



**KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA**  
(Ministry of Health Malaysia)  
Bahagian Pengurusan Maklumat  
Aras 5, Blok E7, Kompleks E  
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan  
62590 PUTRAJAYA

Tel. : 03-8883 3883  
Web : www.moh.gov.my

Ruj. Kami : KKM.100-11/4/14 Jld.3 (34)  
Tarikh : 5 September 2024

## **SENARAI EDARAN SEPERTI DI LAMPIRAN**

YBhg Datuk/ Dato'/ Dr./ Datin/ Tuan/ Puan,

### **EDARAN GARIS PANDUAN PENYEDIAAN SPESIFIKASI PERALATAN RANGKAIAN ICT KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA**

Dengan hormatnya saya merujuk kepada perkara yang tersebut di atas.

2. Dimaklumkan bahawa Mesyuarat Jawatankuasa Pemandu ICT (JPICT) pada 2 September 2024 telah meluluskan Garis Panduan Penyediaan Spesifikasi Peralatan Rangkaian ICT KKM dan telah berkuatkuasa pada tarikh tersebut. Garis Panduan ini bertujuan untuk memberikan panduan asas kepada agensi dan fasiliti KKM dalam menyediakan spesifikasi peralatan secara umum bagi mewujudkan keseragaman infrastruktur rangkaian ICT di KKM.
3. Sehubungan itu, bersama-sama ini dilampirkan garis panduan tersebut untuk perhatian dan makluman YBhg Datuk/ Dato'/ Dr./ Datin/ Tuan/ Puan. Sekiranya terdapat sebarang pertanyaan, pihak YBhg Datuk/ Dato'/ Dr./ Datin/ Tuan/ Puan boleh menghubungi pihak Bahagian Pengurusan Maklumat, Kementerian Kesihatan Malaysia iaitu Puan Azlina Binti Selamat di talian 03-8883 3747.

4. Perhatian dan kerjasama YBhg Datuk/ Dato'/ Dr./ Datin/ Tuan/ Puan mengenai perkara ini amatlah dihargai dan didahului dengan ucapan terima kasih.

Sekian.

**“MALAYSIA MADANI”**

**“BERKHIDMAT UNTUK NEGARA”**

Saya yang menjalankan amanah,



**(ROHAYATI BINTI RAMLI)**

Setiausaha

Bahagian Pengurusan Maklumat

b.p. Ketua Setiausaha

Kementerian Kesihatan Malaysia

## **SENARAI EDARAN**

### **IBU PEJABAT KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA**

1. Pengarah Kanan Kesihatan Pergigian
2. Pengarah Kanan Perkhidmatan Farmasi
3. Pengarah Kanan Keselamatan dan Kualiti Makanan
4. Setiausaha Kanan Bahagian Pembangunan
5. Setiausaha Bahagian Khidmat Pengurusan
6. Setiausaha Bahagian Pengurusan Latihan
7. Setiausaha Bahagian Dasar & Hubungan Antarabangsa
8. Setiausaha Bahagian Perolehan dan Penswastaan
9. Setiausaha Bahagian Akaun
10. Setiausaha Bahagian Kewangan
11. Setiausaha Bahagian Pembangunan Kompetensi
12. Setiausaha Bahagian Sumber Manusia
13. Pengarah Bahagian Pembangunan Kesihatan Keluarga
14. Pengarah Bahagian Perkhidmatan Kejuruteraan
15. Pengarah Bahagian Kawalan Penyakit
16. Pengarah Bahagian Perancangan
17. Pengarah Bahagian Perkembangan Perubatan
18. Pengarah Bahagian Amalan Perubatan
19. Pengarah Bahagian Sains Kesihatan Bersekutu
20. Pengarah Bahagian Perkembangan Kesihatan Awam
21. Pengarah Bahagian Pemakanan
22. Pengarah Bahagian Kejururawatan
23. Pengarah Bahagian Perubatan Tradisional & Komplementari
24. Pengarah Bahagian Pendidikan Kesihatan
25. Pengarah Bahagian Kawalselia Radiasi Perubatan

26. Pengarah Program Kesihatan Pergigian
27. Pengarah Program Perkhidmatan Farmasi
28. Pengarah Pusat Kecemerlangan Kesihatan Mental Kebangsaan (NCEMH)
29. Ketua Audit Dalam Cawangan Audit Dalam

#### **JABATAN KESIHATAN NEGERI DAN INSTITUSI**

1. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Sabah
2. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Sarawak
3. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Selangor
4. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Perak
5. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Kelantan
6. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Pulau Pinang
7. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Pahang
8. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Kedah
9. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Negeri Sembilan
10. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Perlis
11. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur & Putrajaya
12. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Melaka
13. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Johor
14. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Terengganu
15. Pengarah Jabatan Kesihatan Negeri Wilayah Persekutuan Labuan
16. Pengarah Hospital Kuala Lumpur
17. Pengurus Institut Kesihatan Negara
18. Pengarah Pusat Darah Negara
19. Pengarah Makmal Kesihatan Awam Kebangsaan
20. Pengarah Institut Kanser Negara
21. Ketua Pegawai Eksekutif Majlis Perubatan Malaysia



# **GARIS PANDUAN PENYEDIAAN SPESIFIKASI PERALATAN RANGKAIAN ICT KKM**

BAHAGIAN PENGURUSAN MAKLUMAT  
KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA

# **GARIS PANDUAN PENYEDIAAN SPESIFIKASI PERALATAN RANGKAIAN ICT KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA**

Hak cipta terpelihara

© Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM), 2024

Dibenarkan menggunakan maklumat di dalam dokumen ini untuk disebar luas kepada semua pihak bagi tujuan rujukan tanpa mengubah kandungan asal. KKM tidak bertanggungjawab, secara langsung atau tidak langsung, terhadap sebarang kerosakan atau kerugian yang disebabkan oleh atau dipercayai sebagai sebabnya atau dikaitkan dengan penggunaan atau pergantungan ke atas dokumen ini.

Disediakan oleh:

Unit Pengurusan Rangkaian

Bahagian Pengurusan Maklumat

Kementerian Kesihatan Malaysia

Aras 5, Blok E7, Kompleks E,

Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan

62590 Putrajaya

## SENARAI RAJAH

RAJAH	KETERANGAN	HALAMAN
Rajah 1	Langkah pemilihan spesifikasi peralatan	5
Rajah 2	Tiered architecture layer	14
Rajah 3	Perkakasan core switch	16
Rajah 4	Ringkasan spesifikasi peralatan core switch	27
Rajah 5	Perkakasan distribution switch	28
Rajah 6	Ringkasan spesifikasi peralatan distribution switch	39
Rajah 7	Perkakasan access switch	40
Rajah 8	Ringkasan spesifikasi peralatan access switch	52
Rajah 9	Perkakasan transceiver	53
Rajah 10	Ringkasan spesifikasi peralatan transceiver	65
Rajah 11	Generasi rangkaian wayarles	67
Rajah 12	Perkakasan access point (Indoor)	68
Rajah 13	Heatmap mengikut aras dalam bangunan	80
Rajah 14	Contoh hasil Heatmap	81
Rajah 15	Heatmap sedia ada (AS-IS)	82
Rajah 16	Heatmap cadangan baharu (TO-BE)	82
Rajah 17	Ringkasan spesifikasi peralatan access point (Indoor)	83
Rajah 18	Perkakasan access point (Outdoor)	84
Rajah 19	Ringkasan spesifikasi peralatan access point (Outdoor)	97
Rajah 20	Perkakasan wireless controller	98
Rajah 21	Ringkasan spesifikasi peralatan wireless controller	109
Rajah 22	Perkakasan cloud wireless controller	110

## SENARAI RAJAH

RAJAH	KETERANGAN	HALAMAN
Rajah 23	Ringkasan spesifikasi peralatan cloud wireless controller	117
Rajah 24	Dashboard Network Management System (NMS)	118
Rajah 25	Ringkasan spesifikasi perisian Network Management System	125
Rajah 26	Perkakasan Firewall	126
Rajah 27	Ringkasan spesifikasi peralatan Firewall	143
Rajah 28	Perkakasan kabel fiber optik	148
Rajah 29	Perkakasan kabel fiber optik Single Mode (OS1 & OS2)	148
Rajah 30	Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM1 & OM2)	149
Rajah 31	Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM3 & OM4)	149
Rajah 32	Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM5)	149
Rajah 33	Had jarak dan bandwidth bagi kabel fiber optik	150
Rajah 34	Ringkasan spesifikasi peralatan kabel fiber optik	156
Rajah 35	Peralatan kabel UTP CAT6a	157
Rajah 36	Perbezaan fizikal kabel CAT6 dan CAT6a	157
Rajah 37	Had jarak dan bandwidth bagi kabel UTP	158
Rajah 38	Peralatan kabel STP	159
Rajah 39	Perbezaan fizikal kabel STP dan UTP	159
Rajah 40	Ringkasan spesifikasi peralatan kabel UTP dan STP	166
Rajah 41	Format taburan peralatan rangkaian	168

## SENARAI RAJAH

RAJAH	KETERANGAN	HALAMAN
Rajah 42	Contoh rajah rangkaian sedia ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan	170
Rajah 43	Contoh rajah rangkaian yang dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan	171
Rajah 44	Contoh rajah rangkaian sedia ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan	172
Rajah 45	Contoh rajah rangkaian dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan	173
Rajah 46	Ringkasan proses merekabentuk arkitektur rangkaian	176
Rajah 47	Contoh rajah rangkaian keseluruhan	181
Rajah 48	Contoh manual pengguna (Menukar akaun pengguna)	182
Rajah 49	Contoh manual pengguna (Akses ke switch menggunakan CLI)	183
Rajah 50	Contoh manual pengguna (Akses ke switch menggunakan webview)	184
Rajah 51	Contoh manual pengguna (Cara membuat backup)	185
Rajah 52	Contoh sijil waranti	186
Rajah 53	Contoh maklumat pengujian pengkabelan	194
Rajah 54	Ringkasan senarai dokumentasi	197

## SENARAI JADUAL

JADUAL	KETERANGAN	HALAMAN
Jadual 1	Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasiliti kategori A, B dan C	7 - 8
Jadual 2	Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasiliti kategori D	9 - 10
Jadual 3	Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasiliti kategori E	11 - 12
Jadual 4	Perbandingan keupayaan dan <i>bandwidth switch</i>	15
Jadual 5	Spesifikasi kabel	145
Jadual 6	Perbandingan ciri kabel fiber optik single mode dan multimode	150
Jadual 7	Contoh maklumat pengujian (Keterfungsian fizikal)	187
Jadual 8	Contoh maklumat pengujian (Ketersediaan dan pengurusan switch)	188
Jadual 9	Contoh maklumat pengujian (Konfigurasi sistem)	189
Jadual 10	Contoh maklumat pengujian (Pengesahan sambungan ke PC pelanggan)	190
Jadual 11	Contoh maklumat pengujian (Pengujian sambungan aplikasi)	191
Jadual 12	Maklumat LAN	192 - 193
Jadual 13	Contoh maklumat latihan/Transfer of Technology (TOT)	195 - 196
Jadual 14	Senarai piawaian/standards	198

## AKRONIM/TERMINOLOGI

SINGKATAN	KETERANGAN
ANSI	American National Standards Institute
AC	Alternating Current
AWG	American Wire Gauge
ARP	Address Resolution Protocol
BGP	Border Gateway Protocol
BLE	Bluetooth Low Energy
CAT6	Category 6
CAT6a	Category 6 (Augmented)
CCU	Critical Care Unit
CPU	Central Processing Unit
CLI	Command Line Interface
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DMZ	Demilitarized Zone
DNS	Domain Name Server
dBi	Decibel relative to isotope
ESXi	Elastic Sky X Integrated
GB	Gigabyte
GbE	Gigabit Ethernet
Gbps	Gigabit per second
GHz	Giga Hertz
HA	High Availability
HDU	High Dependency Unit
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ICT	Information and Communication Technology

## AKRONIM/TERMINOLOGI

SINGKATAN	KETERANGAN
ICMP	Internet Control Message Protocol
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
IPS	Intrusion Prevention System
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
IS-IS	Intermediate System - Intermediate System
ISO	International Organization for Standardization
ISSU	In-Service Software Upgrade
IT	Information Technology
ITU-T	International Telecommunications Union
ICU	Intensive Care Unit
KKM	Kementerian Kesihatan Malaysia
KVM	Kernel-Based Virtual Machine
LAN	Local Area Network
LSZH	Low smoke zero halogen
LLDP	Link Layer Discovery Protocol
MACSec	Media Access Control Security
MIMO	Multiple Input Multiple Output
Mpps	Megapixels Per Second
MMF	Multimode Fiber
MS	Milliseconds
NAT	Network address translation

## AKRONIM/TERMINOLOGI

SINGKATAN	KETERANGAN
NGFW	Next Generation Firewall
NICU	Neonatal Intensive Care Unit
NMS	Network Monitoring System
Ns	Nanosecond
OM4/ OM5	Optical Multimode (OM) - Levels are for Multimode Fiber
OFDMA	Orthogonal Frequency- Division Multiple Access
OM1	Optical Multimode 1
OM2	Optical Multimode 2
OM3	Optical Multimode 3
OM4	Optical Multimode 4
OM5	Optical Multimode 5
OS1	Optical Single-Mode 1
OS2	Optical Single-Mode 2
OSPF	Open Shortest Path First
OWASP	Open Web Application Security Project
PoE	Power over Ethernet
PoE+	Power over Ethernet Plus
PoE++	Power over Ethernet Plus Plus
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QSFP	Quad Small Form-Factor Pluggable
QSFP+	Quad Small Form-Factor Pluggable Plus
QSFP28	Quad Small Form-Factor Pluggable 28
RAM	Random-access memory

## AKRONIM/TERMINOLOGI

SINGKATAN	KETERANGAN
RIP	Routing Information Protocol
RJ-45	Registered Jack 45
SDN	Software-Defined Networking
SFP	Small Form-Factor Pluggable
SFP+	Small Form-Factor Pluggable Plus
SFP28	Small Form-Factor Pluggable 28
SFTP	Secure File Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SKMM	Suruhanjaya Komunikasi dan Multimedia Malaysia
SSH	Secure Shell
SSD	Solid-State Drives
SSID	Service Set Identifier
STP	Spanning Tree Protocol / Shielded Twisted Pair
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol
TIA	Telecommunications Industry Association
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded twisted pair
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol
VXLAN	Virtual Extensible LAN
WAF	Web Application Firewall
WAN	Wide Area Network

## AKRONIM/TERMINOLOGI

SINGKATAN	KETERANGAN
WLAN	Wireless Local Area Network
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLC	Wireless Controller

