redundancy* bagi semua infrastruktur elektrik yang kritikal. Sebaik-baiknya sediakan infrastruktur penyaluran bekalan kuasa elektrik bagi pusat data yang berasingan daripada yang digunakan untuk bangunan.
- d. Koordinasi litar pemutus (*breaker coordination*) dalam reka bentuk sistem elektrik pusat data perlu diberi perhatian sewajarnya.
- e. Merujuk kepada MS IEC 60364 *part 1* klausa 311, agensi perlu memastikan setiap litar elektrik yang hendak dipasang adalah mencukupi dan mematuhi spesifikasi supaya reka bentuk pemasangan yang berekonomi, berdaya harap dan pada had voltan susut yang dibenarkan.
- f. Agensi juga digalakkan membuat pemasangan meter elektrik yang berasingan khas untuk pusat data bagi memudahkan pengukuran penggunaan tenaga di pusat data.
- g. Merujuk kepada Jurutera Elektrik yang bertauliah bagi mendapatkan khidmat nasihat berhubung pengiraan keperluan sistem elektrik pusat data.

5.1.5 Sistem Pengagihan Bekalan Tenaga adalah seperti di **Rajah 5.1**.



Rajah 5.1 : Sistem Pengagihan Bekalan Tenaga

5.2 Saiz Keperluan Kapasiti Elektrik

5.2.1 Perkara penting yang perlu ditentukan di dalam menganggarkan saiz keperluan kapasiti sistem elektrik sesebuah pusat data adalah dengan mengira jumlah beban (*Power Consumption*) peralatan ICT (*IT Load*), sistem penyejukan dan sistem pencahayaan. Bagi mendapatkan pengiraan keperluan tenaga yang lebih tepat, agensi boleh merujuk kepada Jurutera Elektrik yang bertauliah.

5.2.2 Pengiraan kapasiti bekalan elektrik adalah seperti berikut:

- a. Jumlahkan keperluan tenaga elektrik bagi semua peralatan di dalam pusat data seperti *server*, perkakasan rangkaian, perkakasan storan, peralatan telekomunikasi, sistem keselamatan dan pemantauan.
- b. Anggarkan jumlah keperluan tenaga elektrik bagi peralatan ICT tambahan yang dijangka akan ditempatkan dalam pusat data mengikut keperluan agensi.
- c. Jumlahkan keperluan tenaga elektrik bagi sistem pencahayaan di dalam pusat data iaitu 2 *watts* bagi setiap kaki persegi atau 21.5 *watts* setiap meter persegi.
- d. Jumlahkan keperluan tenaga elektrik bagi sistem penyejukan. Kapasiti bekalan tenaga elektrik sistem penyejukan adalah sama dengan jumlah keseluruhan kapasiti tenaga peralatan elektrik di dalam pusat data.
- e. Contoh kaedah pengiraan kapasiti bekalan tenaga elektrik iaitu keperluan Sistem Penyejukan, UPS dan Sistem generator adalah seperti dalam **Lampiran A-2**.

5.2.3 Sistem bekalan kuasa di pusat data hendaklah mempunyai komponen utama seperti berikut:

- a. Bekalan Kuasa Masukan Utama.
- b. Sistem Jana Kuasa Tunggu Sedia.
- c. Sistem Papan Suis (*Essential Switchboard*).
- d. Sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS).
- e. Sistem *Rack Power Distribution Unit* (rPDU).
- f. *Rack Static Transfer Switch* (STS).
- g. Sistem Pembumian.
- h. Sistem Pencahayaan.

5.3 Bekalan Kuasa Masukan Utama

Bekalan kuasa masukan utama daripada pihak pembekal utiliti bagi pusat data kategori *Rated 3/Tier 3* dan ke atas hendaklah mempunyai 2 punca masukan dari pencawang yang berbeza. Sekiranya pusat data yang dibangunkan adalah kategori *Rated 2/Tier 2* dan ke bawah bekalan kuasa masukan utama dari satu punca adalah dibenarkan.

5.4 Sistem Jana Kuasa Tunggu Sedia

5.4.1 Pusat data hendaklah mempunyai kemudahan generator untuk menyalurkan bekalan elektrik yang mencukupi apabila bekalan elektrik utama terputus. Pastikan bekalan tenaga elektrik dari generator mampu menampung sekurang-kurangnya 30% lebih daripada kapasiti maksimum keperluan tenaga elektrik pusat data untuk disalurkan ke seluruh peralatan ICT serta infrastruktur sokongan pusat data.

5.4.2 Jana Kuasa Tunggu Sedia hendaklah ditempatkan di dalam bilik yang tertutup, terkawal dan mempunyai tahap keselamatan tinggi bagi mengelakkan kejadian sabotaj dan sebagainya.

5.4.3 Contoh Jana Kuasa Tunggu Sedia adalah di **Rajah 5.2**.



Rajah 5.2 : Contoh Jana Kuasa Tunggu Sedia

5.4.4 Sistem Jana Kuasa Tunggu Sedia (*generator set*) yang khas perlu disediakan tanpa berkongsi dengan fasiliti lain bagi pusat data kategori *Rated 3/Tier 3* dan ke atas. Sekiranya pusat data yang dibangunkan adalah kategori *Rated 2/Tier 2* dan ke bawah *generator set* yang berkongsi dengan fasiliti bangunan adalah dibenarkan.

5.4.5 Kapasiti Jana Kuasa Tunggu Sedia hendaklah mampu menampung kapasiti bekalan kuasa yang diperlukan oleh semua peralatan ICT dan peralatan sokongan di pusat data.

5.4.6 Penentuan saiz, keperluan ruang, spesifikasi dan pemasangan Jana Kuasa Tunggu Sedia hendaklah mematuhi keperluan teknikal yang ditetapkan oleh Jabatan Teknik seperti Jabatan Kerja Raya (JKR).

5.4.7 Bilik Jana Kuasa Tunggu Sedia hendaklah berada di dalam bangunan yang sama dengan pusat data dan berada di aras bawah bagi mengelakkan gangguan gegaran. Bilik yang tertutup dapat meminimumkan pencemaran bunyi semasa ia beroperasi. Penyediaan dinding yang kedap bunyi adalah digalakkan.

5.4.8 Sistem pengalihan udara dan penyaluran asap hendaklah disediakan bagi pengeluaran udara panas/haba dan asap dari Jana Kuasa Tunggu Sedia.

5.4.9 *Floor rubber mat* perlu dipasang di lantai bilik UPS dan bilik generator untuk mengelakkan dari berlakunya discaj elektrostatik.

5.4.10 Spesifikasi terperinci ruang atau bilik Jana Kuasa Tunggu Sedia perlu merujuk kepada PBT iaitu Jabatan Kerja Raya.

5.5 Sistem Papan Suis (*Essential Switchboard*)

5.5.1 Bekalan kuasa ke papan suis khas di pusat data hendaklah diambil daripada bekalan kuasa *essential* dan mempunyai 2 masukan iaitu dari *Essential Main Switchboard* (EMSB) yang berbeza. Ia bertujuan sebagai *redundancy* atau *back up* apabila salah satu EMSB terputus bekalan ataupun apabila komponen EMSB hendak senggara. Maka, bekalan kuasa ke perkakasan ICT yang kritikal di dalam pusat data sentiasa terjamin dan tidak mengalami gangguan bekalan kuasa. Bagi tujuan tersebut *Automatic Transfer Switch Equipment* (ATSE) perlu disediakan supaya pemindahan bekalan kuasa berlaku secara automatik dari EMSB pertama ke EMSB kedua.

5.5.2 Papan suis di pusat data perlu direka bentuk supaya mempunyai sambungan keluar berasingan (*outgoing*) ke UPS, *external maintenance bypass* dan *essential switchboard mechanical*.

5.5.3 *External Maintenance Bypass* (EMB) perlu disediakan untuk tujuan penyelenggaraan UPS dan *Isolation Transformer*. Perkakasan tersebut boleh di selenggara mengikut jadual yang ditetapkan tanpa menjejaskan dan menyebabkan gangguan bekalan kuasa ke perkakasan ICT di pusat data. Pemutus litar pada EMB hendaklah dilengkapi dengan *auxiliary contact* dan mekanisma kekunci jenis *direct rotary handle come with padlocking facilities*.

5.6 Sistem *Uninterruptible Power Supply* (UPS)

5.6.1 UPS merupakan sistem bekalan tenaga tunggu sedia (*standby power*) yang dapat membekalkan tenaga elektrik semasa bekalan tenaga elektrik utama terputus. Ini bagi memastikan bekalan tenaga elektrik di pusat data mempunyai

tahap kesediaan yang berterusan (24x7) untuk menjamin kesinambungan perkhidmatan. Jika bekalan tenaga elektrik utama terputus, pastikan sistem UPS berkeupayaan menampung bekalan tenaga elektrik semua peralatan ICT pusat data untuk sekurang-kurangnya 30 minit sementara bekalan tenaga elektrik disambung ke Sistem Jana Kuasa Tunggu Sedia (*Generator Set*).

5.6.2 Sistem elektrik pusat data hendaklah di konfigurasi bagi membolehkan sistem UPS dan Sistem Generator berfungsi sekiranya bekalan elektrik utama terputus. Contoh *Uninterruptible Power Supply* (UPS) adalah di **Rajah 5.3**.



Rajah 5.3 : Contoh Uninterruptible Power Supply (UPS)

5.6.3 Kapasiti UPS perlu ditentukan berdasarkan pengiraan beban elektrik (*power consumption*) peralatan ICT di setiap rak dalam pusat data sebagai contoh *Core Switch, Firewall, Storage, Server* dan lain-lain. Contoh pengiraan kapasiti UPS boleh dirujuk di **Lampiran A-2**. Keperluan spesifikasi minima UPS adalah seperti berikut:

- a. Jenis *Online Eco-Conversion* dan dilengkapi dengan *Static Bypass Switch*.
- b. Power modul jenis modular *hot-swappable* dengan konfigurasi N+1.
- c. Output UPS adalah daripada jenis 3 wayar.

- d. Bateri jenis *Lithium Ion* atau setara dengan minima *back up time* 30 minit pada beban penuh (*full load*). Bateri mestilah jenis *modular rack-based type* dengan konfigurasi *hot-swappable*.
- e. Dilengkapi dengan *battery monitoring system*.
- f. Mempunyai *ethernet port* dan *shutdown software* yang boleh berkomunikasi dan mengarahkan *operating system* (OS) setiap perkakasan ICT atau server memulakan proses *auto-shutdown* apabila kapasiti bateri UPS mencapai *critical threshold level*.
- g. UPS perlu dibekalkan bersama *Double Wound Shielded Isolation Transformer* (DWSIT) dengan kapasiti bersesuaian. Keperluan minima DWSIT adalah kapasiti voltan 400V : 400V dan jenis sambungan secara *delta-zigzag* atau *delta-star* mengikut keperluan teknikal yang berkaitan.
- h. Output dari UPS hendaklah disambungkan ke 2 papan agihan *rack power distribution unit* (rPDU) pusat data yang dipanggil sebagai DB "rPDU A" dan DB "rPDU B". Ia bertujuan sebagai *redundancy* untuk memastikan bekalan kuasa ke *equipment rack* tidak terputus atau terganggu sekiranya kerja-kerja penyelenggaraan dijalankan pada salah satu rPDU. Selain itu, jika berlaku kebocoran arus, litar pintas dikesan atau kerosakan pada komponen, rPDU yang kedua akan bertindak sebagai *back up* dan tidak akan menjejaskan bekalan kuasa ke peralatan ICT.
- i. Output dari UPS seterusnya hendaklah disambungkan ke papan agihan khas untuk fasiliti sokongan keselamatan dan pemantauan pusat data seperti *fire suppression system*, *early smoke detection system*, *water leak detection system*, *data centre management system* dan lain-lain.

5.7 Sistem Rack Power Distribution Unit (rPDU)

5.7.1 Rak PDU ialah peranti yang digunakan untuk mengagihkan kuasa elektrik kepada peralatan yang dipasang di dalam rak pelayan (server rack). Ia berfungsi sebagai titik tengah antara sumber kuasa utama dan peralatan IT di dalam rak.

5.7.2 Setiap rak di pusat data hendaklah dilengkapi dengan 2 rPDU. Sambungan rPDU pertama ke papan agihan yang dipanggil sebagai *Distribution Board* (DB) "rPDU A" dan sambungan rPDU kedua ke papan agihan DB "rPDU B". Contoh Rack PDU (rPDU) adalah di **Rajah 5.4**.



Rajah 5.4: Contoh Rack PDU (rPDU)

5.7.3 Keperluan pemilihan spesifikasi bagi Rak PDU adalah berdasarkan kepada ciri-ciri berikut:

- a. **Jenis dan Bilangan Alur Keluar** - Pastikan Rak PDU mempunyai jenis alur keluar (seperti IEC C13/C19) dan bilangan alur keluar yang mencukupi untuk menampung semua peralatan ICT di dalam rak.
- b. **Kapasiti Kuasa** - Pilih Rak PDU yang mempunyai kapasiti kuasa yang mencukupi untuk menyokong semua peralatan yang akan disambungkan. Pertimbangkan jumlah kuasa (dalam watt atau ampere) yang diperlukan oleh setiap peralatan ICT.

- c. **Ciri-Ciri Pemantauan dan Pengurusan Kuasa** - Pertimbangkan untuk memilih *Rack PDU* yang mempunyai ciri-ciri pemantauan dan pengurusan kuasa yang lebih terperinci.
- d. **Perlindungan Litar** - Pastikan Rak PDU mempunyai perlindungan litar yang mencukupi untuk melindungi peralatan ICT daripada kerosakan elektrik.
- e. **Saiz dan Pemasangan** - Pilih Rak PDU yang sesuai dengan saiz rak *server*.
- f. **Kos** - Pertimbangkan kos Rak PDU berbanding dengan ciri-ciri yang ditawarkan.

5.8 *Rack Static Transfer Switch (STS)*

5.8.1 *Rack STS (Static Transfer Switch)* ialah perkakasan yang digunakan dalam pusat data untuk menyediakan sumber kuasa sandaran kepada peralatan ICT yang hanya mempunyai satu (1) kabel kuasa (*single power cord*). Ia berfungsi untuk memindahkan beban kuasa daripada sumber utama kepada sumber sandaran secara automatik dan lancar sekiranya sumber utama mengalami kegagalan. Contoh *Rack STS* adalah di **Rajah 5.5**.



Rajah 5.5: Contoh Rack STS

5.8.2 Fungsi utama *Rack STS* adalah seperti berikut:

- a. **Pemindahan Kuasa Automatik** - Fungsi utama *Rack STS* adalah untuk memantau sumber kuasa utama dan sumber sandaran. Sekiranya sumber utama gagal, *Rack STS* akan secara automatik dan cepat memindahkan beban kuasa kepada sumber sandaran tanpa gangguan yang signifikan kepada peralatan IT.
- b. **Perlindungan Peralatan** - *Rack STS* membantu melindungi peralatan IT daripada gangguan kuasa yang boleh menyebabkan kerosakan atau kehilangan data. Dengan menyediakan sumber kuasa sandaran yang boleh diandalkan, *Rack STS* memastikan peralatan IT terus beroperasi walaupun terdapat masalah dengan sumber kuasa utama.
- c. **Kebolehpercayaan Sistem** - Dengan adanya Rak STS, kebolehpercayaan keseluruhan sistem IT dapat ditingkatkan. Ini kerana sistem IT tidak lagi bergantung sepenuhnya kepada satu (1) sumber kuasa tunggal. Sekiranya sumber utama gagal, sumber sandaran akan mengambil alih, memastikan operasi sistem berterusan.

5.9 Sistem Pencahayaan

5.9.1 Penerapan sistem pencahayaan yang baik tidak hanya meningkatkan keselesaan dan aspek keselamatan secara tidak langsung tetapi juga menyumbang kepada efisiensi pengoperasian pusat data dan pengurangan kos penggunaan tenaga secara keseluruhan. Berikut adalah keperluan minimum berdasarkan lokasi dalam pusat data seperti di **Jadual 5.1**.

Jadual 5.1: Keperluan minimum pencahayaan

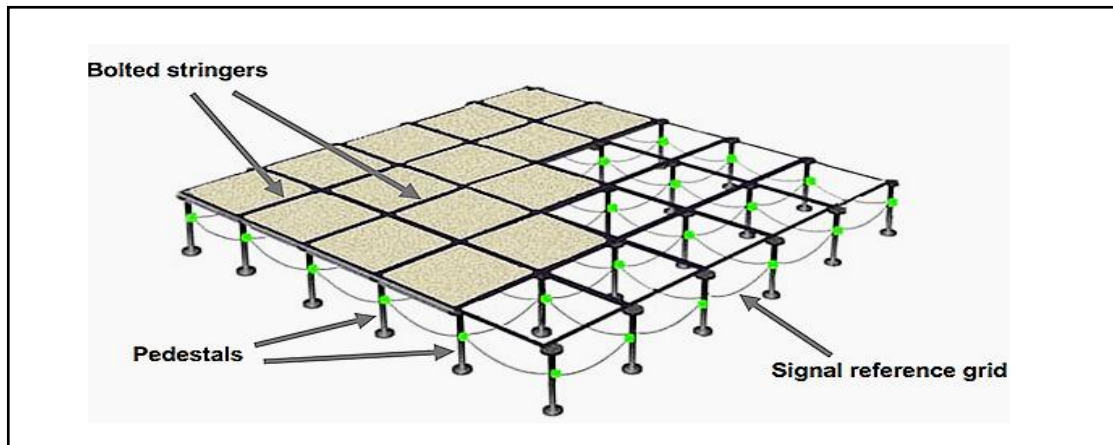
LOKASI	KEPERLUAN MINIMUM	CATATAN
Rak Pelayan (Server Racks & Equipment Area)	500 LUX	Dipasang di siling, sejajar dengan rak untuk mengelakkan bayang-bayang.

LOKASI	KEPERLUAN MINIMUM	CATATAN
Laluan Akses & Koridor	LED (<i>Motion Sensor</i>)	Dipasang di sepanjang laluan, sekurang-kurangnya 2.5 - 3 meter dari lantai.
Bilik Kawalan (NOC - <i>Network Operations Center</i>)	500 LUX	Dipasang di siling, dengan pencahayaan tambahan di setiap ruang kerja.
Bilik Generator & UPS	200 – 300 LUX	Dipasang di atas laluan kerja utama, berdekatan panel kawalan.
Bilik Penyejukan (CRAC/CRAH & HVAC)	<i>Moisture - Resistant Lighting</i>	Dipasang di atas unit HVAC dan laluan servis (<i>service corridor</i>).
Ruang Kabel Bawah Lantai (<i>Raised Floor</i>)	Lampu mudah alih	Dipasang dalam akses panel atau menggunakan lampu mudah alih.
<i>Siling & Plenum Area</i>	Pencahayaan penyelenggaraan	Dipasang di <i>false plenum</i> , hanya untuk kegunaan semasa pemeriksaan dan penyelenggaraan.

5.10 Sistem Pbumian (*Earthing*)

5.10.1 Infrastruktur sistem elektrik di pusat data hendaklah berupaya melindungi *personel*, *server*, dan peralatan-peralatan ICT lain daripada cas elektrik yang berlebihan selain menyediakan bekalan kuasa elektrik yang mencukupi kepada peralatan-peralatan tersebut.

5.10.2 Selain keadaan infrastruktur elektrik yang berada dalam keadaan baik, tahap ketersediaan pusat data juga bergantung kepada kestabilan sistem pbumian yang diguna pakai. Contoh Sistem Pbumian *Raised Floor* adalah di **Rajah 5.6**.



Rajah 5.6: Contoh Sistem Pbumian *Raised Floor*

5.10.3 Tujuan pbumian adalah bagi mengalirkan arus bocor (*leakage current*) dan arus berlebihan (*over current*) ke bumi. kilat, arus tak stabil (*fault current*), dan *electrostatic discharge* (ESD) adalah antara punca-punca yang boleh menyebabkan terhasilnya arus bocor.

5.10.4 Sistem pbumian (*earthing system*) untuk sistem telekomunikasi dan elektrik di pusat data hendaklah disediakan secara berasingan seperti berikut:

- a. Sistem pbumian elektrik – khas untuk sambungan ke pemasangan elektrik seperti papan agihan, UPS, *isolation transformer* dan *switchboard*.
- b. Sistem pbumian telekomunikasi – khas untuk sambungan ke komponen ICT seperti *equipment rack*, *trunking*, *signal reference grid* (SRG) dan lain-lain.

5.10.5 Kedua-dua sistem pbumian di atas mestilah mempunyai terminal pbumian (*earthing terminal*) jenis *tinned copper* dengan spesifikasi ketebalan 25 mm x 6 mm dan panjang 300mm. Setiap terminal pbumian tersebut mestilah disambungkan ke *main earthing bar* (MEB) elektrik menggunakan 25 mm x 3 mm *copper tape*.

5.10.6 Spesifikasi pemasangan kedua-dua sistem pbumian di pusat data ini hendaklah dirujuk kepada dokumen yang disediakan oleh jabatan teknik seperti JKR.

BAB 6: SISTEM PENGKABELAN RANGKAIAN

6.1 Sistem Pengkabelan Rangkaian

6.1.1 Keseluruhan sistem rangkaian pada kebiasaannya dibina semasa pembangunan awal pusat data. Oleh itu, kabel yang dipasang hendaklah daripada jenis yang berkapasiti tertinggi yang terdapat dalam pasaran semasa. Ini bertujuan untuk mengurangkan keperluan menukar sistem pengkabelan selepas ia siap dipasang.

6.1.2 Rancang dengan teliti akan laluan kabel (*cable run*) yang hendak dipasang. Penggunaan kabel yang lebih pendek lebih menjimatkan dan prestasi transmisi data pula adalah lebih tinggi berbanding dengan penggunaan kabel yang lebih panjang dari yang diperlukan.

6.1.3 Sistem pengkabelan di pusat data hendaklah direka bentuk supaya kabel elektrik dipasang di dalam *tray* yang berasingan daripada *tray* yang mengandungi kabel data. Pastikan jarak minimum 36 inci atau 90cm bagi kabel jenis UTP (*Unshielded Twisted Pair*) dengan kabel elektrik voltan tinggi (120V – 400V). Spesifikasi terperinci bagi pengkabelan rangkaian ICT boleh merujuk kepada Dokumen JKR : *Specification For ICT Networking System*.

6.1.4 Fiber optik berkeupayaan untuk berfungsi pada jarak yang lebih jauh daripada kabel *copper* iaitu sehingga 80 kilometer atau lebih, bergantung kepada konfigurasi. Selain daripada keupayaan jarak yang lebih jauh, kabel fiber mempunyai beberapa kelebihan lain antaranya:

- a. Kabel fiber berupaya menghantar maklumat dengan kelajuan yang lebih tinggi.
- b. Kabel fiber tidak mudah diganggu oleh faktor EMI (*Electromagnetic Interference*) atau getaran.

- c. Secara fizikal, kabel fiber lebih halus dan ringan dan sesuai digunakan dalam ruang yang terhad atau sempit.
- d. Tahap kehilangan signal mengikut jarak adalah kurang berbanding dengan kabel kuprum.

6.1.5 Gunakan kabel fiber jenis *multimode* bagi penghantaran maklumat bagi jarak sederhana (contoh, dalam pusat data atau dalam bangunan). Kabel fiber jenis *singlemode* pula sesuai digunakan bagi jarak yang lebih jauh (contoh, dari bangunan ke bangunan lain).