## GLOSARI

KENYATAAN	KETERANGAN
Wi-Fi	A technology that allows electronic devices to connect to a local area network (LAN) or the internet without the need of physical wired connections
Concurrent Session	A session that happens simultaneously with another event that is already running
Throughput	Rate of production or the rate at which something can be processed
Concurrent Connections	The maximum number of authenticated “handshakes”/connections between a client and/or server during any given time
Bandwidth	A measurement indicating the maximum capacity of a wired or wireless communications link to transmit data over a network connection in a given amount of time
Digital Diagnostics Monitoring (DDM)	A feature in optical transceiver modules used in data communications and networking. DDM provides real-time monitoring and diagnostic information about the performance and health of the optical transceiver and the optical link it's connected to
Forwarding Rates	The number of network packets that can be processed by networking equipment
Latency	The delay in network communication. It shows the time that data takes to transfer across the network
Redundancy	Process of providing multiple paths for traffic, so that data can keep flowing even in the event of a failure
Availability	Percentage of time that an IT service or component is in an operable state
Utilization	The proportion of the current network traffic to the maximum amount of traffic that can be handled
Thresholds	The status of an attribute based on specific conditions

## GLOSARI

KENYATAAN	KETERANGAN
Packet loss	Phenomenon in data transmission and network communication where data packets do not successfully reach their intended destination
Bottlenecks	A condition wherein data flows experience delays due to limitations in computer resources
CAT6	The "6" in CAT6 signifies that it is the sixth generation of twisted pair Ethernet cabling. CAT6 supports a frequency range of up to 250 MHz and offers a bandwidth of 250 MHz. CAT6 cables are designed to support data transmission at speeds up to 1 Gbps
CAT6a	The "6" in CAT6 signifies that it is the sixth generation of twisted pair Ethernet cabling. CAT6a supports a higher frequency range of up to 500 MHz and provides a bandwidth of 500 MHz. CAT6a cables are designed to support data transmission at speeds of up to 10 Gbps
SFP	An optical transceiver module used in networking and data communication. SFP supports data transfer rates of up to 4.25 Gbps
SFP+	An optical transceiver module used in networking and data communication. SFP+ supports data transfer rates of up to 10 Gbps
SFP28	An optical transceiver module used in networking and data communication. SFP28 supports data transfer rates of up to 25 Gbps
QSFP	An optical transceiver module used in high-speed data center and networking applications. QSFP supports data transfer rates of up to 40 Gbps
QSFP+	An optical transceiver module used in high-speed data center and networking applications. QSFP+ supports data transfer rates of up to 40 Gbps, the same as QSFP
QSFP28	An optical transceiver module used in high-speed data center and networking applications. QSFP28 supports data transfer rates of up to 100 Gbps

## GLOSARI

KENYATAAN	KETERANGAN
PoE	A standard for delivering electrical power to network devices over an Ethernet cable. PoE delivers up to 15.4 watts of electrical power to connected devices
PoE+	A standard for delivering electrical power to network devices over an Ethernet cable. PoE+ provides up to 30 watts of electrical power to connected devices
PoE++	A standard for delivering electrical power to network devices over an Ethernet cable. PoE++ can deliver up to 90 watts or more of electrical power to connected devices
OS1	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. OS1 is designed for shorter-reach applications and has a lower bandwidth compared to OS2
OS2	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. OS2 has a higher bandwidth compared to OS1, which makes it suitable for longer-distance applications
OM1	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. OM1 has a modal bandwidth of 200 MHz*km at 850 nm
OM2	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. OM2 has a modal bandwidth of 500 MHz*km at 850 nm
OM3	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. OM3 has a higher modal bandwidth of 2000 MHz*km at 850 nm
OM4	Type of multimode optical fibers used in data communication and networking. Offers a modal bandwidth of 4700 MHz*km at 850 nm
OM5	A type of multimode optical fibers used in data communication and networking. Offers a modal bandwidth of 4700 MHz*km at 850 nm

---

SENARAI RAJAH	iii
SENARAI JADUAL	vi
AKRONIM/TERMINOLOGI	vii
GLOSARI	xii
<b>1.0 UMUM</b>	<b>1</b>
1.1 PENGENALAN	1
1.2 LATAR BELAKANG	1
1.3 OBJEKTIF	2
1.4 SKOP	2
1.5 PIAWAIAN/STANDARDS	2-3
1.6 DEFINISI/TAFSIRAN	3
1.7 JAMINAN KUALITI	4
<b>2.0 INFRASTRUKTUR RANGKAIAN ICT</b>	<b>5</b>
2.1 PENKELASAN SAIZ RANGKAIAN	6
2.2 RAJAH RANGKAIAN	7-12
2.3 PERALATAN RANGKAIAN ICT	13
2.3.1 SWITCH RANGKAIAN	14
2.3.1.1 CORE SWITCH	16
2.3.1.2 DISTRIBUTION SWITCH	28
2.3.1.3 ACCESS SWITCH	40
2.3.2 TRANSCEIVER MODULE	53

---

2.3.3 WIRELESS ACCESS POINT	66
2.3.3.1 WIRELESS ACCESS POINT (INDOOR)	68
2.3.3.2 WIRELESS ACCESS POINT (OUTDOOR)	84
2.3.4 WIRELESS CONTROLLER	98
2.3.5 CLOUD WIRELESS CONTROLLER	110
2.3.6 NETWORK MANAGEMENT SYSTEM (NMS)	118
2.4 PERALATAN BUKAN RANGKAIAN ICT	126
2.4.1 FIREWALL	126
<b>3.0 SISTEM PENGKABELAN BERSTRUKTUR</b>	<b>144</b>
3.1 KOMPONEN PENGKABELAN	144
3.2 FIBER OPTIC CABLE	148
3.3 UTP CABLE & STP CABLE	157
<b>4.0 PROSES MEREKABENTUK ARKITEKTUR RANGKAIAN</b>	<b>167</b>
<b>5.0 PEMASANGAN, KONFIGURASI DAN HASIL KERJA</b>	<b>177</b>
<b>6.0 DOKUMENTASI</b>	<b>180</b>
<b>7.0 SENARAI PIAWAIAN/STANDARDS</b>	<b>198</b>
<b>8.0 RUJUKAN</b>	<b>199</b>



## **1.0 UMUM**

### **1.1 PENGENALAN**

1.1.1 Garis panduan ini bertujuan untuk memberi panduan asas kepada agensi dan fasiliti KKM dalam menyediakan spesifikasi peralatan secara umum bagi mewujudkan keseragaman infrastruktur rangkaian ICT di KKM.

1.1.2 Garis panduan ini perlu dibaca bersama dengan dokumen-dokumen berikut:

- a) Pekeliling Perbendaharaan AM PK 2.1 (Pindaan 1 Ogos 2022): Garis Panduan Mengenai Pengurusan ICT Kerajaan.
- b) Surat Pekeliling AM Kementerian Kesihatan Malaysia Bilangan 1 Tahun 2016: Tatacara Pelaksanaan Projek ICT Kementerian Kesihatan Malaysia.
- c) Surat Pekeliling AM Kementerian Kesihatan Malaysia Bilangan 2 Tahun 2016: Garis Panduan Kesediaan Infrastruktur Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) di Agensi dan Fasiliti Kementerian Kesihatan Malaysia.

### **1.2 LATAR BELAKANG**

1.2.1 Pelan Strategik Pendigitalan KKM (2021-2025) di bawah Teras Strategik Kedua: Kesenambungan Perkhidmatan Digital Yang Mampan Dan Selamat – Strategi 1: Pengukuhan Infrastruktur Digital – Program 2: Naiktaraf dan Penyediaan Keperluan Baharu Peralatan Rangkaian dan Keselamatan Ibu Pejabat dan Fasiliti Kesihatan telah menggariskan agar satu panduan disediakan kepada agensi dan fasiliti KKM berkaitan keseragaman spesifikasi peralatan rangkaian ICT.



### 1.3 OBJEKTIF

- 1.3.1 Sebagai dokumen sumber rujukan bagi penentuan spesifikasi peralatan rangkaian ICT dalam menjamin kebolehcapaian rangkaian serta penjimatan sumber KKM.
- 1.3.2 Membantu pegawai ICT di fasiliti yang memerlukan khidmat nasihat berkaitan penyediaan spesifikasi peralatan rangkaian ICT secara asas di dalam proses penyediaan dokumen perolehan.

### 1.4 SKOP

- 1.4.1 Skop adalah meliputi spesifikasi peralatan rangkaian ICT seperti *Switch, Fiber Optic Cable, Unshielded Twisted Pair Cable (UTP), Wireless Access Point, Wireless Controller* dan *Network Management System (NMS)*.
- 1.4.2 Spesifikasi peralatan bukan rangkaian ICT seperti *Firewall* dimasukkan dalam garis panduan ini memandangkan peralatan tersebut adalah peralatan yang kebiasaanya diperlukan dalam seni bina sesebuah rangkaian yang baik.

### 1.5 PIAWAIAN/STANDARDS

- 1.5.1 Peralatan rangkaian ICT adalah tertakluk dan memenuhi standards terkini dari *Malaysian Standards (MS)*, Suruhanjaya Komunikasi & Multimedia Malaysia (SKMM), *International Organization for Standardization (ISO)*, *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *American National Standards Institute (ANSI)*, *Telecommunications Industry Association (TIA)* dan *International Electrotechnical Commission (IEC)*.



1.5.2 Peralatan keselamatan rangkaian ICT hendaklah mempunyai pensijilan keselamatan seperti Common Criteria (atau setara).

## **1.6 DEFINISI/TAFSIRAN**

### **1.6.1 Fasiliti Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM)**

Fasiliti KKM adalah agensi di bawah pentadbiran KKM terdiri daripada bahagian di Ibu Pejabat KKM, Jabatan Kesihatan Negeri, hospital, klinik, institut penyelidikan, makmal kesihatan awam, institut latihan/kolej dan lain-lain fasiliti.

### **1.6.2 Pentadbir**

Kakitangan di fasiliti KKM yang bertanggungjawab melaksanakan pengurusan, pemantauan dan penyelenggaraan terhadap persekitaran rangkaian ICT.

### **1.6.3 Peralatan**

Merangkumi peralatan rangkaian ICT termasuk komponen yang dirangkaikan.

### **1.6.4 Pihak Ketiga**

Merupakan pembekal/kontraktor yang membekal/selenggara peralatan rangkaian ICT di fasiliti KKM.



## 1.7 JAMINAN KUALITI

- 1.7.1 Peralatan yang dibekalkan mestilah mempunyai jaminan kualiti dari pengeluar.
- 1.7.2 Jaminan kualiti yang dibekalkan mestilah sekurang-kurangnya setahun.
- 1.7.3 Kos pembaikan peralatan yang masih dalam jaminan adalah di bawah tanggungjawab pembekal.
- 1.7.4 Pengeluar/pembekal peralatan yang dibekalkan hendaklah memberi jaminan berkenaan sokongan teknikal dan alat ganti dalam tempoh 5 tahun akan datang.
- 1.7.5 Pengeluar/pembekal hendaklah mendapatkan jaminan dan alat ganti yang tulen atau yang disahkan oleh Prinsipal/Pengilang/Pengeluar jika alat ganti tidak lagi dikeluarkan di pasaran dan mencapai tahap *end of life* atau *end of support*.

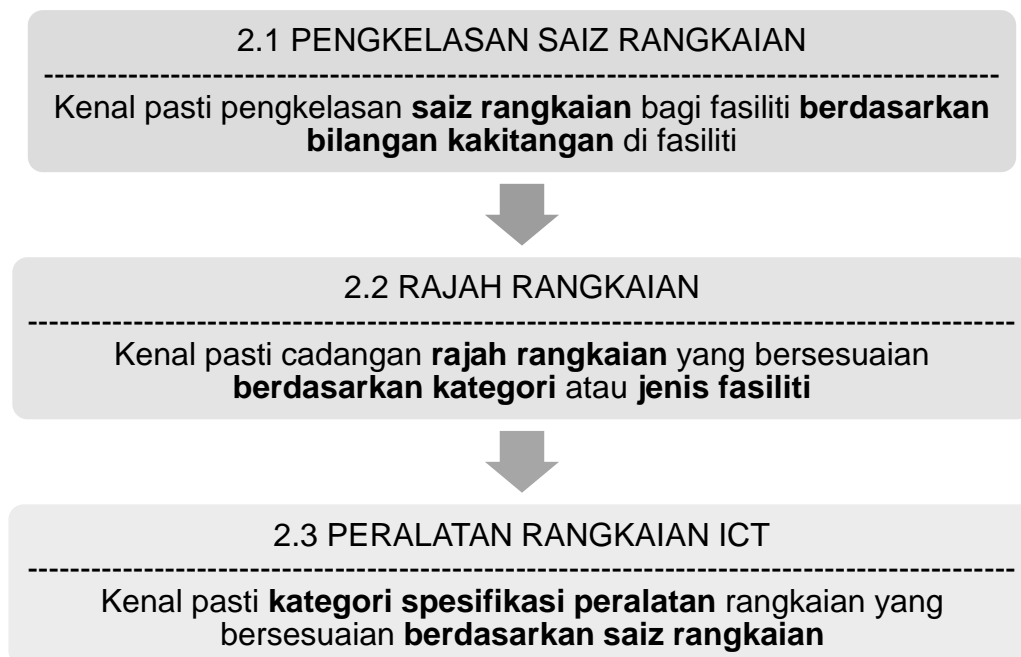


## 2.0 INFRASTRUKTUR RANGKAIAN ICT

Infrastruktur rangkaian merupakan tunjang kepada keseluruhan pelaksanaan ICT di fasiliti KKM. Infrastruktur dan kemudahan perkhidmatan rangkaian di sesebuah fasiliti KKM pada asasnya merujuk kepada saiz bangunan dan bilangan kakitangan.

Kewujudan fasiliti baharu KKM dan pertambahan serta peningkatan peranti atau sistem aplikasi hendaklah mengambil kira ketersediaan infrastruktur rangkaian sedia ada bagi memastikan pengoperasian tidak terganggu.

2.0.1 Rajah 1 menunjukkan langkah pemilihan spesifikasi peralatan berdasarkan pengkelasan saiz rangkaian.



*Rajah 1: Langkah pemilihan spesifikasi peralatan*

Pengkelasan saiz rangkaian diambil kira berdasarkan kategori atau jenis fasiliti mengikut kepada bilangan kakitangan.



## 2.1 PENGKELASAN SAIZ RANGKAIAN

2.1.1 Pengkelasan saiz rangkaian bagi fasiliti di KKM adalah seperti berikut:

- |                      |   |                             |
|----------------------|---|-----------------------------|
| a) Kategori Fasiliti | : | A                           |
| Jenis Fasiliti       | : | <b>Sangat Besar</b>         |
| Bilangan Kakitangan  | : | 5000 kakitangan ke atas     |
| b) Kategori Fasiliti | : | B                           |
| Jenis Fasiliti       | : | <b>Besar</b>                |
| Bilangan Kakitangan  | : | 3000 hingga 4999 kakitangan |
| c) Kategori Fasiliti | : | C                           |
| Jenis Fasiliti       | : | <b>Sederhana</b>            |
| Bilangan Kakitangan  | : | 1000 hingga 2999 kakitangan |
| d) Kategori Fasiliti | : | D                           |
| Jenis Fasiliti       | : | <b>Kecil</b>                |
| Bilangan Kakitangan  | : | 100 hingga 999 kakitangan   |
| e) Kategori Fasiliti | : | E                           |
| Jenis Fasiliti       | : | <b>Sangat Kecil</b>         |
| Bilangan Kakitangan  | : | 1 hingga 99 kakitangan      |



## 2.2 RAJAH RANGKAIAN

Rajah rangkaian dikategorikan berdasarkan pengkelasan saiz rangkaian. Jadual 1, Jadual 2 dan Jadual 3 menunjukkan cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi memenuhi keperluan fasiliti seperti kategori yang berikut:

2.2.1	Kategori Fasiliti	:	A, B, C
	Jenis Fasiliti	:	<b>Sangat Besar, Besar, Sederhana</b>
	Bilangan Kakitangan	:	1000 kakitangan ke atas

Jadual 1: Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasiliti kategori A, B dan C

BIL	PERKARA	KETERANGAN
1	Rajah rangkaian A, B dan C	<p><b>Legend:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>25/40 Gbps Fiber (Green line)</li><li>10Gbps Fiber (Red line)</li><li>1Gbps UTP (Blue line)</li><li>Firewall (Red shield icon)</li><li>Distribution Switch (Grey square icon)</li><li>Wireless Controller (Blue box icon)</li><li>NMS (Grey laptop icon)</li><li>Core Switch (Grey square icon)</li><li>Access Switch (Blue square icon)</li><li>Access Point (Blue Wi-Fi icon)</li><li>PC Computer (Black monitor icon)</li></ul>



BIL	PERKARA	KETERANGAN	
2	Spesifikasi minimum peralatan	<i>Firewall</i>	Dua (2) unit Bagi tujuan <i>redundancy</i>
		<i>Connection firewall ke core switch</i>	10Gbps <i>Fiber</i>
		<i>Core Switch</i>	Dua (2) unit Bagi tujuan <i>redundancy</i>
		<i>Connection core switch ke distribution switch</i>	25/40Gbps <i>Fiber</i>
		<i>Wireless Controller</i>	Dua (2) unit Bagi tujuan <i>redundancy</i>
		<i>Connection core switch ke wireless controller</i>	1Gbps <i>UTP</i>
		<i>Connection Distribution Switch ke Access Switch</i>	10Gbps <i>Fiber</i>
		<i>Connection ke NMS</i>	1Gbps <i>UTP</i>
		<i>Connection Access Switch ke Access Point dan end users</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 1Gbps <i>UTP</i> untuk pengguna akhir</li><li>- 1Gbps ke <i>low density access point</i></li><li>- 10Gbps ke <i>high density access point</i></li></ul>
SESUAI UNTUK FASILITI 1000 KAKITANGAN KE ATAS			



2.2.2 Kategori Fasilitas : D  
 Jenis Fasilitas : **Kecil**  
 Bilangan Kakitangan : 100 hingga 999 kakitangan

Jadual 2: Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasilitas kategori D

BIL	PERKARA	KETERANGAN	
1	Rajah rangkaian D	<p>The diagram illustrates a network architecture for category D. It starts with an Internet cloud connected to MyGov'Net. A Firewall is positioned between MyGov'Net and the internal network. The internal network consists of a Core/Distribution Switch connected to three Access Switches. Each Access Switch is connected to multiple Access Points, which in turn connect to PC Computers. A Wireless Controller is also connected to the Core/Distribution Switch. The legend specifies the following components and their connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>25/40 Gbps Fiber (Green line)</li> <li>10Gbps Fiber (Red line)</li> <li>1Gbps UTP (Blue line)</li> <li>Firewall (Red square with shield icon)</li> <li>Core/Distribution Switch (Grey square with arrows)</li> <li>PC Computer (Black monitor and keyboard icon)</li> <li>Access Switch (Light blue square with arrows)</li> <li>Access Point (Blue square with Wi-Fi icon)</li> <li>Wireless Controller (Blue square with Wi-Fi icon)</li> </ul>	
2	Spesifikasi minimum peralatan	<i>Firewall</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satu (1) unit</li> <li>- Dua (2) <i>connection</i> yang asing ke <i>distribution switch</i>. Satu <i>connection</i> sebagai <i>active</i> dan lagi satu <i>connection</i> berfungsi sebagai <i>backup</i></li> </ul>



BIL	PERKARA	KETERANGAN	
		<i>Connection firewall ke access switch/distribution switch</i>	10Gbps <i>Fiber</i>
		<i>Connection core/distribution switch ke wireless controller</i>	1Gbps <i>UTP</i>
		<i>Distribution switch</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dua (2) unit bersambung ke <i>firewall</i></li><li>- Satu (1) unit sebagai <i>active</i> dan lagi satu unit berfungsi sebagai <i>backup</i></li><li>- Konfigurasi LACP akan dilakukan di <i>distribution switch</i> bagi tujuan <i>redundancy</i> untuk <i>connection</i> ke <i>access switch</i></li></ul>
		<i>Connection access switch ke end user dan Access Point</i>	1Gbps <i>UTP</i>
SESUAI UNTUK FASILITI 100 HINGGA 999 KAKITANGAN			



2.2.3 Kategori Fasiliti : E  
Jenis Fasiliti : **Sangat Kecil**  
Bilangan Kakitangan : 1 hingga 99 kakitangan

Jadual 3: Cadangan rajah rangkaian dan keterangan bagi fasiliti kategori E

BIL	PERKARA	KETERANGAN
1	Rajah Rangkaian E	<p><b>Legend:</b></p> <p>— 1Gbps UTP</p> <p> Firewall       PC Computer</p> <p> Access Switch       Access Point</p>



BIL	PERKARA	KETERANGAN	
2	Spesifikasi minimum peralatan	<i>Connection MyGov*Net ke Access Switch</i>	1Gbps UTP
		<i>Connection Access Switch ke Access Point dan end users</i>	1Gbps UTP
3	**Pengecualian khas	<i>Firewall</i>	Penggunaan <i>Firewall</i> adalah tertakluk kepada keperluan di fasiliti. Contoh: <i>Firewall</i> di JKN
SESUAI UNTUK FASILITI 1 HINGGA 99 KAKITANGAN			



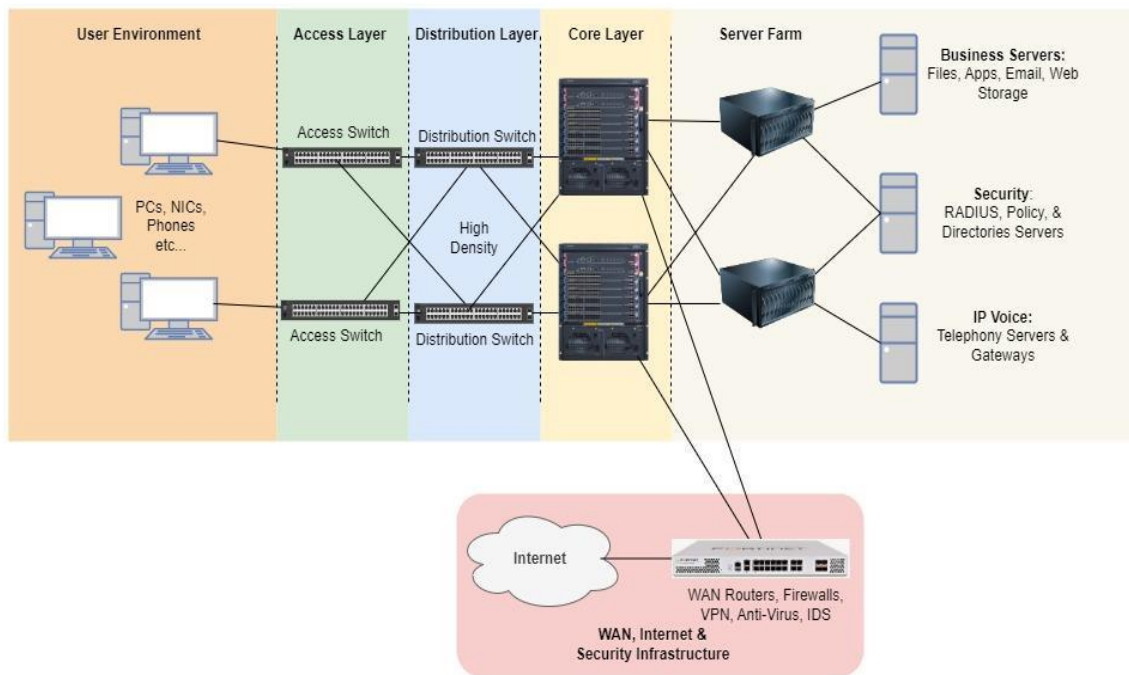
## 2.3 PERALATAN RANGKAIAN ICT

- a) Peralatan bagi infrastruktur rangkaian ICT adalah seperti di bawah:
- i. *Switch*
  - ii. *Wireless Controller*
  - iii. *Wireless Access Point*
  - iv. *Network Management System (NMS)*
- b) Semua peralatan perlu menyokong keperluan IPv4 dan IPv6.
- c) Semua peralatan perlu mempunyai ciri Pengurusan Identiti dan Akses (*Identity and Access Management*). IAM adalah komponen penting dalam keselamatan IT yang memastikan individu dalam suatu sistem diberi akses yang sesuai dengan peranan mereka dan memastikan bahawa tiada akses yang tidak sah berlaku.



### 2.3.1 SWITCH RANGKAIAN

- a) Peralatan suis rangkaian perlu memenuhi piawaian IEEE 802.3 dengan teknologi Ethernet terkini berdasarkan *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP).
- b) Kegunaan dan fungsi *switch* boleh dirujuk seperti di Rajah 2 berikut:



Rajah 2: Tiered architecture layer

**Nota:**

*Tiered architecture layer* bergantung kepada topologi rangkaian bagi sesebuah fasiliti.



c) Perbandingan keupayaan dan *bandwidth* bagi *switch* adalah seperti di Jadual 4.

*Jadual 4: Perbandingan keupayaan dan bandwidth switch*

<b>Switch Comparison</b>	<b>Core Switch</b>	<b>Distribution Switch</b>	<b>Access Switch</b>
<b>Working Layer</b>	Core Layer	Distribution Layer	Access Layer
<b>Features</b>	Layer 3 switches, highest reliability, functionality and throughput	Layer 3 switches, higher reliability, functionality and throughput	Layer 2 switches, lower reliability, functionality and throughput
<b>Numbers of switches in network</b>	The least (normally one or two)	Usually between the number of the other two	The most
<b>Main functions supported</b>	Very High forwarding rate QoS, redundant components, etc.	Packet filtering QoS and application gateways, etc.	Port security, VLANs, Fast Ethernet/Gigabit Ethernet, PoE, etc.
<b>Cost</b>	Highest	Higher	Relatively Lower
<b>Example</b>	25Gbps switch, 40Gbps switch, 100Gbps switch	10Gbps switch	Gigabit switch



### 2.3.1.1 CORE SWITCH



*Rajah 3: Perkakasan core switch*

#### **Definisi**

*Core switch* ataupun suis teras (seperti di Rajah 3) dalam konteks rangkaian komputer, adalah suatu peralatan rangkaian utama yang berkapasiti tinggi dan berprestasi tinggi, biasanya di teras atau rangkaian utama infrastruktur.

Peranan utamanya adalah untuk mengendalikan jumlah trafik data yang tinggi dalam rangkaian dengan cekap dan memastikan sambungan yang boleh dipercayai di antara bahagian yang berbeza dalam rangkaian. *Core switch* biasanya terdapat dalam rangkaian *enterprise* yang lebih besar atau pusat data di mana sejumlah besar data perlu dihala di antara bahagian rangkaian yang berbeza.

- a. *Core Switch* dan ciri-cirinya adalah seperti berikut:
  - i. *Core Switch* dengan spesifikasi **HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
  - ii. *Core Switch* dengan spesifikasi **MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
  - iii. *Core Switch* dengan spesifikasi **LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.



b. Berikut adalah panduan spesifikasi untuk suis teras (*core switch*) yang merupakan komponen penting infrastruktur rangkaian iaitu bertanggungjawab untuk sambungan berkelajuan tinggi dan boleh dipercayai yang perlu dipertimbangkan:

**i. Kapasiti dan Prestasi**

- Tentukan kapasiti kelajuan yang diperlukan bagi suis teras (*core switch*) berdasarkan keperluan rangkaian pada masa kini dan masa depan.
- Suis teras (*core switch*) dengan kadar penghantaran tinggi dan latensi rendah (*low latency*) untuk memastikan pengendalian paket yang cekap dan kelewatan yang minima.

**ii. Skalabiliti dan Kepadatan Port**

- Nilai jumlah dan jenis port yang diperlukan dalam rangkaian. Pastikan keperluan semasa dan pertumbuhan masa depan yang berpotensi.
- Suis teras (*core switch*) modular atau *stack* yang membolehkan pengembangan dan peningkatan keupayaan dengan mudah tanpa mengganggu operasi rangkaian.

**iii. Redundansi dan Ketersediaan Tinggi**

- Pastikan suis teras (*core switch*) menyokong ciri-ciri redundansi seperti bekalan kuasa berlebihan, komponen yang boleh ditukar ketika operasi dan penggabungan pautan untuk ketersediaan tinggi.



- Sokongan pelaksanaan *High Availability* (HA) untuk keupayaan gantian gagal (*failover*) yang lancar dan daya tahan rangkaian seperti *Virtual Router Redundancy Protocol* (VRRP).

#### iv. Pengurusan dan Pemantauan Rangkaian

- Pastikan bahawa suis teras (*core switch*) menyokong ciri pengurusan yang kukuh termasuk *Simple Network Management Protocol* (SNMP) version 3.0, *Command-Line Interface* (CLI) dan antara muka berdasarkan web untuk konfigurasi dan pemantauan.
- Pastikan suis teras (*core switch*) yang menawarkan kemampuan pemantauan yang canggih seperti analisis trafik, statistik prestasi dan pemantauan kesihatan rangkaian.

#### v. Ciri-ciri Keselamatan

- Suis teras (*core switch*) dengan ciri keselamatan yang kukuh, termasuk senarai kawalan akses *Access Control List* (ACL), sokongan *Virtual Local Area Network* (VLAN), keselamatan port dan perlindungan daripada serangan *Denial of Service* (DoS).
- Sahkan sokongan untuk ciri seperti pengesahan 802.1X, penapisan alamat *Media Access Control* (MAC) dan kawalan akses berdasarkan peranan *Role-based Access Control* (RBAC) untuk memastikan keselamatan rangkaian.



#### vi. Kualiti Perkhidmatan *Quality of Services (QoS)*

- Pastikan suis teras (*core switch*) menyediakan kemampuan *Quality of Services (QoS)* untuk mengutamakan trafik berdasarkan kriteria yang berbeza seperti jenis aplikasi, kumpulan pengguna atau *Virtual Local Area Network (VLAN)*.
- Ciri-ciri seperti pengkelasan trafik, mekanisme aturan (*queuing mechanism*) dan pengurusan lebar jalur (*bandwidth*) untuk mengoptimumkan prestasi rangkaian untuk aplikasi penting.