6.2 Kaedah Pemasangan

6.2.1 Setiap kabel hendaklah disusun di dalam *tray* dengan teratur serta kemas dan diasingkan mengikut jenis-jenis kabel agar ia mudah untuk dikenal pasti dan di selenggara.

6.2.2 Setiap kabel yang dipasang hendaklah dilabelkan, sebaik-baiknya dengan kod-kod warna yang berlainan dan sistem nombor. Ini dapat memudahkan pengesanan kabel sekiranya kabel tersebut memerlukan penyelenggaraan.

6.2.3 Kabel hendaklah dipasang dan disusun pada kawasan *hot aisle*/belakang rak *server* dan kabel yang tidak digunakan hendaklah dikeluarkan bagi mengurangkan kesesakan.

6.3 Pengujian dan Verifikasi Sistem Pengkabelan

6.3.1 Setelah sistem pengkabelan siap dipasang, semua komponen hendaklah diuji untuk memastikan keseluruhan sistem berfungsi pada tahap prestasi yang dikehendaki.

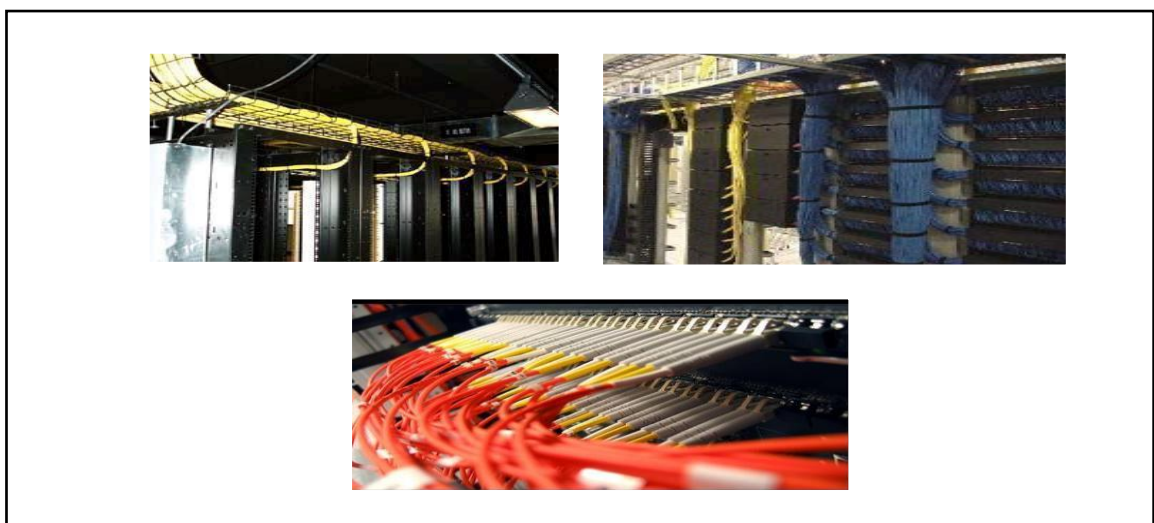
6.3.2 Setiap pemasangan kabel hendaklah didokumenkan dalam bentuk lukisan terbina terpasang (*as-built drawing*) termasuklah prosedur pengujian dan peralatan yang digunakan.

6.4 Pengurusan Kabel

6.4.1 Sentiasa amalkan amalan pengurusan kabel yang baik seperti berikut:

- a. Pastikan pengkabelan yang dipasang mencukupi dan *scalable* untuk menampung keperluan semua server di dalam pusat data sedia ada serta pertambahan yang dijangka bagi 5 tahun akan datang.
- b. Kabel elektrik dan kabel data boleh dipasang di ruang atas rak *server* atau di bawah *raised floor* bergantung kepada kesesuaiannya.
- c. Rak *server* hendaklah dilengkapi dengan pengurusan kabel yang tersusun rapi.
- d. Kaedah pelabelan kabel rangkaian boleh merujuk kepada standard TIA-606-C : *Cable Labelling Standard*.
- e. Setiap kemasan kabel hendaklah menggunakan *Velcro* dan TIDAK menggunakan *Cable-Tie*.

6.4.2 Contoh *Cable Management* adalah di **Rajah 6.1**.



Rajah 6.1 : Contoh *Cable Management*

BAB 7: SISTEM PENYEJUKAN

7.1 Sistem Penyejukan

7.1.1 Sistem penyejukan atau HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*) merupakan sistem yang berfungsi untuk mengawal tahap suhu dan kelembapan di dalam pusat data. Haba yang dihasilkan oleh peralatan ICT seperti *server* dan peralatan rangkaian (*networking device*) perlu disejukkan dengan segera bagi memastikan peralatan-peralatan tersebut berfungsi dengan baik dan lancar.

7.1.2 Pusat data hendaklah mematuhi piawaian ASHRAE bagi kawalan suhu dan humiditi relatif memastikan pusat data beroperasi pada tahap optimum tanpa memberikan impak kerosakan jangka panjang pada peralatan ICT. ASHRAE ialah singkatan bagi *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. Ia merupakan sebuah pertubuhan teknikal antarabangsa yang memberi tumpuan pada sistem bangunan, kecekapan tenaga, kualiti udara dalaman, penyejukan dan pendinginan. ASHRAE menetapkan piawaian dan garis panduan yang digunakan di seluruh dunia dalam industri HVAC (Pemanasan, Pengudaraan dan Penyaman Udara).

7.1.3 Piawaian ASHRAE dan Pusat Data

Dalam konteks pusat data, ASHRAE telah menerbitkan beberapa piawaian dan garis panduan yang berkaitan dengan suhu dan kelembapan. Piawaian ini bertujuan untuk memastikan operasi pusat data yang boleh dipercayai dan efisien. Antara piawaian dan garis panduan utama ASHRAE yang berkaitan dengan pusat data ialah:

- a. ASHRAE 90.1 - Piawaian ini menetapkan keperluan minimum untuk reka bentuk bangunan yang cekap tenaga, termasuk pusat data. Ia merangkumi aspek-aspek seperti penebat, pencahayaan dan sistem HVAC.
- b. ASHRAE TC 9.9 - Jawatankuasa Teknikal 9.9 ASHRAE memberi tumpuan pada persekitaran terma bagi peralatan pemprosesan data. Ia menerbitkan

garis panduan dan kertas putih yang memberikan cadangan tentang suhu dan kelembapan yang sesuai untuk pusat data.

7.1.4 Mengapa Suhu Pusat Data Perlu Mematuhi ASHRAE?

Pematuhan kepada piawaian dan garis panduan ASHRAE adalah penting bagi:

- a. Kebolehpercayaan Peralatan - Peralatan IT seperti pelayan dan storan sangat sensitif terhadap suhu dan kelembapan. Suhu yang terlalu tinggi boleh menyebabkan kerosakan dan kegagalan peralatan, yang boleh mengakibatkan kehilangan data dan gangguan perkhidmatan.
- b. Kecekapan Tenaga - ASHRAE menggalakkan penggunaan tenaga yang efisien dalam pusat data. Dengan mematuhi piawaiannya, pusat data dapat mengurangkan penggunaan tenaga untuk penyejukan, yang seterusnya dapat mengurangkan kos operasi dan impak alam sekitar.
- c. Kualiti Udara - Piawaian ASHRAE juga merangkumi aspek-aspek kualiti udara dalaman. Ini penting untuk memastikan persekitaran kerja yang sihat dan selesa bagi kakitangan pusat data.
- d. Amalan Terbaik Industri - ASHRAE diiktiraf sebagai peneraju dalam industri HVAC. Mematuhi piawaian dan garis panduannya menunjukkan bahawa pusat data beroperasi mengikut amalan terbaik industri.

7.1.5 Cadangan Suhu ASHRAE untuk Pusat Data

ASHRAE telah mengklasifikasikan persekitaran terma yang disyorkan untuk peralatan ICT kepada 4 kelas: A1, A2, A3 dan A4. Setiap kelas mempunyai julat suhu dan kelembapan yang berbeza. Secara umum, ASHRAE mengesyorkan julat suhu antara 18°C hingga 27°C dan julat kelembapan relatif antara 40% hingga 60% untuk kebanyakan pusat data. Sehubungan itu, sistem penyejukan yang dipasang di pusat data hendaklah memenuhi 3 peranan penting iaitu:

- a. Memastikan suhu sentiasa mematuhi piawaian ASHRAE.
- b. Memastikan suhu sentiasa konsisten.
- c. Menghalang berlakunya *hot spots*.

7.1.6 Amalan-amalan terbaik bagi mewujudkan pusat data hijau daripada aspek penyejukan hendaklah dilaksanakan. Ini termasuklah pemilihan sistem penyejukan yang *energy efficient* dan susun atur *server* mengikut konsep “*hot aisle/cold aisle*”.

7.2 Pemilihan Jenis Sistem Penyejukan

7.2.1 Bagi memastikan suhu pusat data sentiasa mematuhi piawaian, konsisten, dan tanpa *hotspot*, pemilihan sistem penyejukan yang bersesuaian dengan kepadatan (*density*) peralatan di dalam pusat data perlu dititik beratkan.

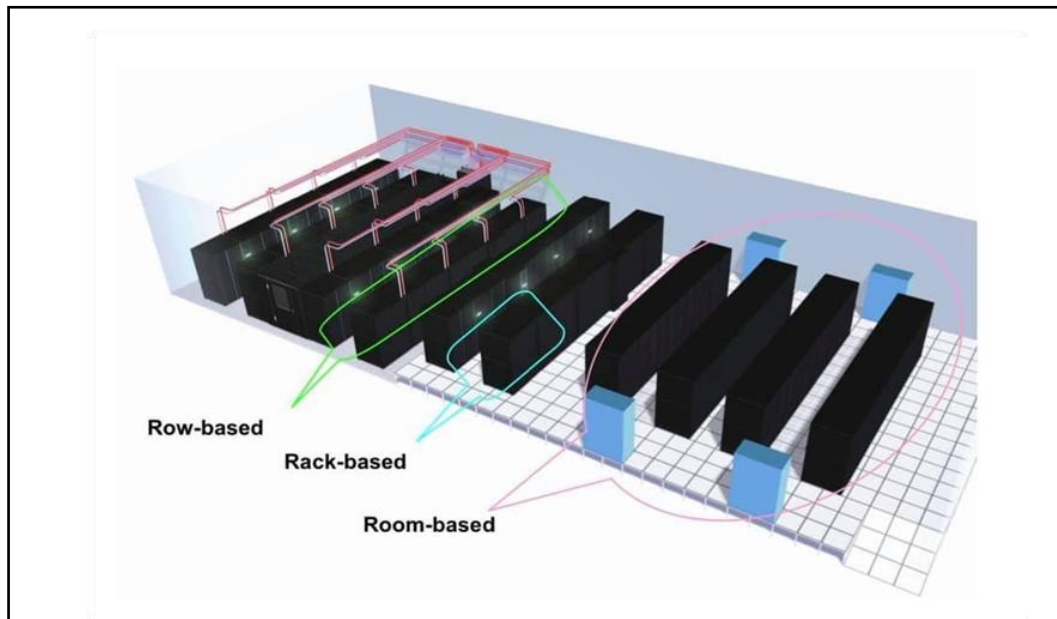
7.2.2 Terdapat 2 jenis teknologi sistem penyejukan pusat data iaitu penyejukan udara (*air cooling system*) dan penyejukan cecair (*liquid cooling system*).

- a. *Air Cooling System : Direct Expansion & Chilled Water Cooling.*
- b. *Liquid Cooling System : Direct-to-chip, Indirect Liquid & Submerged Liquid Cooling.*

7.2.3 Kaedah penyejukan yang ada di dalam industri adalah seperti *Room/Perimeter Based Cooling*, *In-Row Based Cooling* dan *In-Rack Based Cooling*. Pemilihan jenis sistem penyejukan pusat data bergantung kepada pelbagai aspek antaranya seperti berikut:

- a. Kepadatan rak (*rack density*)
 - i. *Room Based Cooling - Low Density (<5kW)*
 - ii. *Row Based Cooling - Medium Density (6-8kW)*
 - iii. *Rack Based Cooling - High/Ultra Density (>9kW)*

Perbandingan Kaedah Penyejukan Pusat Data adalah seperti di **Rajah 7.1**.



Rajah 7.1 : Perbandingan Kaedah Penyejukan Pusat Data

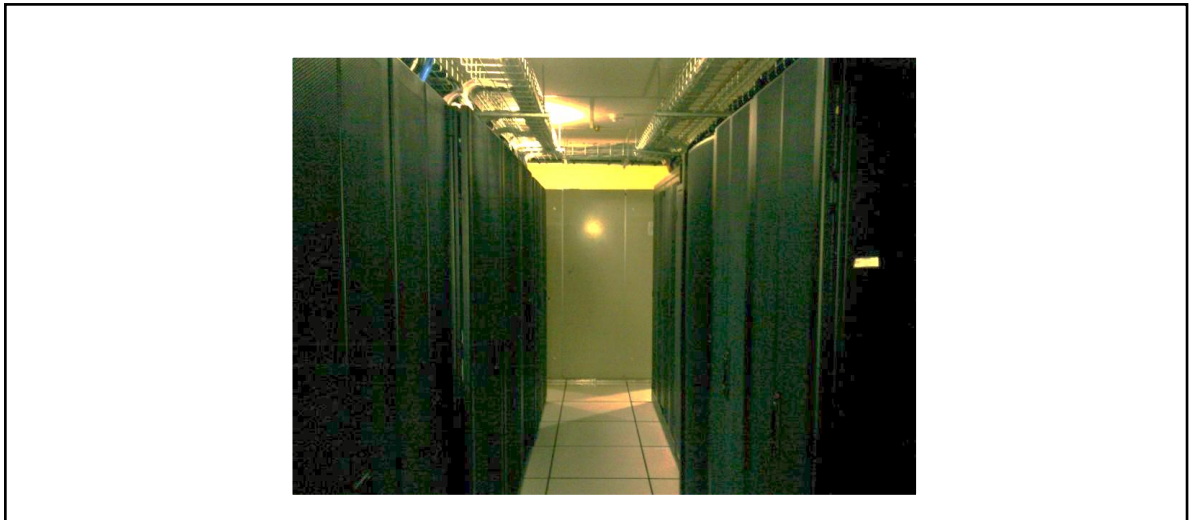
- b. Reka bentuk dan keluasan ruang.
- c. Penilaian risiko.
- d. Pengoperasian.

7.2.4 Menggunakan sistem penyejukan jenis *comfort air conditioning* ialah TIDAK DIGALAKKAN kerana ia tidak mempunyai keupayaan untuk mengekalkan tahap suhu dan kelembapan yang optimum bagi pusat data. Gunakan sistem penyejukan daripada jenis *Precision Air Conditioner* (PAC) bagi pusat data.

7.3 Kedudukan *Air Handler*

7.3.1 Sekiranya menggunakan PAC jenis *stand-alone*, peralatan *air handler* hendaklah diletakkan setentang dengan lorong panas atau *hot aisle* dan bukannya selari dengan baris server. Ini adalah bagi memastikan haba panas yang dihasilkan oleh peralatan ICT dapat disedut semula oleh PAC dengan lebih cekap dan berkesan dan mengelakkannya daripada bercampur dengan udara sejuk.

7.3.2 Kedudukan *Air Handler* Pusat Data adalah seperti di **Rajah 7.2**.

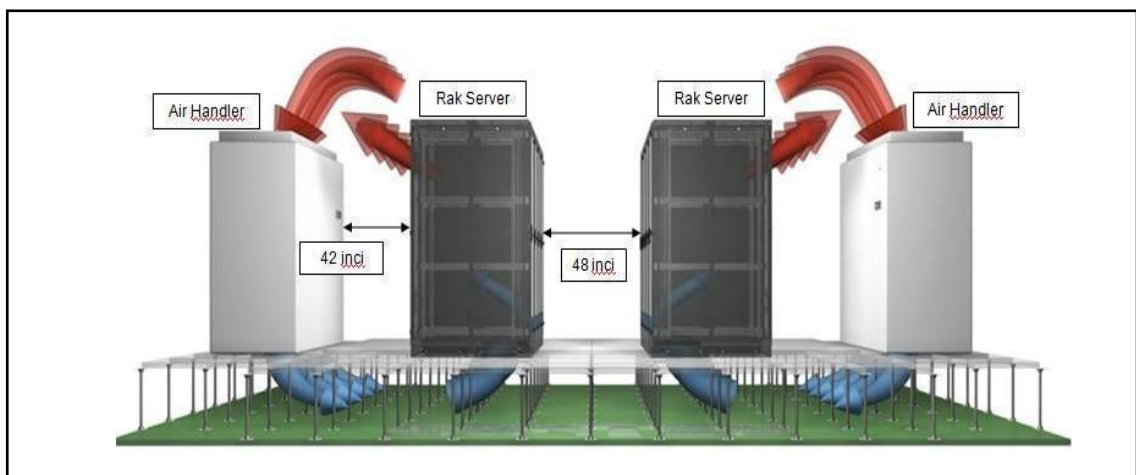


Rajah 7.2 : Kedudukan *Air Handler* Pusat Data

7.4 Jarak antara *Air Handler* dan Rak Server

7.4.1 *Perforated tiles* hendaklah dipasang sekurang-kurangnya 36 hingga 42 inci (91cm – 107cm) dari PAC untuk memastikan udara sejuk dapat keluar dari *tiles* berkenaan. Jika *tiles* berkenaan diletakkan terlalu dekat dengan PAC, udara sejuk berkemungkinan besar tidak dapat keluar dari *perforated tiles* tersebut.

7.4.2 Kedudukan Pemasangan *Perforated Tiles* adalah seperti di **Rajah 7.3**.



Rajah 7.3 : Kedudukan Pemasangan *Perforated Tiles*

7.5 Jarak Antara Rak *Server* dan Penggunaan Ruang Dalam Rak

7.5.1 Pastikan terdapat ruang sekurang-kurangnya 4 kaki di antara setiap baris *server* supaya dapat memberikan ruang yang mencukupi kepada pengaliran udara. Peralatan di dalam rak juga tidak digalakkan untuk dipasang terlalu padat supaya udara panas yang dihasilkan oleh peralatan-peralatan tersebut dapat disejukkan dengan lebih pantas.

7.6 Pengagihan Udara Sejuk dan Tekanan Udara

7.6.1 Tekanan udara dalam pusat data yang digelar *static pressure* hendaklah sentiasa dijaga supaya udara sejuk dapat mengalir dengan baik sepanjang masa. Untuk memperoleh tekanan udara yang optimum, sebarang pembukaan (*openings*) sama ada pada dinding, *raised floor*, siling atau pintu hendaklah ditutup (*sealed*) dengan rapi. *Cable Opening* adalah seperti di **Rajah 7.4**.



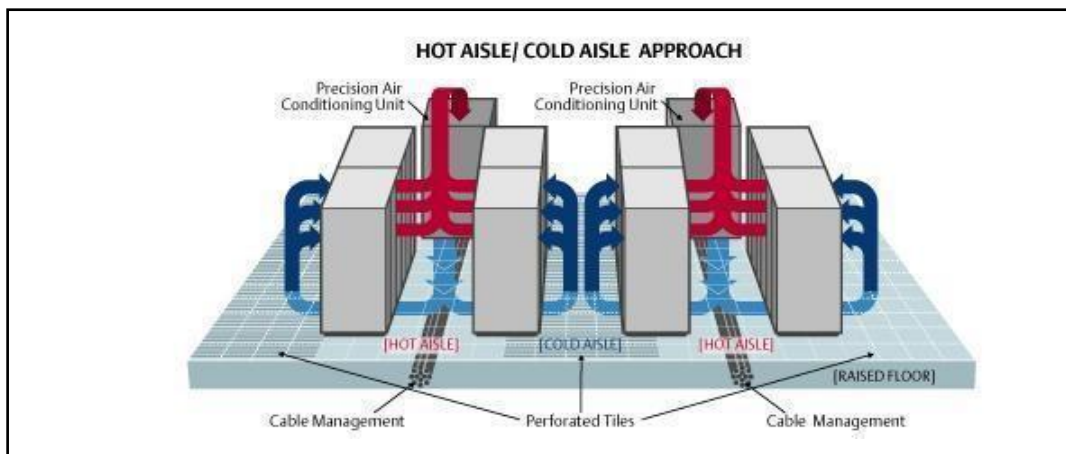
Rajah 7.4 : *Cable Opening*

7.6.2 Gunakan rak *server* yang mempunyai *solid walls* pada sebelah kiri dan kanan, terutama jika ia digunakan bagi peralatan yang mengeluarkan haba panas di bahagian belakang. Ini dilakukan supaya haba panas dihalakan (*channeled*) ke kawasan di belakang rak. Pintu rak *server* juga hendaklah mempunyai antara 64% hingga 80% kawasan tebuk (perforated).

7.7 Lorong Udara Panas dan Sejuk (*Hot and Cold Aisles*)

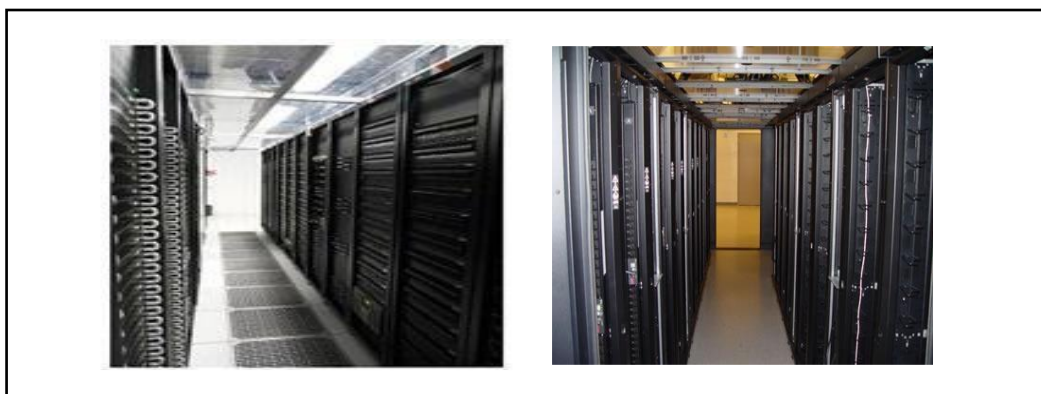
7.7.1 Sistem penyejukan hendaklah mengambil kira peredaran udara panas dan sejuk pada rak *server*. Bagi mendapatkan suhu serta pengaliran udara yang optimum, susun rak *server* dengan menggunakan konsep *hot aisle/cold aisle*. Untuk melaksanakannya, pusat data perlu disusun seperti berikut:

- a. Bahagian hadapan *server* disusun secara bertentangan dengan bahagian hadapan *server* pada rak bertentangan. Susunan *Hot/Cold Aisle* adalah seperti di **Rajah 7.5**.



Rajah 7.5: Susunan *Hot/Cold Aisle*

- b. *Perforated floor tiles* diletakkan di bahagian hadapan setiap rak *server*. Ia akan membantu peredaran udara sejuk melalui rak *server* dengan lebih cekap dan efektif. Lokasi *Perforated Tiles* adalah seperti di **Rajah 7.6**.



Rajah 7.6 : Lokasi *Perforated Tiles*

BAB 8: SISTEM PENGESANAN DAN PEMADAMAN KEBAKARAN

8.1 Sistem Pengesanan Dan Pemadaman Kebakaran

8.1.1 Garis Panduan Keperluan Keselamatan Kebakaran bagi Pusat Data (2024) yang dikeluarkan oleh Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (JBPM) merupakan dokumen rujukan utama dalam mereka bentuk sistem pengesanan dan pemadaman kebakaran bagi pusat data.