#### vii. Sokongan untuk Penghalaan (*Routing*) Layer 3

- Tentukan jika suis teras (*core switch*) perlu menjalankan fungsi penghalaan (*routing*) Layer 3. Jika berkaitan, pastikan ia menyokong protokol penghalaan seperti *Open Shortest Path First (OSPF)* atau *Border Gateway Protocol (BGP)*.
- Ciri-ciri penghalaan yang canggih seperti *Virtual Routing and Forwarding (VRF)* dan *Equal-Cost Multipath (ECMP)* untuk penghalaan (*routing*) dan pengimbangan beban yang cekap.

#### viii. “*Stacking*” dan Virtualisasi

- Pastikan suis (*switch*) menyokong teknologi “*stacking*” atau virtualisasi untuk memudahkan pengurusan rangkaian dan meningkatkan kebolehskalaan.
- “*Stacking*” membolehkan beberapa suis (*switch*) beroperasi sebagai satu unit logikal, memudahkan konfigurasi dan kerja pengurusan.



## ix. Kecekapan Tenaga

- Suis teras (*core switch*) yang mematuhi piawaian tenaga yang cekap seperti *Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az* untuk mengurangkan penggunaan kuasa dan mengurangkan kos operasi.
- Pastikan suis (*switch*) dengan ciri pengurusan kuasa yang disertakan seperti mod tidur (*sleep mode*) port atau peruntukan kuasa dinamik.

## x. Sokongan Pembekal dan Halatuju Masa Depan

- Nilai reputasi, kebolehpercayaan dan sokongan yang disediakan oleh pembekal suis teras.
- Nilai komitmen pembekal terhadap pembangunan produk yang berterusan, kemas kini *firmware*, pembaikan *bug* dan kesesuaian dengan teknologi yang sedang berkembang.

### Nota:

Untuk menilai keperluan rangkaian dengan teliti dan memilih suis teras (*core switch*) yang sejajar dengan keperluan semasa dan masa hadapan, pertimbangkan faktor seperti prestasi, skalabiliti, redundansi, keselamatan dan kebolehurusan untuk memastikan infrastruktur rangkaian yang mantap dan cekap.



c. **Core Switch** dengan **spesifikasi HIGH** hendaklah memenuhi spesifikasi teknikal minimum berikut:

**Capacity and Performance** : - Switching capacity: Min 4.8 Tb/s  
- Forwarding rates: Min 2976 Mpps  
- Latency: <450 ns

**Scalability and Port Density** : - Modular switch/stackable to standby for current needs and future growth  
- 48 ports, support 1G/10G SFP+ ports and 25G/40G/200G SFP28/QSFP28 ports

**Redundancy and High Availability** : - Redundant and hot-swappable power supplies  
- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)  
- In-Service Software Upgrade (ISSU)

**Network Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface  
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring



- Safety Features** : - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection
- Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)
- Quality of Service (QoS)** : - Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control
- Routing Layer 3 Ability** : - Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN), Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D, Routing Information Protocol (RIP), Open Shortest Path First
- Stacking and Virtualization** : - Support stacking technologies or virtualization for network management and high scalability
- Energy Efficient** : - Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
- Supplier Support and Future Roadmap** : - Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



d. **Core Switch** dengan **spesifikasi MEDIUM** hendaklah mematuhi spesifikasi teknikal minimum berikut:

- |  |  |
|--|--|
| <b>Capacity and Performance</b>          | : - Switching capacity: Min 2.5 Tb/s<br>- Forwarding rates: Min 1905 Mpps<br>- Latency: <600 ns  |
| <b>Scalability and Port Density</b>      | : - Modular switch/stackable to standby for current needs and future growth<br>- 48 ports, support 10G/25G SFP28 ports and 40G/100G QSFP28 ports   |
| <b>Redundancy and High Availability</b>  | : - Redundant and hot-swappable power supplies<br>- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)<br>- In-Service Software Upgrade (ISSU)   |
| <b>Network Management and Monitoring</b> | : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface<br>- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring |



<b>Safety Features</b>	: - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection - Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)
<b>Quality of Service (QoS)</b>	: Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control
<b>Routing Layer 3 Ability</b>	: Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN) and Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D
<b>Stacking and Virtualization</b>	: Support stacking technologies or virtualization for network management and high scalability
<b>Energy Efficient</b>	: Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
<b>Supplier Support and Future Roadmap</b>	: Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



e. **Core Switch** dengan **spesifikasi LOW** hendaklah mematuhi spesifikasi teknikal minimum berikut:

- Capacity and Performance** : - Switching capacity: Min 880 Gbps  
- Forwarding rates: Min 600 Mpps  
- Latency: <1000 ns
- Scalability and Port Density** : - Modular switch/stackable to standby for current needs and future growth  
- 24 ports, support 1G/10G SFP ports, 10G/25G SFP28 ports and 40G/100G QSFP28 ports
- Redundancy and High Availability** : - Redundant and hot-swappable power supplies  
- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)  
- In-Service Software Upgrade (ISSU)
- Network Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface  
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring



- Safety Features** : - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection
- Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)
- Quality of Service (QoS)** : Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control
- Routing Layer 3 Ability** : Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN), Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D
- Stacking and Virtualization** : Support stacking technologies or virtualization for network management and high scalability
- Energy Efficient** : - Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
- Supplier Support and Future Roadmap** : - Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



- f. Rajah 4 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan *core switch* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 4: Ringkasan spesifikasi peralatan *core switch*



### 2.3.1.2 DISTRIBUTION SWITCH



Rajah 5: Perkakasan distribution switch

#### Definisi

*Distribution switch* ataupun suis pengedaran (seperti di Rajah 5) adalah satu peralatan pengalihan rangkaian. Ia diletakkan di antara suis teras (yang menghubungkan segmen berbeza dalam rangkaian) dan suis capaian (yang menghubungkan peranti pengguna akhir seperti komputer dan pencetak).

Peranan utamanya adalah untuk mengumpulkan dan menghantar data antara bahagian yang berbeza dalam rangkaian dan memastikan komunikasi berjalan lancar.

- a. *Distribution Switch* dan ciri-cirinya adalah seperti berikut:
  - i. *Distribution Switch* dengan spesifikasi **HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
  - ii. *Distribution Switch* dengan spesifikasi **MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
  - iii. *Distribution Switch* dengan spesifikasi **LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.



- b. Berikut adalah panduan spesifikasi untuk suis pengedaran (*distribution switch*), yang memainkan peranan penting dalam menghubungkan pelbagai segmen rangkaian dan mengagihkan lalu lintas rangkaian yang perlu dipertimbangkan:

**i. Kepadatan dan Jenis Port**

- Nilai jumlah dan jenis port yang diperlukan dalam rangkaian. Pastikan keperluan semasa dan potensi pertumbuhan masa hadapan.
- Tentukan kombinasi port tembaga (*Ethernet*) dan *fiber* yang diperlukan untuk memenuhi keperluan sambungan yang berbeza.

**ii. Kapasiti Pautan Naik (*Uplink capacity*)**

- Nilai kapasiti pautan naik (*uplink capacity*) suis pengedaran (*distribution switch*) untuk memastikan lebar jalur (*bandwidth*) yang mencukupi bagi sambungan ke suis teras (*core switch*) atau infrastruktur rangkaian peringkat yang lebih tinggi.
- Pastikan jenis antara muka pautan naik (*uplink interface*) yang diperlukan seperti *Gigabit Ethernet*, *10 Gigabit Ethernet* atau antara muka fiber optik (*fiber optic interface*) dan teknologi yang baharu seperti *Link Aggregation Control Protocol* (LACP).

**iii. Kemampuan Penghalaan (*Routing*) Layer 3**

- Tentukan jika suis pengedaran mampu menjalankan fungsi penghalaan (*routing*) Layer 3 seperti penghalaan (*routing*) *Virtual Local Area Network* (VLAN) atau penghalaan (*routing*) antara-*Virtual Local Area Network* (VLAN).



- Pastikan sokongan untuk protokol penghalaan seperti *Open Shortest Path First (OSPF)* dan *Border Gateway Protocol (BGP)* untuk memudahkan penghalaan (*routing*) yang cekap.

#### iv. Sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)*

- Pastikan suis pengedaran menyokong jumlah *Virtual Local Area Network (VLAN)* yang mencukupi untuk memenuhi keperluan pengasingan dan pengasingan rangkaian.
- Terdapat ciri seperti *trunking Virtual Local Area Network (VLAN)*, penandaan *Virtual Local Area Network (VLAN)* dan sokongan untuk kualiti perkhidmatan *Quality of Service (QoS)* berdasarkan *Virtual Local Area Network (VLAN)*.

#### v. Kualiti Perkhidmatan *Quality of Service (QoS)*

- Pastikan bahawa suis pengedaran (*distribution switch*) menyediakan kemampuan *Quality of Service (QoS)* untuk mengutamakan lalu lintas berdasarkan kriteria yang berbeza seperti jenis aplikasi, *Virtual Local Area Network (VLAN)* atau kumpulan pengguna.
- Tentukan ciri-ciri seperti pengkelasan trafik, mekanisme aturan (*queuing mechanism*) dan pengurusan jalur lebar bagi mengoptimumkan prestasi rangkaian untuk aplikasi penting.



## vi. Redundansi dan Ketersediaan Tinggi

- Periksa jika suis pengedaran (*distribution switch*) menyokong bekalan kuasa berlebihan, komponen yang boleh ditukar ketika operasi dan penggabungan pautan untuk ketersediaan tinggi.
- Sokongan untuk protokol seperti *Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)* untuk memastikan *failover* dan daya tahan rangkaian.

## vii. Pengurusan dan Pemantauan

- Sahkan bahawa suis pengedaran (*distribution switch*) menyokong ciri pengurusan yang mantap termasuk *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, *Command-Line Interface (CLI)* dan antara muka berasaskan web untuk konfigurasi dan pemantauan.
- Pastikan suis (*switch*) yang menawarkan kemampuan pemantauan yang canggih seperti analisis trafik, statistik prestasi dan pemantauan kesihatan rangkaian.

## viii. Ciri Keselamatan

- Suis pengedaran (*distribution switch*) dengan ciri keselamatan yang mantap termasuk senarai kawalan akses *Access Control List (ACL)* keselamatan, *Virtual Local Area Network (VLAN)*, keselamatan *port* dan perlindungan daripada serangan *Denial of Service (DoS)*.



- Sahkan sokongan untuk ciri keselamatan seperti pengesahan 802.1X, penapisan alamat *Media Access Control Address (MAC)* dan kawalan akses berdasarkan peranan *Role-based Access Control (RBAC)* untuk meningkatkan keselamatan rangkaian.

#### ix. Sokongan Pembekal dan Halatuju Masa Hadapan (*Future Roadmap*)

- Nilai reputasi, kebolehpercayaan dan sokongan yang disediakan oleh pembekal suis pengedaran (*distribution switch*).
- Nilai komitmen pembekal terhadap pembangunan produk yang berterusan, kemas kini *firmware*, pembaikan *bug* dan kesesuaian dengan teknologi yang sedang berkembang.

#### **Nota:**

Untuk menilai keperluan rangkaian dan memilih suis pengedaran (*distribution switch*) yang sejajar dengan keperluan khusus, pastikan faktor seperti kepadatan *port*, kapasiti pautan naik (*uplink*), kebolehdurusan penghalaan (*routing*), sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)*, *Quality of Service (QoS)* dan ciri keselamatan untuk memastikan sambungan rangkaian yang cekap dan boleh dipercayai.



c. **Distribution Switch** dengan **spesifikasi HIGH** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

- |  |  |
|--|--|
| <b>Capacity and Performance</b>          | : - Switching capacity: Min 1.76 Tb/s<br>- Throughput/Forwarding rates: Min 759 Mpps   |
| <b>Port Type and Density</b>             | : - 48 ports<br>- Support SFP+, QSFP+ and QSFP28 ports   |
| <b>Uplink Capacity</b>                   | : Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology  |
| <b>Routing Layer 3 Ability</b>           | : Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN), Open Shortest Path First (OSPF) or Border Gateway Protocol (BGP)  |
| <b>Virtual Local Area Network (VLAN)</b> | : Supported  |
| <b>Quality of Service (QoS)</b>          | : Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control   |
| <b>Redundancy and High Availability</b>  | : - Redundant and hot-swappable power supplies<br>- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)<br>- In-Service Software Upgrade (ISSU) |



- Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring
- Safety Features** : - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection
- Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)
- Supplier Support and Future Roadmap** : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



d. **Distribution Switch** dengan **spesifikasi MEDIUM** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

- |  |  |
|--|--|
| <b>Capacity and Performance</b>          | : - Switching capacity: Min 880 Gbps<br>- Throughput/Forwarding rates: Min 660 Mpps  |
| <b>Port Type and Density</b>             | : - 48 ports<br>- Support SFP+, QSFP+ and QSFP28 ports   |
| <b>Uplink Capacity</b>                   | : Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology  |
| <b>Routing Layer 3 Ability</b>           | : Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN), Open Shortest Path First (OSPF) or Border Gateway Protocol (BGP)  |
| <b>Virtual Local Area Network (VLAN)</b> | : Supported  |
| <b>Quality of Service (QoS)</b>          | : Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control   |
| <b>Redundancy and High Availability</b>  | : - Redundant and hot-swappable power supplies<br>- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)<br>- In-Service Software Upgrade (ISSU) |



- Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring
- Safety Features** : - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection
- Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)
- Supplier Support and Future Roadmap** : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



e. **Distribution Switch** dengan **spesifikasi LOW** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