8.1.2 Sistem pengesanan dan pemadaman kebakaran merupakan sistem yang berupaya mengesan dan memberikan amaran awal jika terdapat tanda-tanda kebakaran. Ia juga hendaklah mampu mengawal serta memadam api.

8.1.3 Pusat data mempunyai potensi untuk terbakar. Litar pintas pada komputer, *server* dan peralatan rangkaian adalah antara punca utama berlakunya kebakaran. Oleh itu, sistem pengesanan dan pemadaman kebakaran secara automatik perlu dipasang bagi meminimumkan risiko kerosakan ke atas peralatan-peralatan di dalam pusat data.

8.1.4 Selain berupaya memadamkan kebakaran secara automatik, kriteria penting lain yang perlu diambil kira dalam pemilihan sistem pengesanan dan pemadaman kebakaran adalah seperti berikut:

- a. Kriteria Utama Dalam Pemilihan Sistem Pemadaman Kebakaran
 - i. Keselamatan personel - Elakkan menggunakan media pemadaman kebakaran yang beracun serta membahayakan kepada sesiapa yang terhidunya.
 - ii. Keselamatan peralatan ICT - Pemilihan media pemadam kebakaran hendaklah, dipastikan tidak merosakkan peralatan yang terdapat di pusat data yang mana boleh menyebabkan kehilangan data apabila sistem aktif atau *accidental discharge*.
 - iii. Mesra alam - Media pemadam yang digunakan hendaklah mesra alam. Hendaklah dipastikan mematuhi Undang-undang alam sekitar

yang dikuat kuasakan dari semasa ke semasa (phase out media). Oleh itu, khidmat nasihat pihak berkuasa hendaklah diperoleh sebelum sistem dipasang di pusat data.

- iv. Mudah dibersihkan - Media pemadam yang digunakan hendaklah mudah untuk dibersihkan. Ini adalah penting kerana untuk memastikan pusat data dapat beroperasi semula secepat mungkin selepas pembersihan dilakukan.
- v. Sistem pemadaman kebakaran yang lain seperti sistem pemasangan tetap gas juga boleh dicadangkan berdasarkan justifikasi dan alternatif daripada pihak arkitek dan jurutera untuk pertimbangan JBPM.

b. Kriteria Utama Dalam Pemilihan Sistem Pengesanan Kebakaran

- i. Sistem pengesanan adalah untuk bertindak balas dengan haba dan asap seterusnya menghantar isyarat bagi mengaktifkan sistem pemadaman kebakaran secara automatik.
- ii. Dipasang mengikut direka bentuk oleh Jurutera bertauliah mengikut Jadual 10 dalam Undang-undang Kecil Bangunan seragam di kawasan siling dan bawah *raised floor* pusat data dan bilik-bilik sokongan seperti bilik kawalan, bilik elektrik dan sebagainya.
- iii. Alat pengesan haba ialah alat bagi mengesan perubahan suhu atau suhu tinggi yang *abnormal*.
- iv. Pusat data hendaklah juga dilengkapi dengan *High Sensitivity Smoke Detection* (HSSD) dan pengesan asap kerana ia mampu mengesan berlakunya kebakaran lebih awal berbanding pengesan haba. Ada kalanya tahap sensitiviti tinggi yang direka pada pengesan asap kadang kala boleh menyebabkan berlakunya amaran palsu. Oleh itu, perkara-perkara penting yang perlu diberi perhatian adalah:
 - a) Elakkan daripada menyimpan bahan berhabuk seperti *cardboard* dan kertas cetakan di dalam pusat data.
 - b) Elakkan daripada merokok, memateri atau apa-apa perbuatan seumpamanya di dalam pusat data.
 - c) Sistem perlu diintegrasikan dengan main *fire alarm panel*.

d) Perlu mempunyai Sijil Perakuan Bahan dari JBPM.

c. Pelabelan dan Papan Tanda

Pasang papan-papan tanda yang sesuai di luar pusat data iaitu pada pintu atau dinding bersebelahan pintu untuk makluman pengguna. Standard pematuhan yang boleh dirujuk adalah MS 2558:2014 *Safety and health signage used in the workplace*. Contoh Papan Tanda adalah seperti di **Rajah 8.1**.



Rajah 8.1 : Contoh Papan Tanda

d. Lampu Kecemasan

- i. Pastikan pusat data mempunyai lampu kecemasan yang berfungsi untuk memberikan pencahayaan semasa bekalan tenaga elektrik utama terputus. Pemasangannya adalah bergantung kepada kesesuaian keluasan bilik.
- ii. Keperluan menyediakan lampu kecemasan adalah berdasarkan peruntukan dalam Undang-undang Kecil Bangunan Seragam 1984. Tanda “Keluar” dan Lampu Kecemasan seperti di **Rajah 8.2**.



Rajah 8.2 : Tanda “Keluar” dan Lampu Kecemasan

e. Pintu kecemasan

Pintu kecemasan daripada jenis “Pintu Api” perlu digunakan bagi menghalang kemerebakan api sekiranya kebakaran berlaku dalam sesuatu bangunan. Pintu api perlu sentiasa ditutup sepanjang masa. Pintu Api seperti di **Rajah 8.3**.



Rajah 8.3 : Pintu Api

f. Jadual Pemeriksaan (*Inspection*) JBPM

- i. Agensi bertanggungjawab untuk memohon ke JBPM dengan mengemukakan pelan teknikal bangunan (arkitekural dan M&E) ke atas sebarang perubahan struktur pada bangunan sedia ada serta penambahan pemasangan sistem keselamatan kebakaran. (Contoh: pembinaan pusat data serta pemasangan sistem *clean agent* perlu mendapat perakuan kelulusan pelan bangunan dan M&E terlebih dahulu sebelum kerja-kerja pembinaan dilakukan).
- ii. Setelah perakuan diberikan, majukan permohonan untuk pemeriksaan dan pengujian kelengkapan keselamatan kebakaran tersebut kepada pihak JBPM setelah pembinaan dan sistem keselamatan kebakaran telah siap sepenuhnya untuk diberikan tiada halangan/sokongan.

BAB 9: SISTEM PENGURUSAN KESELAMATAN

9.1 Sistem Pengurusan Keselamatan

9.1.1 Sistem Pengurusan Keselamatan di pusat data ialah elemen kritikal dalam memastikan perlindungan aset digital, infrastruktur dan pengoperasian agensi daripada risiko dan ancaman fizikal dan siber. Aspek keselamatan fizikal dan persekitaran pusat data hendaklah diberi perhatian dan diperkukuhkan daripada persekitaran luaran dan dalaman pusat data bagi memastikan hanya individu yang diberikan kebenaran akses sahaja.

9.1.2 Oleh itu, pihak Agensi hendaklah memastikan penilaian keselamatan secara menyeluruh dilaksanakan bagi memastikan kawalan keselamatan disediakan mengikut standard dan peraturan yang sedang berkuat kuasa.

9.1.3 Penilaian Keselamatan meliputi pemilihan lokasi, reka bentuk dan susun atur fizikal pusat data, sistem pengkabelan rangkaian, sistem penyejukan (HVAC), sistem elektrik, sistem pengesanan dan pencegahan kebakaran, sistem pengurusan keselamatan, sistem kawalan dan pemantauan persekitaran. Kawalan keselamatan fizikal yang bersesuaian juga hendaklah diaplikasikan kepada semua tempat, bilik dan fasiliti yang menyokong pusat data tersebut.

9.1.4 Sistem pengurusan keselamatan yang optimum untuk kawalan perlindungan yang komprehensif pihak agensi hendaklah mendapatkan khidmat nasihat keselamatan dan merujuk terlebih dahulu kepada Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia (CGSO) bagi perkara seperti berikut:

- a. Sebarang cadangan pembinaan, pengubahsuaian, penyewaan, pembangunan dan penaik tarafan Pusat Data.
- b. Keselamatan Fizikal dan Logikal Pusat Data.
- c. Pelan Pengurusan Kesyinambungan Perkhidmatan.

- d. Ketua Jabatan bertanggungjawab mengemukakan sesalinan profil pusat data meliputi nilai aset, klasifikasi maklumat nilai aset dan sistem kawalan keselamatan fizikal dan persekitaran pusat data.

9.2 Keselamatan Fizikal Dalam Pusat Data

9.2.1 Keselamatan fizikal dalam pusat data merangkumi pelbagai kawalan dan langkah bagi melindungi peralatan, sistem dan maklumat daripada ancaman seperti pencerobohan, kecurian, sabotaj, bencana alam dan kegagalan infrastruktur. Keselamatan fizikal juga hendaklah sepadan dengan risiko yang dikenal pasti dan nilai aset serta berdasarkan prinsip *defence-in-depth*.

9.2.2 Antara perkara-perkara utama yang perlu diambil perhatian bagi memperkukuhkan aspek keselamatan persekitaran fizikal dalam pusat data adalah seperti berikut:

- a. Kawalan akses fizikal meliputi had akses terhadap individu yang dibenarkan dengan menggunakan sistem kawalan akses mengikut spesifikasi keselamatan pada pintu masuk utama ke pusat data, *caging space* dan pintu *rack server*.
- b. Pemantauan pada log akses fizikal terhadap semua aktiviti keluar masuk individu ke dalam Pusat Data.
- c. Memastikan kawalan pemantauan keselamatan asas dilengkapi sistem keselamatan seperti Sistem CCTV, Sistem Kawalan Akses Elektronik dan pengesanan ancaman seperti Sistem Pengesanan Pencerobohan (IDS).
- d. Mengadakan kawalan keselamatan oleh anggota keselamatan bagi pemantauan keselamatan persekitaran dan infrastruktur Pusat data yang lebih berkesan.
- e. Pengurusan Pusat Pemulihan Bencana/*Disaster Recovery Centre* (DRC).

- f. Pengurusan aset dan pelupusan peralatan ICT di Pusat Data.

9.3 Keselamatan Fizikal Kawasan Luar Pusat Data

9.3.1 Keselamatan fizikal luar Pusat Data merangkumi perimeter luar, bangunan, pintu masuk, dan laluan akses, yang perlu direka dengan kawalan keselamatan optimum bagi menghalang ancaman keselamatan dan berlakunya insiden pencerobohan khususnya.

9.3.2 Antara beberapa aspek keselamatan fizikal kawasan luar pusat data yang perlu diberi perhatian adalah seperti berikut:

- a. Memastikan perimeter pagar adalah daripada struktur binaan kukuh dan tidak boleh dipanjat.
- b. Memastikan reka bentuk bangunan merangkumi keupayaan struktur binaan untuk menahan tekanan letupan dan risiko pencerobohan.
- c. Memastikan *standoff distance* pada perimeter bangunan sebagai langkah keselamatan terhadap ancaman letupan.
- d. Lokasi pusat data yang tidak berhampiran dengan kawasan berisiko tinggi.
- e. Memastikan kawalan dan pemantauan keselamatan pada pintu masuk utama bangunan dan dilengkapi pemasangan Sistem Kawalan Akses bagi kemasukan individu ke bangunan pusat data.

9.4 Kawasan Terperingkat

Pusat data yang menyimpan atau menguruskan rahsia rasmi boleh membawa maksud kepada kawasan terperingkat dan perlu diberi perlindungan sepenuhnya selaras dengan perenggan 39, Arahan Keselamatan (Semakan dan Pindaan 2017). Bagi menentukan keperluan untuk mengisytiharkan kawasan tersebut di bawah Akta Kawasan Larangan dan Tempat Larangan 1959 [Akta

298] dan Akta 88, satu rujukan mestilah dibuat kepada Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia (CGSO)

9.5 Pematuhan dan Pensijilan Keselamatan

Pusat data adalah tertakluk kepada peraturan yang telah ditetapkan di bawah mana-mana akta berkaitan dan hendaklah melaksanakan apa jua kawalan seperti yang diperuntukkan kepadanya termasuklah memenuhi prosedur pematuhan. Pusat data yang telah mendapat pensijilan keselamatan dari badan-badan yang diiktiraf Kerajaan atau badan antarabangsa adalah digalakkan dan diutamakan.