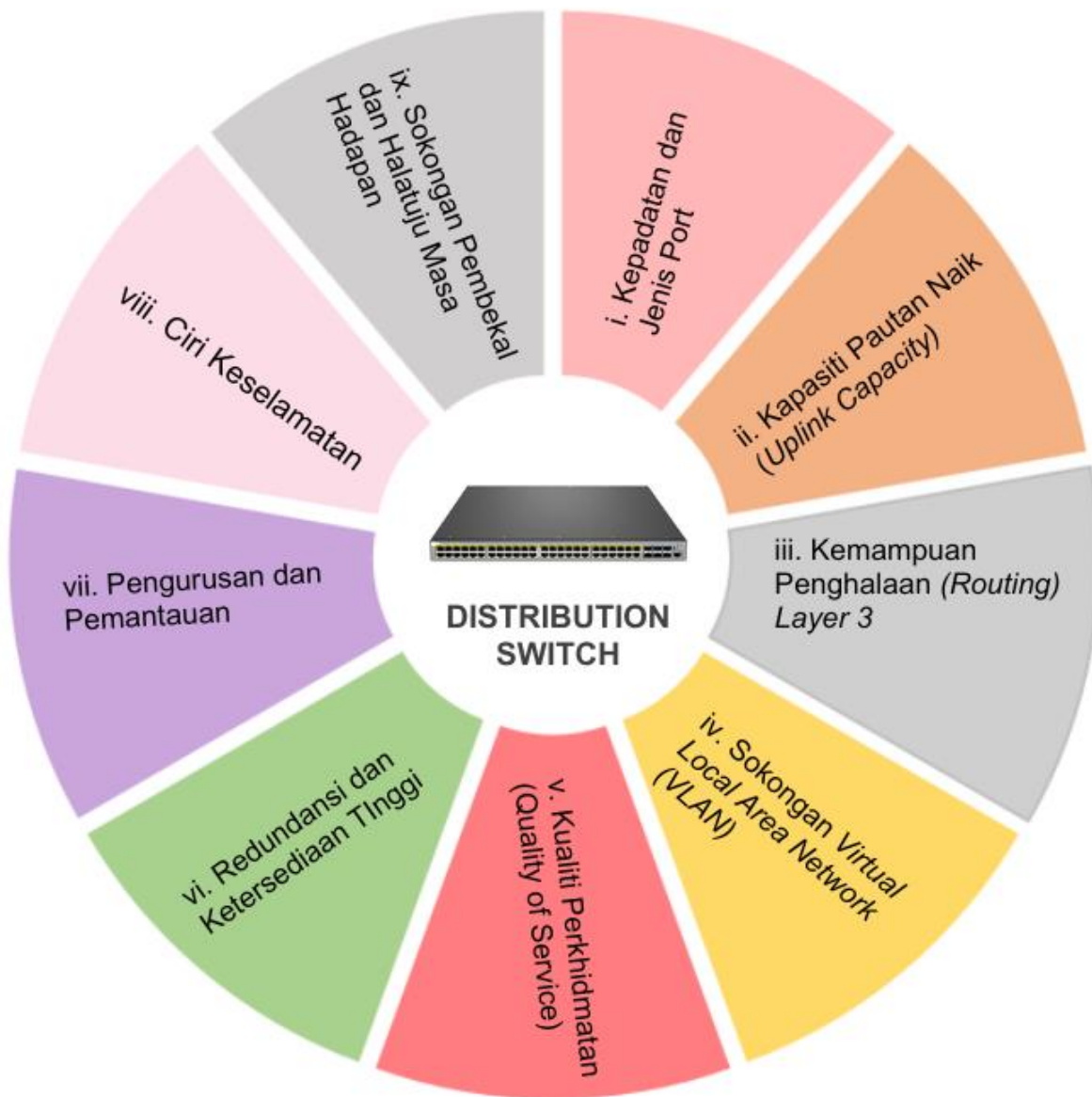
- |  |  |
|--|--|
| <b>Capacity and Performance</b>          | : - Switching capacity: Min 780 Gbps<br>- Throughput/Forwarding rates: Min 660 Mpps  |
| <b>Port Type and Density</b>             | : - 24 ports<br>- Support SFP/SFP+ and QSFP+/QSFP28 ports (optional 1GBASE-T SFP and SFP+)   |
| <b>Uplink Capacity</b>                   | : Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology  |
| <b>Routing Layer 3 Ability</b>           | : Routing Layer 3 supported such as Virtual Local Area Network (VLAN), Open Shortest Path First (OSPF) or Border Gateway Protocol (BGP)  |
| <b>Virtual Local Area Network (VLAN)</b> | : Supported  |
| <b>Quality of Service (QoS)</b>          | : Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control   |
| <b>Redundancy and High Availability</b>  | : - Redundant and hot-swappable power supplies<br>- Supported for High Availability (HA) such as Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)<br>- In-Service Software Upgrade (ISSU) |



- Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring
- Safety Features** : - Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection
- Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC).
- Supplier Support and Future Roadmap** : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



- f. Rajah 6 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan *distribution switch* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 6: Ringkasan spesifikasi peralatan *distribution switch*



### 2.3.1.3 ACCESS SWITCH



Rajah 7: Perkakasan access switch

#### Definisi

*Access switch* ataupun suis akses (seperti di Rajah 7) adalah satu peralatan rangkaian yang terletak di hujung rangkaian, biasanya berdekatan dengan peralatan pengguna akhir.

Peranan utamanya adalah untuk menyediakan akses rangkaian kepada peranti pengguna akhir dalam VLAN (Rangkaian Kawasan Tempatan Maya) tertentu dan menghantar trafik di antara peranti-peranti ini dan seluruh rangkaian.

- a. *Access Switch* dan ciri-cirinya adalah seperti berikut:
  - i. *Access Switch* dengan spesifikasi **HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
  - ii. *Access Switch* dengan spesifikasi **MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
  - iii. *Access Switch* dengan spesifikasi **LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.



b. Berikut adalah panduan spesifikasi untuk **suis akses (*access switch*)**, yang bertanggungjawab untuk menyambungkan peranti pengguna akhir ke rangkaian yang perlu dipertimbangkan:

**i. Kepadatan dan Jenis *Port***

- Nilai jumlah dan jenis *port* yang diperlukan dalam rangkaian. Pastikan keperluan semasa dan potensi pertumbuhan masa hadapan.
- Tentukan kombinasi port tembaga (*copper port*) *Ethernet* dan fiber yang diperlukan untuk memenuhi keperluan sambungan yang berbeza.

**ii. Sokongan *Power over Ethernet (PoE)***

- Apabila merancang untuk menyambungkan peranti yang menggunakan *Power over Ethernet (PoE)* seperti telefon IP (*Internet Protocol*), titik akses tanpa wayar (*access point*) atau kamera IP (*Internet Protocol*) ke suis akses (*access switch*), pastikan suis tersebut menyokong *Power over Ethernet (PoE)* dan *Power over Ethernet+ (PoE+)* untuk menyediakan kuasa dan sambungan data melalui kabel *Ethernet*.
- Pastikan kapasiti kuasa suis untuk memastikan ia dapat memberikan kuasa yang mencukupi kepada semua peranti *Power over Ethernet (PoE)* yang disambungkan.



### iii. Kapasiti Pautan Naik (*Uplink Capacity*)

- Nilai kapasiti pautan naik (*uplink capacity*) suis akses (*access switch*) untuk memastikan lebar jalur (*bandwidth*) yang mencukupi bagi sambungan ke suis pengedaran (*distribution switch*) atau infrastruktur rangkaian peringkat yang lebih tinggi.
- Pastikan jenis antara muka pautan naik (*uplink interface*) yang diperlukan seperti *Gigabit Ethernet*, *10 Gigabit Ethernet* atau antara muka fiber optik (*fiber optic interface*) dan teknologi yang baharu seperti *Link Aggregation Control Protocol (LACP)*.

### iv. Sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)*

- Pastikan suis akses (*access switch*) menyokong jumlah *Virtual Local Area Network (VLAN)* yang mencukupi untuk memenuhi keperluan pembahagian dan pengasingan rangkaian.
- Ciri seperti *trunking Virtual Local Area Network (VLAN)*, penandaan *Virtual Local Area Network (VLAN)* dan sokongan untuk Kualiti Perkhidmatan *Quality of Services (QoS)* berdasarkan *Virtual Local Area Network (VLAN)*.

### v. Kualiti Perkhidmatan *Quality of Services (QoS)*

- Pastikan bahawa suis akses (*access switch*) menyediakan kemampuan *Quality of Services (QoS)* untuk mengutamakan trafik berdasarkan kriteria yang berbeza seperti jenis aplikasi, *Virtual Local Area Network (VLAN)*, atau kumpulan pengguna.



- Ciri-ciri seperti pengkelasan trafik, mekanisme aturan (*queuing mechanism*) dan pengurusan lebar jalur (*bandwidth*) untuk mengoptimumkan prestasi rangkaian untuk aplikasi penting.

#### vi. Ciri Keselamatan

- Suis akses (*access switch*) dengan ciri keselamatan yang mantap, termasuk senarai kawalan akses *Access Control List (ACL)*, keselamatan *port* dan perlindungan daripada serangan *Denial of Service (DoS)*.
- Pastikan sokongan untuk ciri seperti pengesahan 802.1X, penapisan alamat *Media Access Control Address (MAC)* dan kawalan akses berdasarkan peranan *Role-based Access Control (RBAC)* untuk meningkatkan keselamatan rangkaian.

#### vii. Pengurusan dan Pemantauan

- Pastikan bahawa suis akses (*access switch*) menyokong ciri pengurusan yang baik seperti *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, *Command-Line Interface (CLI)* dan antara muka berasaskan web (*Web-based interface*) untuk konfigurasi dan pemantauan.
- Pastikan suis (*switch*) yang menawarkan kemampuan pemantauan yang canggih seperti analisis lalu lintas (trafik), statistik prestasi dan pemantauan kesihatan rangkaian (*network health*).



### viii. Redundansi dan Ketersediaan Tinggi

- Periksa sama ada suis akses (*access switch*) menyokong lebih bekalan kuasa, komponen yang boleh ditukar secara “*hot-swappable*” dan penggabungan pautan untuk ketersediaan tinggi.
- Sokongan protokol seperti *Spanning Tree Protocol (STP)* IEEE 802.1D atau *Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)* IEEE 802.1w untuk memastikan pemulihan rangkaian dan ketahanan rangkaian.

### ix. Kecekapan Tenaga

- Suis akses (*access switch*) yang mematuhi piawaian tenaga yang cekap seperti *Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az* untuk mengurangkan penggunaan kuasa dan mengurangkan kos operasi.
- Pastikan suis (*switch*) dengan ciri pengurusan kuasa yang terbina seperti mod tidur (*sleep mode*) *port* atau peruntukan kuasa dinamik.

### x. Sokongan Pembekal dan Halatuju Masa Depan

- Nilai reputasi, kebolehpercayaan dan sokongan yang disediakan oleh pembekal suis akses (*access switch*).
- Nilai komitmen pembekal terhadap pembangunan produk yang berterusan, kemas kini *firmware*, pembaikan *bug* dan kesesuaian dengan teknologi yang sedang berkembang.



**Nota:**

Dalam menilai keperluan rangkaian dan memilih suis akses (*access switch*) yang sejajar dengan keperluan khusus, pastikan faktor seperti kepadatan *port*, sokongan *Power over Ethernet (PoE)*, kapasiti pautan naik, sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)*, *Quality of Services (QoS)*, ciri keselamatan dan keupayaan pengurusan untuk memastikan sambungan yang cekap dan boleh dipercayai bagi peranti pengguna akhir (*end-user*).



c. **Access Switch** dengan **spesifikasi HIGH** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

<b>Capacity and Performance</b>	: Switching capacity: Min 176 Gbps Throughput/Forwarding rates: Min 130.9 Mpps
<b>Port Type and Density</b>	: - 24 or 48 PoE+ ports - PoE+ ports support 1G RJ45, 1G/2.5G RJ45 and 1G/10G SFP+
<b>Power over Ethernet (PoE) or Power Over Ethernet+ (PoE+)</b>	: Supported
<b>Uplink Capacity</b>	: Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology
<b>Virtual Local Area Network (VLAN)</b>	: Supported
<b>Quality of Service (QoS)</b>	: Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control.
<b>Safety Features</b>	: Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection. Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC).



**Network Management and Monitoring**

- : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring.
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring

**Redundancy and High Availability**

- : - Redundant and hot-swappable power supplies
- Supported for High Availability (HA) such as Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D or Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.1w

**Energy Efficient**

- : Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
- Sleep mode port or dynamic power allocation

**Supplier Support and Future Roadmap**

- : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



d. **Access Switch** dengan **spesifikasi MEDIUM** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

- Capacity and Performance** : Switching capacity: Min 104 Gbps  
Throughput/Forwarding rates: Min 77.4 Mpps
- Port Type and Density** : - 24 or 48 PoE+ ports  
- PoE+ port support 1G RJ45 and 1G/10G SFP+
- Power over Ethernet (PoE) or Power Over Ethernet+ (PoE+)** : Supported
- Uplink Capacity** : Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology
- Virtual Local Area Network (VLAN)** : Supported
- Quality of Service (QoS)** : Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control
- Safety Features** : Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection  
Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)



- Network Management and Monitoring** : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring
- Redundancy and High Availability** : - Redundant and hot-swappable power supplies
- Supported for High Availability (HA) such as Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D or Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.1w
- Energy Efficient** : Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
- Sleep mode port or dynamic power allocation
- Supplier Support and Future Roadmap** : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



e. **Access Switch** dengan **spesifikasi LOW** hendaklah memenuhi spesifikasi minimum berikut:

<b>Capacity and Performance</b>	: Switching capacity: Min 56 Gbps Throughput/Forwarding rates: Min 41.7 Mpps
<b>Port Type and Density</b>	: - 24 PoE+ ports - PoE+ port support 1G RJ45 and 1G/10G SFP+
<b>Power over Ethernet (PoE) or Power Over Ethernet+ (PoE+)</b>	: Supported
<b>Uplink Capacity</b>	: Minimum uplink 10Gbps or 2x10Gbps by Link Aggregation Control Protocol (LACP) (IEEE 802.3ad) or equivalent technology
<b>Virtual Local Area Network (VLAN)</b>	: Supported
<b>Quality of Service (QoS)</b>	: Comes with traffic classification specifications such as queuing mechanism and bandwidth control
<b>Safety Features</b>	: Equipped with enhanced safety features such as Access Control List (ACL), Virtual Local Area Network (VLAN), port security and Denial of Service (DoS) protection Authentication standards such as 802.1X, address filtering, Media Access Control (MAC) and Role-Based Access Control (RBAC)



**Network Management and Monitoring**

- : - Support for Simple Network Management Protocol (SNMP), Command Line Interface (CLI) and web interface for configuration and monitoring.
- Some of advanced monitoring capabilities such as traffic analysis, performance statistics and network health monitoring

**Redundancy and High Availability**

- : - Redundant and hot-swappable power supplies
- Supported for High Availability (HA) such as Spanning Tree Protocol (STP) IEEE 802.1D or Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) IEEE 802.1w

**Energy Efficient**

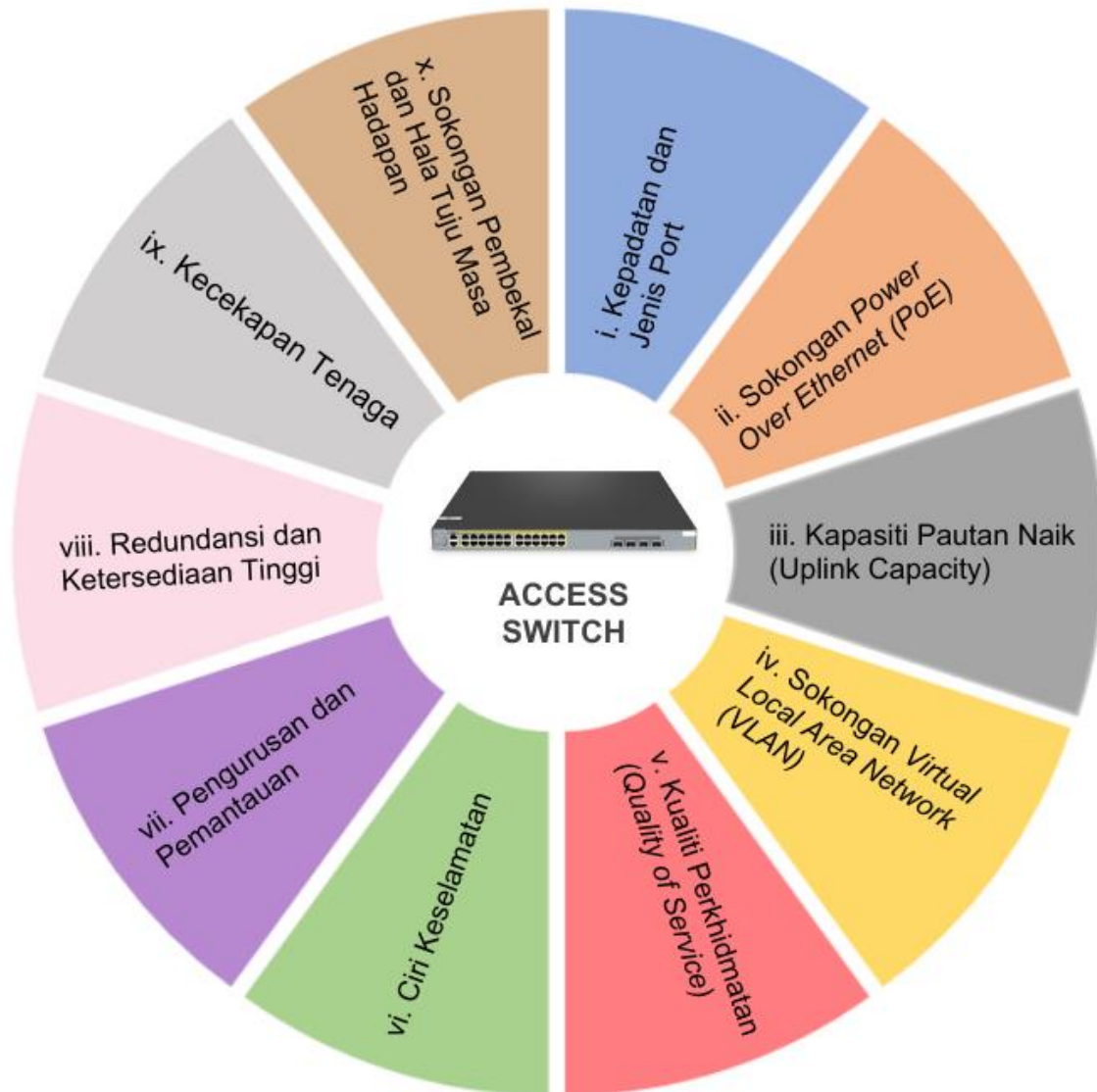
- : Energy-Efficient Ethernet (IEEE) 802.3az
- Sleep mode port or dynamic power allocation

**Supplier Support and Future Roadmap**

- : Firmware upgrade, bug fixing and relevance with emerging technologies



- f. Rajah 8 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan access switch yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 8: Ringkasan spesifikasi peralatan access switch



### 2.3.2 TRANSCEIVER MODULE



*Rajah 9: Perkakasan transceiver*

#### **Definisi**

*Transceiver*, singkatan daripada "*transmitter-receiver*" (seperti di Rajah 9) adalah perkakasan rangkaian yang menggabungkan kedua-dua pemancar dan penerima ke dalam satu unit tunggal. Ia direka untuk menghantar data atau isyarat dari satu lokasi dan menerima data atau isyarat dari lokasi lain secara serentak atau pada masa yang berbeza.

Peranan utamanya adalah untuk memastikan pertukaran data antara peranti dengan menukar isyarat elektrik, optik, atau radio menjadi format yang boleh dihantar melalui medium komunikasi tertentu dan menginterpretasikan isyarat yang masuk untuk pemprosesan atau paparan



a) Terbahagi kepada dua (2) modul iaitu:

i. Modul *transceiver* mod tunggal (single mode). Ciri-cirinya adalah seperti berikut:

- Transceiver modul *single mode* dengan **spesifikasi HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**
- Transceiver modul *single mode* dengan **spesifikasi MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
- Transceiver modul *single mode* dengan **spesifikasi LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.

ii. Modul *transceiver* mod berbilang (multimode). Ciri-cirinya adalah seperti berikut:

- Transceiver modul *multimode* dengan **spesifikasi HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
- Transceiver modul *multimode* dengan **spesifikasi MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
- Transceiver modul *multimode* dengan **spesifikasi LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.



b) Berikut adalah panduan spesifikasi pemancar penerima (*transceiver*) untuk peralatan rangkaian yang perlu dipertimbangkan:

**i. Faktor Bentuk (*Form Factor*)**

- Tentukan faktor bentuk yang sesuai untuk peralatan. Faktor bentuk yang biasa untuk pemancar penerima termasuk *Small Form-factor Pluggable (SFP)*, *Small Form-factor Pluggable + (SFP+)*, *Quad Small Form-factor Pluggable (QSFP)* dan *10 Gigabit Small Form-factor Pluggable (XFP)*.

**ii. Kadar Data dan Protokol**

- Periksa kadar data yang disokong dan keserasian protokol pemancar penerima. Pastikan ia selari dengan keperluan peralatan rangkaian dan kelajuan transmisi (*transmission*) yang diinginkan.

**iii. Jenis Serat (*Fiber*) dan Jarak**

- Kenal pasti jenis serat optik (*fiber optic*) yang diperlukan dalam rangkaian seperti fiber optik *single-mode* atau *multimode*. Pastikan pemancar penerima (*transceiver*) itu sesuai dengan jenis fiber optik yang dipilih.
- Pastikan jarak maksimum yang disokong oleh pemancar penerima (*transceiver*). Pemancar penerima (*transceiver*) yang berbeza mempunyai keupayaan jangkauan yang berbeza, jadi pilih pemancar penerima (*transceiver*) yang sesuai untuk jarak transmisi (*transmission*) yang diinginkan.



#### iv. Jenis Penghubung (*Connector*)

- Tentukan jenis penghubung (*connector*) yang diperlukan untuk kabel fiber optik seperti *Lucent Connector (LC)* atau *Subscriber Connector (SC)*. Pastikan pemancar penerima (*transceiver*) mempunyai jenis penghubung (*connector*) yang bersesuaian.

#### v. Panjang Gelombang (*Wavelength*)

- Tentukan panjang gelombang (*wavelength*) yang diperlukan untuk rangkaian. Panjang gelombang (*Wavelength*) yang biasa termasuk 850nm (*multimode* jarak pendek), 1310nm (*multimode* jarak jauh) dan 1550nm (*single-mode* jarak jauh). Pilih pemancar penerima (*transceiver*) dengan panjang gelombang (*wavelength*) yang sesuai dengan keperluan rangkaian.

#### vi. Pemantauan Diagnostik Digital (*Digital Diagnostics Monitoring, DDM*)

- Pastikan sama ada memerlukan pemancar penerima (*transceiver*) dengan fungsi *Digital Diagnostics Monitoring (DDM)*. *Digital Diagnostics Monitoring (DDM)* membolehkan pemantauan dan pelaporan diagnostik masa nyata seperti suhu, voltan dan tahap kuasa optik, membantu dalam penyelesaian masalah (*troubleshooting*) rangkaian dan pemantauan prestasi.



#### **vii. Keserasian (*Compatibility*)**

- Pastikan pemancar penerima (*transceiver*) sesuai dengan peralatan rangkaian yang khusus, termasuk *switch*, penghala (*router*) atau kad antara muka rangkaian *Network Interface Card (NIC)*. Rujuk dokumen atau pembekal untuk mengesahkan kesesuaian.

#### **viii. Kualiti dan Kebolehpercayaan**

- Pilih pemancar penerima (*transceiver*) dari pembekal yang diiktiraf kerana menghasilkan produk rangkaian berkualiti tinggi dan boleh dipercayai. Pastikan faktor seperti jaminan, pensijilan produk dan ulasan pelanggan untuk menilai kualiti dan kebolehpercayaan pemancar penerima (*transceiver*).

#### **ix. Sokongan Pembekal (*Provider*)**

- Nilai perkhidmatan sokongan yang ditawarkan oleh pembekal pemancar penerima (*transceiver*). Sokongan teknikal yang responsif, kemas kini *firmware* dan jaminan keserasian yang disediakan oleh pembekal.

#### **x. Pertimbangan Kos**

- Bandingkan harga daripada pelbagai pembekal sambil mempertimbangkan spesifikasi dan ciri yang disediakan. Walau bagaimanapun, waspada terhadap pemancar penerima (*transceiver*) yang sangat murah kerana mereka mungkin berkompromi mengenai kualiti dan prestasi.



**Nota:**

Penting untuk berunding dengan pakar rangkaian atau pembekal yang dipercayai untuk memastikan pemancar penerima (*transceiver*) yang dipilih serasi dengan peralatan rangkaian dan memenuhi keperluan khusus. Selain itu, disyorkan untuk mematuhi cadangan dan panduan pembekal peralatan untuk pemilihan pemancar penerima (*transceiver*) untuk memastikan prestasi dan keserasian yang optimum.



c) Pengelasan *transceiver* bagi modul *single mode* mengikut kategori **HIGH**, **MEDIUM** dan **LOW** adalah seperti berikut:

i. *Transceiver* modul *single mode* spesifikasi **HIGH**

<b>Form Factor</b>	:	SFP28
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	25.78 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OS1 or OS2, 10km maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC
<b>Wavelength</b>	:	1310nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring.
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



ii. **Transceiver** modul **single mode** spesifikasi **MEDIUM**

<b>Form Factor</b>	:	SFP+
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	10 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OS1 or OS2, 120km maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC
<b>Wavelegth</b>	:	1310nm, 1550nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



iii. **Transceiver** modul **single mode** spesifikasi **LOW**

<b>Form Factor</b>	:	SFP
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	1 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OS1 or OS2, 160 km maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC, SC
<b>Wavelegth</b>	:	1310nm, 1550nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



d) Pengkelasan **transceiver** bagi modul **multimode** mengikut kategori **HIGH**, **MEDIUM** dan **LOW** adalah seperti berikut:

i. **Transceiver** modul **multimode** spesifikasi **HIGH**

<b>Form Factor</b>	:	SFP28
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	25.78 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OM3 or OM4, 200m maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC
<b>Wavelength</b>	:	850nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring.
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



ii. **Transceiver** modul **multimode** spesifikasi **MEDIUM**

<b>Form Factor</b>	:	SFP+
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	10 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OM3 or OM4, 200m maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC
<b>Wavelength</b>	:	850nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



iii. **Transceiver** modul **multimode** spesifikasi **LOW**

<b>Form Factor</b>	:	SFP
<b>Data Rate and Protocol</b>	:	1 Gbps
<b>Fiber Type and Distance</b>	:	OM1 or OM2, 500m maximum distance
<b>Connector</b>	:	LC, SC
<b>Wavelength</b>	:	850nm
<b>Digital Diagnostics Monitoring (DDM) if needed</b>	:	DDM enable monitoring and diagnostics reporting such as temperature, voltage and power optic level which assist in network troubleshooting and performance monitoring
<b>Compatibility</b>	:	Compatible with related switch, router or Network Interface Card (NIC)
<b>Quality and Trust</b>	:	Certified producer such as comes with warranty, product certificate and customer review
<b>Supplier Support</b>	:	Firmware update and compatibility guarantee



e) Rajah 10 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan *transceiver* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 10: Ringkasan spesifikasi peralatan *transceiver*



### 2.3.3 ACCESS POINT

#### Definisi

- a) *Access Point* ataupun titik akses adalah peralatan rangkaian yang membolehkan peranti-peranti yang mempunyai keupayaan tanpa wayar seperti telefon pintar, komputer riba dan tablet, untuk menyambung kepada rangkaian berkabel, biasanya melalui Wi-Fi. Peranan utamanya adalah penting dalam menyediakan sambungan tanpa wayar di ruang dalam atau ruang luar di mana rangkaian tanpa wayar diperlukan.
- b) Wi-Fi hendaklah mematuhi versi terkini standard IEEE 802.11 dan menyokong Frequency Band 2.4 Ghz dan/atau 5 Ghz dan/atau 6 Ghz.
- c) Wi-Fi terbahagi kepada dua (2) kategori iaitu *Indoor* dan *Outdoor* bergantung kepada keperluan fasiliti KKM.



d) Generasi rangkaian wayarles adalah seperti di Rajah 11 yang berikut:

Wi-Fi generations					
	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6E	Wi-Fi 7
Launch Date	2007	2013	2019	2021	2024
IEEE Standard	802.11n	802.11ac	802.11ax		802.11be
Max Data Rate	1.2 Gbps	3.5 Gbps	9.6 Gbps		46 Gbps
Bands	2.4 GHz and 5 GHz	5 GHz	2.4 GHz and 5 GHz	6 GHz	1 – 7.25 GHz (including 2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz bands)
Security	WPA 2	WPA 2	WPA 3		WPA 3
Channel Size	20, 40 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	Up to 320 MHz
Modulation	64-QAM OFDM	256-QAM OFDM	1024-QAM OFDMA		4096-QAM OFDMA (with extensions)
MIMO	4x4 MIMO	4x4 MIMO, DL MU-MIMO	8x8 UL/DL MU-MIMO		16x16 MU-MIMO

Rajah 11: Generasi Rangkaian Wayarles



### 2.3.3.1 ACCESS POINT (INDOOR)



Rajah 12: Perkakasan access point (Indoor)

#### Definisi

*Access Point indoor* ataupun titik akses dalaman (seperti di Rajah 12) adalah sebuah peralatan rangkaian yang direka khas untuk persekitaran dalam bangunan dan membolehkan peranti-peranti yang mempunyai keupayaan tanpa wayar untuk menyambung kepada rangkaian berkabel menggunakan teknologi Wi-Fi.

Peranan utamanya adalah bertindak sebagai perantara antara infrastruktur rangkaian berkabel dan peranti-peranti tanpa wayar, membolehkan mereka mengakses sumber-sumber rangkaian dan berkomunikasi secara tanpa wayar dalam sebuah bangunan atau ruang dalam.

- a) *Access Point (Indoor)* dan ciri-cirinya adalah seperti berikut:
  - i. *AP Indoor* dengan **spesifikasi HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti yang banyak, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur besar dan kawasan liputan yang lebih luas.



- ii. *AP Indoor* dengan **spesifikasi MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sedehana** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti dengan bilangan sederhana, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur sederhana dan kawasan liputan yang sederhana.
  
- iii. *AP Indoor* dengan **spesifikasi LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti yang sedikit, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur rendah dan kawasan liputan yang kecil.

**Nota:**

Pemilihan spesifikasi *Access Point* boleh berubah bergantung kepada keluasan kawasan yang perlu diliputi berdasarkan keperluan di fasiliti.



b) Berikut adalah panduan spesifikasi titik akses dalaman (*access point indoor*) untuk rangkaian tanpa wayar (*wireless network*) yang perlu dipertimbangkan:

**i. Piawaian Tanpa Wayar**

- Pastikan titik akses (*access point*) menyokong piawaian tanpa wayar terkini seperti IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7), untuk menyediakan sambungan tanpa wayar yang pantas dan cekap.

**ii. Jalur Frekuensi Tanpa Wayar**

- Tentukan sama ada titik akses (*access point*) beroperasi dalam jalur frekuensi 2.4GHz/5GHz/6GHz. Titik akses (*Access point*) *dual-band* menawarkan fleksibiliti yang lebih tinggi dan boleh menyokong jumlah peranti yang lebih besar.