9.6 Tapisan Keselamatan

- a. Komuniti Keselamatan Komuniti Keselamatan yang terlibat dalam mengurus dan mengendalikan pusat data hendaklah menjalani proses dan lulus Tapisan Keselamatan.
- b. Perakuan Akta Rahsia Rasmi 1972 Komuniti Keselamatan juga dikehendaki menandatangani Perakuan Akta Rahsia Rasmi 1972 pada LAMPIRAN "E" dan "F" seperti mana dinyatakan dalam Arahan Keselamatan (Semakan dan Pindaan 2017).

9.7 Validasi Keselamatan Rahsia Rasmi

Agensi hendaklah merujuk ke Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia bagi mendapatkan khidmat nasihat berhubung penilaian perkhidmatan di pusat data melibatkan perkara rahsia rasmi.

9.8 Sanitasi

Sanitasi merujuk kepada proses untuk menjadikan capaian akses ke atas data atau maklumat yang terkandung dalam media elektronik tidak lagi dapat dilaksanakan walaupun dengan tahap usaha yang tertentu. Sanitasi data merupakan satu elemen penting yang digunakan semasa proses pelupusan

maklumat dalam perkakasan dan peralatan ICT di Pusat Data. Tujuan utama pelaksanaan sanitasi data adalah bagi melupuskan maklumat secara kekal yang melibatkan beberapa proses dan kaedah tertentu digunakan seperti menulis ganti, penyingkiran, *degaussing*, pemusnahan media secara fizikal atau lain-lain kaedah bagi melindungi ketirisan maklumat.

9.9 Pelan Pengurusan Kesenambungan Perkhidmatan

9.9.1 Agensi hendaklah mewujudkan atau mempunyai Pelan Kesenambungan Perkhidmatan (PKP) bagi menjamin fungsi dan perkhidmatan di pusat data dapat dipulihkan sekiranya berlaku sebarang gangguan atau kegagalan kepada infrastruktur pusat data tersebut.

9.9.2 Keselamatan perlindungan pusat data hendaklah berdasarkan prinsip keselamatan *defence-in-depth* melibatkan aspek keselamatan perimeter luar bangunan, kawalan akses fizikal, pemantauan berterusan dan pengurusan keselamatan personel. Setiap aspek tersebut perlulah dikawal melalui teknologi dan pematuhan peraturan-peraturan sedang berkuat kuasa serta latihan serta kesedaran keselamatan yang berterusan.

BAB 10: SISTEM PEMANTAUAN INFRASTRUKTUR DAN PERSEKITARAN

10.1 Sistem Pemantauan Infrastruktur dan Persekitaran

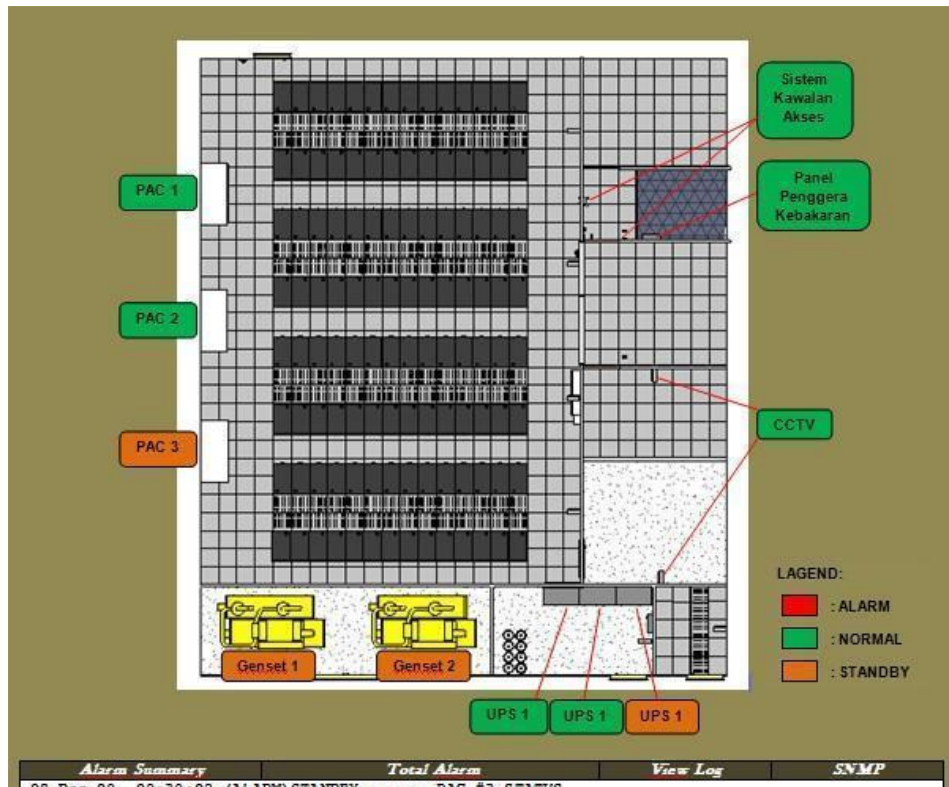
10.1.1 Sistem pemantauan infrastruktur dan persekitaran pusat data merupakan kemudahan yang dapat memantau secara aktif dan *real-time* akan keadaan persekitaran pusat data yang kritikal seperti tahap penyejukan, bekalan tenaga elektrik, sistem pencegahan kebakaran, sistem keselamatan dan sebagainya. Melalui sistem tersebut, keadaan persekitaran pusat data boleh dipantau melalui web tanpa perlu berada di pusat data berkenaan.

10.1.2 Berasaskan kepada bacaan dari sensor yang dipasang, sistem pemantauan berkenaan akan menghantar mesej atau *alert* kepada pentadbir pusat data melalui media seperti e-mel, SMS, tiket meja bantuan dan sebagainya.

10.1.3 Antara aspek infrastruktur pusat data yang boleh dipantau oleh sistem pemantauan persekitaran adalah:

- a. Bekalan dan penggunaan tenaga elektrik.
- b. Kawalan suhu dan *relative humidity*.
- c. Keselamatan fizikal pusat data.
- d. Kebocoran gas dan air.
- e. Asap dan kebakaran.

10.1.4 Komponen Pemantauan Pusat Data adalah seperti di **Rajah 10.1**.



Rajah 10.1 : Komponen Pemantauan Pusat Data

10.2 Bekalan dan Penggunaan Tenaga Elektrik

10.2.1 Selain daripada bekalan tenaga elektrik yang stabil dan mencukupi, pemantauan perlu juga dibuat ke atas pengurusan tenaga berkenaan. Ini meliputi situasi seperti berikut:

- a. Penggunaan tenaga elektrik tanpa kebenaran.
- b. *IT Load* (kW).
- c. *Overloaded circuits*.
- d. *Locked-up equipment*.
- e. *In-rush current*.

10.3 *Beacon Lights*

10.3.1 *Beacon lights* ialah salah satu cara untuk memberi perhatian kepada pentadbir pusat data tentang keadaan persekitaran elektrik di dalam pusat data. Lampu ini dipasang mengikut kesesuaian di tempat-tempat seperti berikut:

- a. Bilik *Server*.
- b. Bilik UPS.
- c. Bilik *Standby Generator Set*.
- d. Bilik *Air Handling Unit (AHU)*.

10.3.2 *Beacon lights* yang dipasang di pintu utama pusat data berwarna hijau akan menyala apabila bekalan elektrik dalam keadaan baik, tetapi akan bertukar ke lampu berwarna merah jika bekalan tenaga elektrik disalurkan oleh bateri UPS.

10.3.3 Letakkan papan tanda yang menerangkan kegunaan *beacon lights* ini berdekatan dengan lampu tersebut, serta nombor telefon untuk dihubungi jika lampu merah menyala atau kedua-dua lampu merah dan hijau tidak menyala.

10.4 Kawalan Suhu, Kelembapan dan Kebocoran Air

10.4.1 Kawalan suhu dan tahap kelembapan pusat data adalah merupakan salah satu (1) parameter persekitaran terpenting yang perlu dipantau sepanjang masa. Ini adalah kerana setiap peralatan elektronik mempunyai keperluan suhu untuk ia beroperasi dengan optimum.

10.4.2 Suhu yang terlalu panas boleh merosakkan peralatan berkenaan. Tahap kelembapan (*relative humidity*) yang terlalu rendah boleh menghasilkan keadaan *static discharge* dan jika terlalu tinggi pula, boleh menyebabkan kondensasi dan seterusnya kekaratan ke atas peralatan elektronik.

10.4.3 Satu lagi aspek yang perlu dipantau ialah kebocoran air terutama yang berpunca daripada penggunaan peralatan penyaman udara.

10.4.4 Terdapat pelbagai faktor yang menyumbang kepada tahap suhu yang tidak optimum dan menyukarkan usaha pengawalan suhu. Contoh adalah seperti berikut:

- a. Peningkatan kawasan yang menjadi *hot spots* dalam pusat data.
- b. Peningkatan penggunaan tenaga elektrik di dalam rak-rak tertentu menyebabkan keseluruhan rak tersebut menjadi lebih panas daripada sepatutnya.

BAB 11: PENGURUSAN OPERASI PUSAT DATA

11.1 Pengurusan Operasi Pusat Data

11.1.1 Pengurusan operasi pusat data ialah aspek kritikal dalam memastikan kelancaran dan kecekapan operasi sesebuah organisasi. Pusat data merupakan fasiliti yang menempatkan infrastruktur ICT yang penting, seperti pelayan, sistem penyimpanan, dan peralatan rangkaian. Pengurusan operasi yang berkesan dapat memastikan tahap ketersediaan operasi pusat data terjamin selain dapat mengurangkan impak gangguan operasi.

11.2 Penyelenggaraan

11.1.2 Penyelenggaraan pusat data merangkumi semua aktiviti yang diperlukan untuk memastikan peralatan dan infrastruktur pusat data berfungsi dengan optimum, selamat, dan boleh dipercayai.

11.1.3 Kepentingan penyelenggaraan adalah seperti berikut:

- a. Mengelakkan *downtime* dan gangguan operasi.
- b. Menjamin kecekapan dan ketahanan sistem.
- c. Mematuhi piawaian keselamatan dan pematuhan industri.

11.1.4 Penyelenggaraan terdiri daripada 3 jenis iaitu:

- a. **Penyelenggaraan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)** - Dilakukan secara berkala mengikut jadual bagi mengelakkan kegagalan sistem. Contohnya: pemeriksaan UPS, generator, sistem HVAC, dan peralatan rangkaian.
- b. **Penyelenggaraan Ramalan (*Predictive Maintenance*)** - Menggunakan data dan pemantauan AI atau IoT untuk mengenal pasti potensi kegagalan sebelum ia berlaku. Contohnya: Menganalisis trend suhu,

kelembapan, dan penggunaan tenaga untuk mengenal pasti peralatan yang hampir rosak.

- c. **Penyelenggaraan Pembaikan (*Corrective Maintenance*)** - Dilakukan selepas sesuatu komponen mengalami kerosakan atau gangguan. Contohnya: Membaiki atau menggantikan kipas penyejukan yang rosak dalam unit HVAC.

11.1.5 Langkah Penyelenggaraan adalah seperti berikut:

- a. Pemeriksaan rutin terhadap sistem kuasa (UPS, Jana Kuasa Tunggu Sedia, *Distribution Board* dan *Rack PDU*).
- b. Penyelenggaraan rangkaian (pengemaskinian *firmware*, konfigurasi keselamatan).
- c. Pengujian kebakaran dan keselamatan untuk sistem pemadam api dan kawalan akses.
- d. Setiap aktiviti penyelenggaraan perlu di dokumentasi bagi tujuan pemantauan jangka panjang.