**iii. Kadar Pemindahan Data**

- Pastikan kadar pemindahan data maksimum yang disokong oleh titik akses. Titik akses (*access point*) yang dapat mengendalikan keperluan jalur lebar yang diingini untuk rangkaian seperti 1 Gbps atau lebih tinggi.

**iv. Antena dan Liputan**

- Nilai bilangan dan jenis antena pada titik akses (*access point*). Antena berganda (*multiple antenna*) boleh meningkatkan kekuatan isyarat, liputan dan kepelbagaian ruang.



- Pastikan kawasan liputan yang diperlukan dalam rangkaian dan pilih titik akses (*access point*) dengan konfigurasi antena yang sesuai untuk liputan yang optimum.
- Pastikan signal liputan sekurang-kurangnya -67dBm.
- Pastikan signal liputan hanya ke kawasan yang memerlukan dan sesuai sahaja bagi meminimakan risiko cubaan pencerobohan melalui rangkaian wayarles.

#### v. Sokongan *Power over Ethernet (PoE)*

- Tentukan jika memerlukan fungsi *Power over Ethernet (PoE)* untuk memberi daya kepada titik akses (*access point*) melalui kabel *Ethernet*, yang memudahkan pemasangan dan mengurangkan keperluan untuk soket tenaga tambahan.

#### vi. Ciri Keselamatan

- Sahkan bahawa titik akses (*access point*) menyokong protokol keselamatan terkini seperti WPA3 (*Wi-Fi Protected Access 3*) untuk memastikan komunikasi tanpa wayar yang selamat.
- Ciri-ciri seperti penapisan alamat *Media Access Control (MAC)*, pilihan penyulitan (*encryption option*) dan keupayaan rangkaian tetamu untuk meningkatkan keselamatan rangkaian.
- Keupayaan integrasi dengan direktori server untuk kawalan akses melalui identiti pengguna.



## vii. Pengurusan dan Pemantauan

- Periksa keupayaan pengurusan pusat yang membolehkan pengurusan dan pemantauan beberapa titik akses (*access point*) dari antaramuka tunggal (*single interface*) yang memudahkan pentadbiran rangkaian.
- Pastikan titik akses (*access point*) yang menyokong pengurusan dan pemantauan jarak jauh untuk memudahkan penyelenggaraan dan konfigurasi.

## viii. Mobiliti dan *Roaming*

- Titik akses (*access point*) yang menyokong *roaming* yang lancar, membolehkan peranti mengekalkan sambungan ketika berpindah antara titik akses (*access point*) tanpa gangguan.

## ix. Kebolehskalaan dan Kebolehkembangan

- Pastikan kebolehskalaan penyelesaian titik akses (*access point*), terutamanya jika meramalkan pertumbuhan rangkaian. Titik akses (*access point*) yang boleh ditambah atau digabungkan dengan mudah ke dalam infrastruktur rangkaian yang lebih besar.

## x. Sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)* dan *Quality of Service (QoS)*

- Sahkan jika titik akses (*access point*) menyokong fungsi *Virtual Local Area Network (VLAN)*, membolehkan pemisahan dan pengurusan lalu lintas rangkaian secara berkesan.



- Ciri-ciri *Quality of Service (QoS)* yang memberikan keutamaan kepada jenis trafik rangkaian tertentu dan memastikan prestasi optimum.

#### **xi. Fungsi Rangkaian Tetamu (*Guest Network Functionality*)**

- Sekiranya perlu menyediakan akses tanpa wayar (*wireless*) kepada tetamu, titik akses (*access point*) perlu menawarkan fungsi rangkaian tetamu terbina (*built-in guest network*) dengan portal log masuk yang boleh diubah suai, *Service Set Identifier (SSID)* yang berasingan dan pemisahan trafik tetamu (*guest network functionality*).

#### **xii. Sokongan Pembekal dan Reputasi**

- Nilai reputasi dan perkhidmatan sokongan yang ditawarkan oleh pembekal titik akses (*access point supplier*). Pastikan faktor seperti jaminan, sokongan teknikal, kemas kini *firmware* dan kebolehpercayaan.

#### **Nota:**

Spesifikasi ini boleh berubah berdasarkan keperluan rangkaian yang khusus dan saiz pelaksanaan. Disyorkan untuk berunding dengan pakar rangkaian atau pembekal yang dipercayai untuk memilih (*access point*) yang paling sesuai dengan keperluan organisasi.



c) Access **Point (Indoor)** dengan **spesifikasi HIGH** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 2.4GHz / 5GHz / 6GHz to support all appliances
<b>Data Transfer Rate</b>	: 2.4 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 1.147 Gbps 5 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 4.8 Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.92 dBi/6.1 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3 - Equipped with address filtering such as Media Access Control (MAC) and encryption option
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade



- Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)** : Supported
  
- Guest Network Functionality** : Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic
  
- Supplier support and Reputation** : Warranty, technical support, firmware upgrade and trust



d) **Access Point (Indoor)** dengan **spesifikasi MEDIUM** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 2.4GHz / 5GHz / 6GHz to support all appliances
<b>Data Transfer Rate</b>	: 2.4 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 573 Mbps 5 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 4.8 Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.0 dBi/4.7 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3 - Equipped with address filtering such as Media Access Control (MAC) and encryption option
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade



- Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)** : Supported
- Guest Network Functionality** : Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic
- Supplier support and Reputation** : Warranty, technical support, firmware upgrade and trust



e) **Access Point (Indoor)** dengan **spesifikasi LOW** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 2.4GHz / 5GHz / 6GHz to support all appliances
<b>Data Transfer Rate</b>	: 2.4 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 573 Mbps 5 GHz radio: 802.11ax/be 4x4 up to 1.2 Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.3 dBi/4.3 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3 - Equipped with address filtering such as Media Access Control (MAC) and encryption option
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade



- Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)** : Supported
- Guest Network Functionality** : Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic
- Supplier support and Reputation** : Warranty, technical support, firmware upgrade and trust



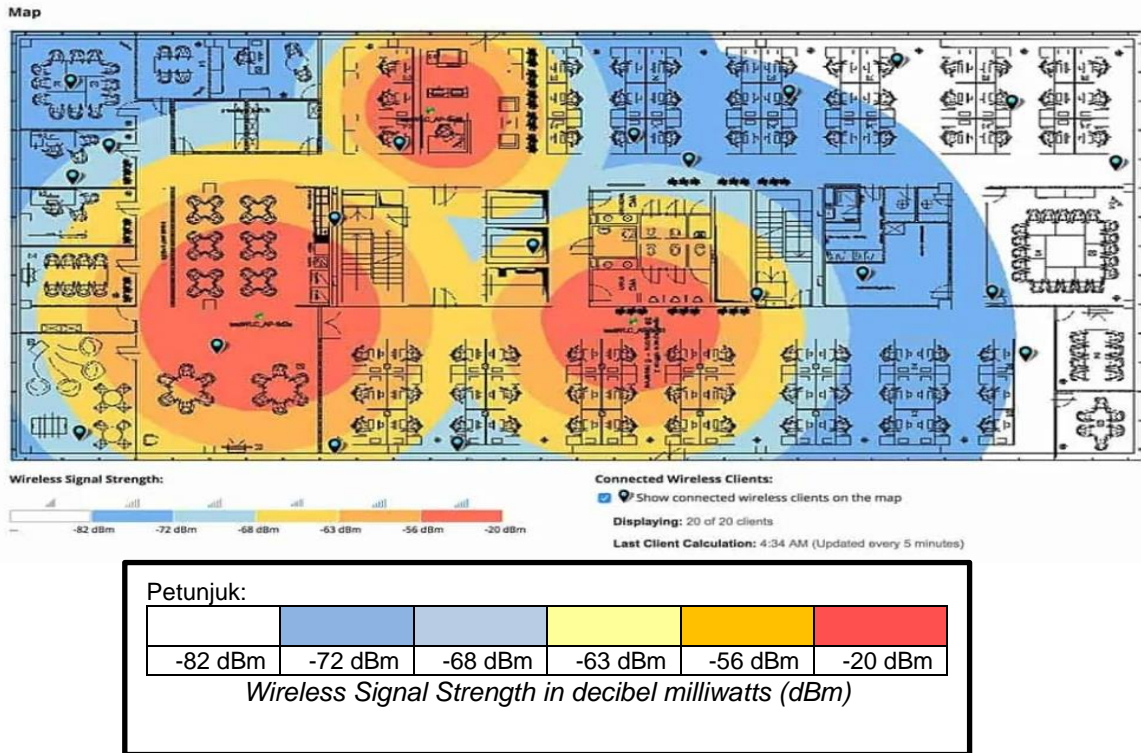
- f) Bagi mendapatkan jarak yang sesuai untuk menentukan bilangan **kuantiti AP** yang perlu digunakan, pengguna boleh menggunakan pengukuran melalui kaedah **heatmap**. Contoh rajah **heatmap** adalah seperti di Rajah 13.



Rajah 13: Heatmap mengikut aras dalam bangunan



g) *Heatmap* boleh dilaksanakan menggunakan perisian secara langganan atau percuma. Contoh *heatmaps tools* yang boleh digunakan adalah *Ekahau AI Pro*. Contoh hasil heatmap adalah seperti di Rajah 14.



Rajah 14: Contoh hasil Heatmap



h) Bagi mendapatkan penempatan **lokasi AP** dan **kuantiti AP** yang sesuai, perbandingan keputusan *heatmap* hendaklah dilaksanakan dengan menunjukkan rajah *heatmap* sedia ada (AS-IS) (seperti di Rajah 15) dan cadangan baharu (TO-BE) (seperti di Rajah 16).



Rajah 15: Heatmap sedia ada (AS-IS)



Rajah 16: Heatmap cadangan baharu (TO-BE)



- i) Rajah 17 menunjukkan ingkasan panduan spesifikasi peralatan *access point (indoor)* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian



Rajah 17: Ringkasan spesifikasi peralatan *access point (Indoor)*



### 2.3.3.2 ACCESS POINT (OUTDOOR)



Rajah 18: Perkakasan access point (Outdoor)

#### Definisi

*Access point outdoor* atau titik akses luaran (seperti di Rajah 18) adalah peralatan rangkaian yang direka untuk persekitaran luar dan berfungsi sebagai titik capaian bagi peranti-peranti yang mempunyai keupayaan tanpa wayar.

Peranan utamanya adalah membolehkan peranti-peranti untuk mengakses rangkaian berkabel menggunakan teknologi Wi-Fi semasa beroperasi di ruang luar. Titik akses tanpa wayar (luaran) biasanya digunakan dalam persekitaran seperti taman, stadium, tempat luar dan untuk memperluaskan liputan Wi-Fi ke kawasan luar.

- a) *Access Point (Outdoor)* dan ciri-cirinya adalah seperti berikut:
  - i. *AP Outdoor* dengan **spesifikasi HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti yang banyak, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur besar dan kawasan liputan yang lebih luas.



- ii. *AP Outdoor* dengan **spesifikasi MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sedehana** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti dengan bilangan sederhana, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur sederhana dan kawasan liputan yang sederhana.
  
- iii. *AP Outdoor* dengan **spesifikasi LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil** iaitu rangkaian wayarles kawasan setempat yang memerlukan sambungan ke peranti yang sedikit, melibatkan capaian yang memerlukan lebar jalur rendah dan kawasan liputan yang kecil.

**Nota:**

Pemilihan spesifikasi *Access Point* boleh berubah bergantung kepada keluasan kawasan yang perlu diliputi berdasarkan keperluan di fasiliti.



b) Berikut adalah panduan spesifikasi titik akses luaran (*access point outdoor*) untuk rangkaian tanpa wayar yang perlu dipertimbangkan:

**i. Piawaian Tanpa Wayar**

- Pastikan titik akses (*access point*) menyokong piawaian tanpa wayar terkini seperti IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7), untuk menyediakan sambungan tanpa wayar yang pantas dan cekap.

**ii. Jalur Frekuensi Tanpa Wayar**

- Tentukan sama ada titik akses (*access point*) beroperasi dalam jalur frekuensi 2.4GHz/5GHz/6GHz. Titik akses (*Access point*) *dual-band* menawarkan fleksibiliti yang lebih tinggi dan boleh menyokong jumlah peranti yang lebih besar.

**iii. Kadar Pemindahan Data**

- Pastikan kadar pemindahan data maksimum yang disokong oleh titik akses. Titik akses perlu dapat mengendalikan keperluan jalur lebar yang diingini untuk rangkaian seperti 1 Gbps atau lebih tinggi.

**iv. Antena dan Liputan**

- Nilai bilangan dan jenis antena pada titik akses(*access point*). Antena berganda (*Multiple antenna*) boleh meningkatkan kekuatan isyarat, liputan dan kepelbagaian ruang.



- Pastikan kawasan liputan yang diperlukan dalam rangkaian dan pilih titik akses (*access point*) dengan konfigurasi antena yang sesuai untuk liputan yang optimum.

#### v. Sokongan *Power over Ethernet (PoE)*

- Tentukan jika memerlukan fungsi *Power over Ethernet (PoE)* untuk memberi daya kepada titik akses (*access point*) melalui kabel *Ethernet*, yang memudahkan pemasangan dan mengurangkan keperluan untuk soket tenaga tambahan.

#### vi. Ciri Keselamatan

- Pastikan bahawa titik akses (*access point*) menyokong protokol keselamatan terkini seperti WPA3 (*Wi-Fi Protected Access 3*) untuk memastikan komunikasi tanpa wayar yang selamat.
- Ciri-ciri seperti penapisan alamat *Media Access Control (MAC)*, pilihan penyulitan (*encryption option*) dan keupayaan rangkaian tetamu untuk meningkatkan keselamatan rangkaian.

#### vii. Pengurusan dan Pemantauan

- Periksa keupayaan pengurusan pusat yang membolehkan pengurusan dan pemantauan beberapa titik akses (*access point*) dari antaramuka tunggal (*single interface*) yang memudahkan pentadbiran rangkaian.



- Pastikan titik akses (*access point*) yang menyokong pengurusan dan pemantauan jarak jauh untuk memudahkan penyelenggaraan dan konfigurasi.

#### **viii. Mobiliti dan *Roaming***

- Titik akses (*access point*) yang menyokong *roaming* yang lancar, membolehkan peranti mengekalkan sambungan ketika berpindah antara titik akses (*access point*) tanpa gangguan.

#### **ix. Kebolehskaaan dan Kebolehkembangan**

- Pastikan kebolehskaaan penyelesaian titik akses (*access point*), terutamanya jika meramalkan pertumbuhan rangkaian. Titik akses (*access point*) perlu boleh ditambah atau digabungkan dengan mudah ke dalam infrastruktur rangkaian yang lebih besar.

#### **x. Sokongan *Virtual Local Area Network (VLAN)* dan *Quality of Service (QoS)***

- Pastikan jika titik akses (*access point*) menyokong fungsi *Virtual Local Area Network (VLAN)*, membolehkan pemisahan dan pengurusan lalu lintas rangkaian secara berkesan.
- Ciri-ciri *Quality of Service (QoS)* yang memberikan keutamaan kepada jenis trafik rangkaian tertentu, memastikan prestasi optimum untuk aplikasi penting.