11.3 Pemantauan Kapasiti

11.3.1 Pemantauan kapasiti ialah proses mengawasi, menganalisis, dan meramalkan penggunaan sumber pusat data untuk memastikan penggunaan tenaga, ruang, dan infrastruktur IT dikendalikan secara optimum.

11.3.2 Kepentingan pemantauan kapasiti adalah seperti berikut:

- a. Mengelakkan penggunaan tenaga berlebihan yang boleh meningkatkan kos operasi.

- b. Memastikan sumber IT digunakan secara optimum untuk kecekapan pusat data.
- c. Menyokong perancangan pertumbuhan jangka panjang bagi meningkatkan kapasiti pusat data.

11.3.3 Kaedah pemantauan kapasiti adalah seperti berikut:

- a. Menggunakan DCIM (*Data Center Infrastructure Management*) untuk menganalisis dan meramalkan keperluan kapasiti.
- b. Mengintegrasikan sensor IoT untuk pemantauan masa nyata terhadap suhu, kelembapan, dan penggunaan tenaga.
- c. Menjalankan ujian beban berkala (*On Load & Off Load Test*) untuk memastikan operasi pusat data tidak tergendala sekiranya berlaku gangguan sumber tenaga.

11.3.4 Elemen Pemantauan Kapasiti adalah seperti berikut:

- a. Pemantauan Kapasiti Kuasa & Tenaga
 - i. Memastikan bekalan kuasa mencukupi untuk menyokong keperluan beban pelayan.
 - ii. Menggunakan metrik *Power Usage Effectiveness* (PUE) bagi mengoptimumkan kecekapan tenaga.
- b. Pemantauan Kapasiti Penyejukan
 - i. Memastikan sistem HVAC dan aliran udara mencukupi untuk mengekalkan suhu yang sesuai.
 - ii. Mengelakkan *hot spots* dalam rak pelayan yang boleh menyebabkan kerosakan perkakasan.

11.4 Pengurusan Efisiensi

11.4.1 Pengurusan efisiensi dalam pusat data merujuk kepada strategi dan amalan untuk mengurangkan pembaziran tenaga, meningkatkan keberkesanan sistem, dan memastikan penggunaan sumber yang optimum. Kepentingan Pengurusan Efisiensi adalah seperti berikut:

- a. Mengurangkan kos operasi pusat data.
- b. Menyokong inisiatif tenaga hijau dan kelestarian alam sekitar.
- c. Meningkatkan prestasi dan ketahanan pusat data.

11.4.2 Komponen utama dalam pengurusan efisiensi adalah seperti berikut:

- a. *Power Usage Effectiveness (PUE)*

$PUE = \text{Jumlah tenaga yang digunakan pusat data} \div \text{Tenaga yang digunakan oleh peralatan ICT.}$

Sasaran PUE yang baik adalah hampir kepada 1.0, menandakan penggunaan tenaga yang cekap. Matriks PUE adalah di **Jadual 11.1**.

PUE	DCiE	Level of Efficiency
3.0	33%	Very Inefficient
2.5	40%	Inefficient
2.0	50%	Average
1.5	67%	Efficient
1.2	83%	Very Efficient

Jadual 11.1 : Matriks PUE

- b. *Data Center Infrastructure Management (DCIM)*

Menggunakan perisian DCIM untuk menganalisis dan mengoptimumkan penggunaan tenaga, aliran udara, dan kapasiti pelayan.

c. Strategi Penjimatan Tenaga

- i. *Server Virtualisation* – Mengurangkan jumlah pelayan fizikal dengan menggunakan teknologi pengkomputeran awan dan *virtual machines* (VM).
- ii. Penyejukan Pintar (*Smart Cooling*) – Menggunakan sensor IoT untuk mengawal suhu dan mengurangkan beban HVAC.
- iii. Tenaga Hijau – Menggunakan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti panel solar atau sistem kuasa berasaskan bateri.
- iv. Menggunakan *Hot Aisle/Cold Aisle Containment System*.
- v. Pengurusan aliran udara yang cekap di dalam pusat data

11.5 Pembersihan

11.5.1 Pembersihan pusat data ialah proses menjaga kebersihan fizikal ruang pusat data untuk memastikan operasi yang stabil, mencegah kerosakan peralatan, dan mengurangkan risiko kebakaran atau gangguan sistem.

11.5.2 Piawaian ISO 14644-1:2015 *Cleanrooms and associated controlled environments* menetapkan pengelasan kebersihan udara dalam bilik bersih (*cleanroom*) berdasarkan bilangan zarah per meter padu udara. Pusat data biasanya dikategorikan dalam ISO Class 8 atau lebih bersih.

11.5.3 Kepentingan pembersihan pusat data adalah seperti berikut:

- a. Mengelakkan pengumpulan habuk yang boleh menyebabkan *overheating*.
- b. Meningkatkan kecekapan sistem penyejukan dengan aliran udara yang lebih baik.
- c. Mengurangkan risiko gangguan elektrostatik dan kebakaran.

11.5.4 Aspek penting dalam pembersihan pusat data

- a. Pembersihan Aliran Udara & Penapis
 - i. Menyediakan penapis udara berkualiti tinggi dalam sistem HVAC untuk mengurangkan habuk dan zarah kecil.
 - ii. Membersihkan ventilasi dan saluran udara untuk mengoptimumkan aliran udara.

- b. Pembersihan Lantai & Rak Pelayan
 - i. Menggunakan lap anti-statik untuk mengelakkan gangguan elektrostatik (ESD) yang boleh merosakkan peralatan elektronik.
 - ii. Membersihkan ruang di bawah *raised floor* bagi memastikan tidak ada halangan kepada aliran udara.

- c. Pengurusan Kabel & Komponen Elektrik
 - i. Memastikan kabel tersusun rapi dan tidak berselerak, mengurangkan risiko pemanasan berlebihan dan kebakaran.
 - ii. Memeriksa dan membersihkan UPS, PDU, dan transformer untuk mengelakkan pembentukan debu yang boleh menyebabkan litar pintas.

11.5.5 Langkah-Langkah Pembersihan Berpandukan ISO 14644-1 Class 8 *Cleanroom* adalah seperti berikut:

- a. Kawalan Zarah Debu dan Habuk
 - i. Penggunaan Penapis HEPA/ULPA dalam HVAC.
 - ii. Penggunaan peralatan pembersihan bebas habuk.
 - iii. Mengelakkan bahan pencemar.

- iv. Dilarang membawa masuk bahan yang menghasilkan habuk, seperti kotak kadbod, kertas berlebihan, atau plastik tidak antistatik.
- b. Pembersihan Lantai dan *Raised Floor*
- i. Pembersihan Harian (*Daily Cleaning*).
 - ii. Lap permukaan dengan pembersih bebas ammonia.
 - iii. Gunakan mop antistatik pada lantai untuk mengurangkan habuk dan elektrostatik.
 - iv. Pembersihan mingguan/bulanan (*Deep Cleaning*).
 - v. Vakum ruang di bawah *raised floor* menggunakan vakum HEPA untuk membuang debu terkumpul.
 - vi. Pemeriksaan pengumpulan kelembapan bagi mengelakkan pertumbuhan kulat atau karat pada kabel dan peralatan.
 - vii. Pengurusan kabel bersih.
 - viii. Gunakan kabel teratur dan tersusun untuk mengelakkan habuk terkumpul.
 - ix. Elakkan kabel terbiar di lantai kerana ia boleh menjadi perangkap debu.
- c. Kawalan Kelembapan dan Elektrostatik
- i. Kelembapan Relatif (*Relative Humidity - RH*) Dikekalkan dalam julat 40% - 60% untuk mengelakkan pelembapan berlebihan (boleh menyebabkan kakisan) atau kekeringan berlebihan (boleh menyebabkan elektrostatik tinggi).
 - ii. Kawalan Elektrostatik (ESD – *Electrostatic Discharge*)
 - iii. Gunakan pelapik lantai antistatik (*ESD Floor*).
 - iv. Kakitangan perlu memakai sarung tangan antistatik dan pakaian bebas habuk semasa menyelenggara peralatan.

Kekerapan Aktiviti Pembersihan adalah seperti di **Jadual 11.1**.

Jadual 11.1 : Kekerapan Aktiviti Pembersihan

Harian	Lap peralatan IT dan permukaan kerja dengan kain mikrofiber antistatik
Mingguan	Vakum lantai dan <i>raised floor</i> menggunakan vakum HEPA
Bulanan	Bersihkan saluran udara dan sistem HVAC
Suku Tahun	Ujian kebersihan udara dan pemeriksaan penapis HEPA
Tahunan	Audit penuh kebersihan pusat data (mengikut standard ISO 14644)

11.6 Latihan

11.6.1 Latihan bagi pasukan operasi pusat data ialah kritikal untuk memastikan pegawai teknikal mempunyai kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan bagi mengendalikan sistem dengan cekap dan selamat.

11.6.2 Kepentingan latihan adalah seperti berikut:

- a. Meningkatkan tindak balas pasukan operasi terhadap masalah teknikal.
- b. Memastikan pematuhan kepada standard keselamatan industri seperti ISO 27001.
- c. Mengurangkan risiko kesilapan manusia (*human error*) yang boleh menyebabkan *downtime* pusat data.

11.6.3 Latihan operasi harian adalah seperti berikut:

- a. Memastikan pasukan operasi memahami prosedur pengurusan tenaga, pemantauan sistem, dan penyelenggaraan rutin.
- b. Memberi latihan mengenai penggunaan perisian pemantauan pusat data (DCIM, BMS, DCEMS dan lain-lain).

11.6.4 Latihan keselamatan dan kecemasan adalah seperti berikut:

- a. Simulasi gangguan bekalan tenaga, kegagalan UPS, atau kegagalan sistem penyejukan.
- b. Latihan pemulihan bencana (*Disaster Recovery Plan* - DRP) bagi mengendalikan insiden seperti kebocoran data atau gangguan perkhidmatan.
- c. Latihan penggunaan alat pemadam kebakaran

BAB 12: PUSAT PEMULIHAN BENCANA/*DISASTER RECOVERY CENTRE* (DRC)

12.1 Pengenalan

- 12.1.1 Menyedari kepentingan teknologi maklumat dalam memastikan peranan serta tugas agensi dalam penyampaian perkhidmatan sentiasa berada pada tahap terbaik, langkah keselamatan dan penjagaan data serta infrastruktur ICT ketika berlaku bencana menjadi semakin penting.
- 12.1.2 Secara amnya, bencana boleh diklasifikasikan kepada dua kategori iaitu faktor bencana alam dan faktor manusia. Antara contoh bencana alam yang boleh menyebabkan kerosakan besar ialah banjir, kebakaran, tanah runtuh, gempa bumi, kilat, ribut dan sebagainya. Untuk mencegah berlakunya bencana alam adalah sangat sukar. Walau bagaimanapun, langkah berhati-hati boleh diambil bagi mengelakkan berlakunya kerugian besar.
- 12.1.3 Selain itu, kerosakan dan kesilapan yang disebabkan oleh manusia merupakan faktor utama yang menyebabkan berlakunya bencana. Kesilapan yang berlaku secara sengaja atau tidak sengaja boleh mengakibatkan kerosakan yang teruk seperti gangguan perhubungan dan utiliti. Contoh bencana yang boleh berlaku termasuklah kemalangan, kegagalan rangkaian, kegagalan storan, sabotaj, serangan virus, pencerobohan dan sebagainya.
- 12.1.4 Bagi memastikan fungsi-fungsi kritikal perkhidmatan, sistem dan proses-proses utama agensi dapat segera dipulihkan dalam masa yang ditetapkan sekiranya berlaku gangguan atau bencana sama ada disebabkan oleh faktor bencana alam atau kesilapan manusia, Pelan Pemulihan Bencana/Disaster *Recovery Plan* ICT (ITDRP) perlu diwujudkan.
- 12.1.5 ITDRP merujuk kepada dokumen pelan pemulihan yang menetapkan sumber, tindakan, tanggungjawab dan data yang diperlukan untuk mengurus proses pemulihan selepas berlaku gangguan sistem ICT dalam perkhidmatan agensi.

Pelan ini direka bentuk untuk membantu agensi memulihkan sistem ICT dalam tempoh yang ditetapkan untuk pemulihan bencana.

12.1.6 Proses yang terlibat dalam pelan pemulihan bencana adalah seperti berikut:

- a. **Perancangan Projek** - Mengenal pasti skop projek dan sumber yang diperlukan.
- b. **Kenal pasti Keperluan Kritikal** - Mengenal pasti fungsi yang paling penting untuk dilindungi dan menjalankan analisis terhadap risiko serta ancaman.
- c. **Strategi Pemulihan** - Menyediakan kemudahan alternatif yang akan digunakan semasa bencana. Pastikan salinan fail, perisian, dan dokumentasi disimpan di tempat yang selamat.
- d. **Pelan/Prosedur Kecemasan** - Menyediakan pelan dan dokumentasi bagi persediaan untuk menghadapi kecemasan.
- e. **Pelan Pengaktifan** - Menentukan prosedur untuk mengenal pasti kaedah pemakluman bencana, menilai kesan terhadap operasi, dan memulakan usaha pemulihan.
- f. **Operasi Pemulihan** - Menentukan langkah-langkah khusus untuk mengurangkan risiko dan memastikan operasi agensi dapat diteruskan.
- g. **Latihan** - Memastikan setiap orang memahami pelan pemulihan dan boleh melaksanakannya secara berkesan.
- h. **Ujian** - Membuat pengujian secara berkala dari pelbagai aspek berkaitan pelan pemulihan bencana.

- i. **Pelan Penyelenggaraan** - Membuat perubahan dan penambahan dan memastikan pelan sentiasa dikemas kini.

12.2 Pusat Pemulihan Bencana (*Disaster Recovery Centre (DRC)*)

12.2.1 Pusat Pemulihan Bencana atau *Disaster Recovery Centre (DRC)* merupakan tapak alternatif atau lokasi gantian yang berbeza dari lokasi pusat data utama bagi membolehkan agensi meneruskan pelaksanaan fungsi-fungsinya dan memberikan perkhidmatannya semasa berlakunya bencana.

12.2.2 Kemudahan DRC boleh dibangunkan dan dikendalikan sendiri oleh agensi secara *On Premise* atau *Co-Location* serta ia boleh menggunakan perkhidmatan awan (*Cloud Computing*) dalam bentuk DRaaS (*Disaster Recovery as a Service*). Terdapat 3 jenis DRC yang boleh digunapakai iaitu *Hot Site*, *Warm Site* dan *Cold Site* yang mana ketiga-tiga jenis perkhidmatan pemulihan bencana ini mempunyai perbezaan daripada aspek jenis perkhidmatan yang disediakan, masa pemulihan (*recovery time*) dan kos.

- a. **Hot Site** - Merupakan strategi pemulihan bencana yang menyediakan fasiliti, infrastruktur, perkakasan dan perisian yang lengkap di lokasi DRC. *Hot site* beroperasi 24/7 dan merupakan *real-time failover* dan pelaksanaannya adalah secara automatik. Masa replikasi dan pemulihan *hot site* adalah sangat pantas. DRC *hot site* dapat mengambil alih fungsi lokasi utama tanpa sebarang penundaan dan berkemungkinan boleh dijadikan sebagai *mirror-site*. Waktu pemulihan (*Recovery Time Objective/RTO*) bagi *hot site* adalah sangat singkat manakala risiko kehilangan data (*Recovery Point Objective/RPO*) adalah sangat kecil dan boleh menghampiri nilai sifar.
- b. **Warm Site** – Strategi pemulihan bencana yang menyediakan sebahagian sahaja fasiliti dan infrastruktur DRC yang aktif. Proses pemulihan bencana memerlukan aktiviti setup dan konfigurasi sebelum dapat digunakan dan berkemungkinan terdapat risiko *downtime*. Proses replikasi yang dilaksanakan adalah secara berkala dan kadar kehilangan

data adalah minima. DRC *warm site* dapat mengurangkan waktu pemulihan bencana tanpa memerlukan kos yang tinggi seperti *hot site*.

- c. **Cold Site** – hanya mempunyai ruang fizikal bagi penempatan perkakasan di lokasi DRC. Jika berlaku bencana, perkakasan serta perisiannya perlu dipasang terlebih dahulu dan seterusnya data dimuat naik sebelum sistem berkenaan dapat berfungsi. Kaedah ini akan mengambil masa yang lebih panjang sebelum dapat digunakan. (melebihi beberapa hari/minggu sebelum operasi ICT dapat dipulihkan).

12.3 Kriteria Pemilihan Lokasi Pusat Pemulihan Bencana (DRC)

12.3.1 Berhubung pemilihan lokasi, tiada standard khusus yang menetapkan jarak minimum yang perlu dipatuhi. Namun begitu, berdasarkan garis panduan daripada Uptime Institute, ISO 24762, dan NIST (National Institute of Standards and Technology), jarak minimum 50 – 300 km disyorkan bergantung kepada penilaian/toleransi risiko, *latency*, dan pematuhan peraturan.

12.3.2 Sebaik-baiknya, pastikan lokasi DRC mempunyai jarak minimum 25 kilometer dari pusat data utama. Ini bertujuan untuk mengelakkan berlakunya bencana secara serentak ke atas kedua-dua pusat data dan DRC akibat daripada insiden seperti banjir, gempa bumi dan sebagainya. Jarak ini juga mengambil kira keperluan perjalanan pentadbir pusat data ke lokasi DRC.

12.3.3 Pemilihan lokasi DRC yang disewa hendaklah dirujuk dan mendapat kelulusan dari Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia (CGSO) terlebih dahulu bagi menentukan keselamatan fizikal pusat data.

12.3.4 Bangunan DRC hendaklah disediakan dengan sistem pengesanan dan pemadaman kebakaran, sistem pengesanan haba, sistem elektrik dan sistem-sistem lain seperti diterangkan dalam dokumen garis panduan ini.

12.3.5 DRC hendaklah mempunyai ruang kerja bagi memudahkan kerja-kerja dilakukan oleh pentadbir pusat data atau pentadbir sistem aplikasi yang ditugaskan di lokasi DRC tersebut.

12.3.6 Agensi yang menggunakan perkhidmatan DRC dari syarikat swasta hendaklah memastikan kesemua aspek keselamatan dan kerahsiaan maklumat dengan syarikat tersebut dipelihara mengikut dasar dan garis panduan yang masih berkuat kuasa.

BAB 13: PENUTUP

Agensi Sektor Awam hendaklah mematuhi garis panduan ini bagi pengurusan pusat data di agensi masing-masing. Dokumen Garis Panduan Pematuhan Reka Bentuk dan Operasi Pusat Data bagi Agensi Sektor Awam ini akan dikemas kini dari semasa ke semasa. Manakala, mekanisme semakan dan pengemaskinian berkala akan dilaksanakan bagi memastikan garis panduan ini kekal relevan dengan evolusi teknologi dan keperluan semasa.

RUJUKAN

1. Jabatan Kerja Raya (JKR) – *Specification For ICT Networking System*.
2. Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (BOMBA) – *Garis Panduan Keselamatan Kebakaran untuk Bangunan & Pusat Data di Malaysia*.
3. Pejabat Ketua Pegawai Keselamatan Kerajaan Malaysia – *Garis Panduan Pengurusan Pengisytiharan, Pindaan Atau Pembatalan Pengisytiharan Kawasan Larangan Dan Tempat Larangan Tahun 1959 (Akta 298) Pindaan 2024*.
4. ANSI/TIA-942 – *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*.
5. Uptime Institute – *Tier Standard: Topology & Operational Sustainability for Data Centers*.
6. ANSI/BICSI 002-2024 – *Data Center Design and Implementation Best Practices*.
7. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) – *Thermal Guidelines for Data Processing Environments*.
8. MS ISO 27001 – *Information Security Management Systems – Requirements*.
9. ISO/IEC 30134-2 : *Information Technology – Data Centres – Key Performance Indicator*

KENYATAAN KEPERLUAN - STATEMENT OF NEEDS (SON)

1. Tujuan Projek

- a) Kenapa pusat data ini diperlukan?
- b) Apakah masalah atau keperluan yang ingin diselesaikan?

2. Kapasiti & Skop

- a) Berapa banyak beban IT yang perlu disokong?
- b) Berapa besar ruang pusat data yang diperlukan?
- c) Skala operasi (*on-premise, co-location, cloud hybrid*, dll.).

3. Keperluan Infrastruktur

- a) Keperluan tenaga (*power density, UPS, generator backup*).
- b) Sistem penyejukan (*air cooling, liquid cooling*, dll.).
- c) Sistem keselamatan dan kawalan akses.
- d) Rangkaian dan sambungan internet (*latency, redundancy, failover*).

4. Pematuhan & Piawaian

- a) Standard industri yang perlu dipatuhi (*ANSI/TIA-942, Uptime Institute Tier, ISO 27001*, dll.).
- b) Keperluan keselamatan data dan undang-undang (contohnya, GDPR, PDPA).

5. Jangka Masa & Anggaran Kos

- a) Tempoh pelaksanaan projek.
- b) Bajet yang tersedia untuk setiap fasa pembangunan.

6. Faktor Lokasi

- a) Keperluan pemilihan tapak (kemudahan akses, risiko bencana, kestabilan tenaga).
- b) Keselamatan fizikal dan kesesuaian geografi.

7. **Pertimbangan Masa Depan**

- a) Keperluan skalabiliti untuk pertumbuhan masa depan.
- b) Rancangan pemulihan bencana (*disaster recovery*).

PENGIRAAN ANGGARAN KAPASITI BEKALAN TENAGA ELEKTRIK

PERKARA		PENGIRAAN	JUMLAH
Keperluan Kuasa – Tenaga Elektrik			
Keperluan tenaga elektrik untuk perkakasan ICT dan infrastruktur sedia ada	A	(Jumlah keseluruhan dalam VA x 0.67)/1000	_____kW
Keperluan tenaga elektrik untuk perkakasan tambahan di masa hadapan	B	(Jumlah keseluruhan dalam VA x 0.67)/1000	_____kW
<i>Peak power</i> (disebabkan oleh muatan kritikal)	C	(A+B) x 1.05	_____kW
<i>UPS inefficiency and battery charging</i>	D	(A+B) x 0.32	_____kW
Pencahayaan	E	0.002 x luas lantai (sq ft) atau 0.0215 x luas lantai (sq m)	_____kW
Jumlah keseluruhan tenaga elektrik yang diperlukan (bersamaan dengan kapasiti UPS)	F	C+D+E	_____kW
Keperluan Kuasa – Sistem Penyejukan			
Jumlah tenaga elektrik untuk sistem penyejukan	G	Untuk <i>Chiller System</i> (F x 0.7) Untuk <i>DX System</i> (F x 1.0)	_____kW
Jumlah Keseluruhan Kuasa Yang Diperlukan			
Jumlah keseluruhan kuasa untuk tenaga elektrik dan sistem penyejukan	H	F + G	_____kW
Anggaran Saiz Perkhidmatan Elektrik Yang Diperlukan			
Keperluan untuk memenuhi piawaian IEEE	I	H x 1.25	_____kW
AC Voltan jenis <i>Three phase</i> yang disediakan di <i>service entrance</i>	J	AC Voltage	_____VAC
Keperluan perkhidmatan elektrik yang diperlukan daripada syarikat utiliti dalam Amps	K	(I x 1000)/(J x 1.73)	_____Amps