#### **xi. Fungsi Rangkaian Tetamu (*Guest Network Functionality*)**

- Untuk menyediakan akses tanpa wayar (*wireless*) kepada tetamu, titik akses (*access point*) perlu menawarkan fungsi rangkaian tetamu terbina (*built-in guest network*) dengan portal log masuk yang boleh diubah suai, *Service Set Identifier (SSID)* yang berasingan dan pemisahan trafik tetamu (*guest network functionality*).

#### **xii. Sokongan Pembekal dan Reputasi**

- Nilai reputasi dan perkhidmatan sokongan yang ditawarkan oleh pembekal titik akses (*access point supplier*). Pastikan faktor seperti jaminan, sokongan teknikal, kemas kini *firmware* dan kebolehpercayaan.

#### **xiii. Pemasangan dan Perlindungan Fizikal**

- Titik akses luaran (*Access point outdoor*) direka untuk digunakan di luar bangunan atau dalam persekitaran luaran. Ia direka dengan penekanan pada perlindungan fizikal yang lebih tinggi termasuk keupayaan tahan air, tahan debu, tahan pancaran matahari dan tahan cuaca yang lebih baik.

#### **xiv. Keupayaan Penyesuaian Suhu**

- Titik akses luaran (*Access point outdoor*) direka dengan keupayaan penyesuaian suhu yang lebih ekstrem untuk menghadapi perubahan suhu luaran yang ekstrem seperti cuaca panas atau sejuk.



#### xv. Daya Tahan terhadap Kondisi Alam Sekitar.

- Titik akses luaran (*Access point outdoor*) direka dengan perlindungan yang lebih baik terhadap keadaan alam yang ekstrem. Ia direka untuk tahan air, tahan debu dan mampu bertahan dalam cuaca buruk seperti hujan lebat atau keadaan ekstrem lain.

#### xvi. Jarak dan Daya Rangkai

- Titik akses luaran (*Access point outdoor*) direka dengan daya rangkai yang lebih tinggi, memungkinkan liputan yang lebih luas di luar bangunan. Ia mampu menyediakan perkhidmatan Wi-Fi untuk kawasan luaran yang lebih besar seperti taman, kampus, atau kawasan komuniti.

#### xvii. Kebolehjadian Penyesuaian Signal (*Adaptive Signal Adjustment*)

- Titik akses luaran (*Access point outdoor*) umumnya mempunyai kemampuan penyesuaian signal yang lebih terhad kerana ia cenderung digunakan dalam kawasan dengan kepadatan pengguna yang lebih rendah dan halangan fizikal yang lebih sedikit.

#### Nota:

Pemilihan antara *Access Point (AP) Dalaman (Indoor)* dan *Access Point (AP) Luaran (Outdoor)* bergantung kepada keperluan rangkaian tanpa wayar. Jika memerlukan liputan Wi-Fi di dalam bangunan atau kawasan dalaman, **Access Point (AP) dalaman** lebih sesuai. Namun, jika memerlukan liputan di luar bangunan atau dalam persekitaran luaran seperti taman, kampus, atau kawasan komuniti, **Access Point (AP) luaran** adalah pilihan yang lebih baik.



c) **Access Point (Outdoor)** dengan **spesifikasi HIGH** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 2.4GHz / 5GHz / 6GHz. Dual/Tri-band
<b>Data Transfer Rate</b>	: Throughput: 10.7Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.92 dBi/5.8 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and Roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade
<b>Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)</b>	: Supported
<b>Guest Network Functionality</b>	: Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic



<b>Supplier support</b>	: Warranty, technical support, firmware upgrade and trust
<b>Installation and physical protection</b>	: - Supported in secure public or private cloud - IP67 rated outdoor use
<b>Temperature adjustment suitability</b>	: Operating: -40° C to 60° C (-40° F to + 140 F)
<b>Resilience to Environmental Conditions</b>	: Waterproof, dustproof and capable of withstanding harsh weather, such as heavy rain or other extreme conditions
<b>Range and Signal strength</b>	: - Outdoor Dual Radio - Number of radios: 3
<b>Adaptive Signal Adjustment</b>	: Can operate with more fixed and consistent signal parameters, which are suitable for less complex environments



d) **Access Point (Outdoor)** dengan **spesifikasi MEDIUM** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 4GHz / 5GHz / 6GHz. Dual/Tri-band
<b>Data Transfer Rate</b>	: Throughput: 4.8 Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.92 dBi/5.8 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and Roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade
<b>Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)</b>	: Supported
<b>Guest Network Functionality</b>	: Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic



<b>Supplier support</b>	: Warranty, technical support, firmware upgrade and trust
<b>Installation and physical protection</b>	: Supported in secure public or private cloud IP67 rated outdoor use
<b>Temperature adjustment suitability</b>	: Operating: -40° C to 55° C (-40° F to + 131 F)
<b>Resilience to Environmental Conditions</b>	: Waterproof, dustproof and capable of withstanding harsh weather, such as heavy rain or other extreme conditions
<b>Range and Signal strength</b>	: - Outdoor Dual Radio - Number of radios: 2
<b>Adaptive Signal Adjustment</b>	: Can operate with more fixed and consistent signal parameters, which are suitable for less complex environments



e) **Access Point (Outdoor)** dengan **spesifikasi LOW** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

<b>Wireless Standards</b>	: Support latest wireless standards such as IEEE 802.11ax/be (Wi-Fi 6/6E/7)
<b>Wireless Frequency Band</b>	: Operate in 2.4GHz / 5GHz / 6GHz. Dual/Tri-band
<b>Data Transfer Rate</b>	: Throughput: 4.8 Gbps
<b>Antenna and Coverage</b>	: - 4.2 dBi/4.74 dBi - Multiple antenna
<b>Power over Ethernet (PoE) Support</b>	: Supported
<b>Safety Features</b>	: - Equipped with latest safety protocols such as WPA3
<b>Management and Monitoring</b>	: Support for remote monitoring
<b>Mobility and Roaming</b>	: Supported
<b>Scalability and Expandability</b>	: Able to add or combine into network for support future addition/upgrade
<b>Virtual Local Area Network (VLAN) and Quality of Service (QoS)</b>	: Supported
<b>Guest Network Functionality</b>	: Separate Service Set Identifier (SSID) and guest traffic



<b>Supplier support</b>	: Warranty, technical support, firmware upgrade and trust
<b>Installation and physical protection</b>	: -Supported in secure public or private cloud -IP67 rated outdoor use
<b>Temperature adjustment suitability</b>	: Operating: -40° C to 55° C (-40° F to + 131 F)
<b>Resilience to Environmental Conditions</b>	: Waterproof, dustproof and capable of withstanding harsh weather, such as heavy rain or other extreme conditions
<b>Range and Signal strength</b>	: - Outdoor Dual Radio - Number of radios: 2
<b>Adaptive Signal Adjustment</b>	: Can operate with more fixed and consistent signal parameters, which are suitable for less complex environments



f) Rajah 19 menunjukkan panduan ringkasan spesifikasi peralatan *access point* (*outdoor*) yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 19: Ringkasan spesifikasi peralatan *access point* (*Outdoor*)



### 2.3.4 WIRELESS CONTROLLER



Rajah 20: Perkakasan wireless controller

#### Definisi

*Wireless Controller* atau pengawal tanpa wayar (seperti di Rajah 20) merupakan satu peralatan rangkaian yang berpusat yang digunakan untuk mengurus dan mengawal beberapa *access point* (titik akses) dan infrastruktur rangkaian tanpa wayar dalam sebuah organisasi.

Peranan utamanya adalah sebagai satu titik pengurusan untuk konfigurasi, pemantauan dan keselamatan titik akses tanpa wayar, memastikan operasi rangkaian tanpa wayar yang cekap dan lancar.

- a) Jenis wireless controller adalah daripada kategori berikut:
- i. Wireless Controller dengan **spesifikasi HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
  - ii. Wireless Controller dengan **spesifikasi MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sedehana**.
  - iii. Wireless Controller dengan **spesifikasi LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.



b) Berikut adalah panduan spesifikasi untuk pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) yang merupakan komponen utama dalam pengurusan dan kawalan rangkaian tanpa wayar (*wireless*) yang perlu dipertimbangkan:

**i. Skalabiliti dan Kapasiti**

- Tentukan jumlah titik akses *Access Point (AP)* yang boleh disokong oleh pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) untuk memastikan ia memenuhi keperluan rangkaian pada masa kini dan masa hadapan.
- Pastikan faktor seperti hubungan pelanggan serentak, kapasiti daya pengeluaran (*throughput*) dan sokongan untuk pelbagai piawaian tanpa wayar (*wireless*) (contoh: Wi-Fi 6) untuk menampung jumlah peranti yang semakin meningkat dan permintaan data yang semakin tinggi.

**ii. Pengurusan dan Konfigurasi**

- Pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) yang menyediakan antara muka pengurusan (*management interface*) atau perisian yang mesra pengguna untuk memudahkan konfigurasi, pemantauan dan penyelesaian masalah rangkaian tanpa wayar (*wireless*).
- Pastikan ia menyokong pengurusan (*Access Point (AP)*) berpusat, membolehkan perubahan konfigurasi yang berkesan, kemas kini *firmware* dan dasar rangkaian yang menyeluruh.



### iii. Ciri-ciri Keselamatan

- Semak ciri-ciri keselamatan yang kukuh seperti protokol penyulitan (*encryption protocol*) (contoh: WPA2, WPA3), mekanisme pengesahan (contoh: 802.1X) dan sistem pengesanan/pencegahan serangan *Intrusion Detection Systems (IDS) / Intrusion Prevention Systems (IPS)* untuk melindungi rangkaian tanpa wayar (*wireless*) daripada akses tanpa kebenaran dan ancaman yang berpotensi.
- Pastikan sokongan untuk protokol pengurusan selamat seperti *Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS)* dan *Secure Shell (SSH)* untuk pentadbiran jauh yang selamat.

### iv. Kualiti Perkhidmatan *Quality of Services (QoS)* dan Pengurusan Trafik

- Pastikan pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) menawarkan kemampuan *Quality of Services (QoS)* untuk mengutamakan trafik berdasarkan kriteria yang berbeza (contoh: aplikasi, kumpulan pengguna) untuk mengoptimumkan prestasi rangkaian.
- Ciri-ciri seperti peruntukan jalur lebar, pembentukan trafik dan penekanan aplikasi untuk memastikan aplikasi penting mendapatkan sumber yang mencukupi.



#### v. Redundansi dan Ketersediaan Tinggi

- Pastikan pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) yang menyokong ciri-ciri redundansi (*redundancy*) dan ketersediaan tinggi untuk meminimumkan masa tidak aktif rangkaian dalam situasi kegagalan perkakasan atau aktiviti penyelenggaraan.
- Ciri-ciri seperti pengawal berganda (*dual controller*) dalam konfigurasi aktif-berhenti (*active-standby configuration*) atau pengelompokan pengawal (*controller clustering*) boleh memberikan keupayaan gantian gagal (*failover*).

#### vi. Integrasi dan Saling Kendali (*Interoperability*)

- Pastikan keserasian dengan infrastruktur rangkaian sedia ada, termasuk titik akses *Access Point (AP)*, *switch*, pelayan pengesahan (*authentication server*) dan sistem pengurusan.
- Sokongan untuk piawaian industri seperti *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, *Syslog*, *Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)* dan integrasi dengan sistem pengurusan rangkaian untuk memperkemaskan operasi rangkaian.

#### vii. Pelaporan dan Analisis

- Pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) yang menawarkan kemampuan pelaporan dan analisis untuk mendapatkan gambaran tentang prestasi rangkaian, tingkah laku pengguna dan insiden keselamatan.



- Ciri-ciri seperti pemantauan secara langsung, analisis data sejarah dan pelaporan yang boleh diubah suai boleh membantu mengoptimumkan prestasi rangkaian dan menyelesaikan masalah.

#### **viii. Akses Tetamu (*Guest Access*) dan Portal Tawanan (*Captive Portal*)**

- Semak sama ada pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) menyokong ciri akses tetamu (*guest access*) seperti portal tawanan (*captive portal*), pengesahan tetamu (*guest verification*) dan polisi tetamu (*guest policy*) yang boleh diubah suai untuk menyediakan akses yang selamat dan terkawal kepada pengunjung.

#### **ix. Pematuhan dan Keperluan Peraturan**

- Pastikan pengawal tanpa wayar mematuhi piawaian peraturan yang relevan seperti *Federal Communications Commission (FCC)*, *Customer Edge (CE)*, atau peraturan tempatan, untuk memenuhi keperluan undang-undang dan pematuhan.

#### **x. Sokongan Pembekal dan Halatuju Masa Depan**

- Pastikan reputasi dan sokongan yang disediakan oleh pembekal pengawal tanpa wayar. Sahkan rekod prestasi mereka, ulasan pelanggan dan ketersediaan kemas kini *firmware*, penampalan (*patches*) dan sokongan teknikal.

#### **Nota:**

Nilai komitmen pembekal terhadap pembangunan produk yang berterusan, penambahbaikan ciri dan kesesuaian dengan teknologi tanpa wayar (*wireless*) yang sedang berkembang.



c) **Wireless Controller** dengan **spesifikasi HIGH** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

**Scalability and Capacity** : - Min no. of Access Points: 512  
- Minimum Throughput: 20 Gbps  
- Maximum WLANs: 4096  
- Maximum VLANs: 4096

**Management and Configuration** : - Both management of wireless and wired network  
- Single pane monitoring  
- Management task automation  
- Support virtual appliance for major virtualization environment and hypervisors  
- Wireless LAN solution should support wireless performance insights and KPIs for Access Point (Health, SSID, throughput, band utilization)

**Safety Features** : - Equipped with latest encryption protocols such as WPA3  
- Authentication standards such as 802.1x  
- Intrusion Detection System (IDS)  
- Intrusion Prevention System (IPS)  
- Support protocol management such as Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) and Secure Shell (SSH)



<b>Quality of Services (QoS) and Traffic Monitoring</b>	: Supported
<b>Redundancy and High Availability</b>	: Dual controller features in active-standby configuration or controller clustering
<b>Integration and Interoperability</b>	: - Able to integrate - Industry standard such as Simple Network Management Protocol (SNMP), Syslog, Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)
<b>Reporting and Analysis</b>	: Comes with reporting and analysis features such as: - Network performance features - User behaviors - Security Incidents
<b>Guest Access and Captive Portal</b>	: Support guest access such as captive portal, guest verification and guest policy
<b>Regulatory and Compliance Requirements</b>	: Federal Communications Commission (FCC), Customer Edge (CE)
<b>Supplier support and Future Roadmap</b>	: Patches upgrade, firmware upgrade and technical support



d) **Wireless Controller** dengan **spesifikasi MEDIUM** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

- Scalability and Capacity** : - Min no. of Access Points: 256  
- Minimum Throughput: 10 Gbps  
- Maximum WLANs: 4096  
- Maximum VLANs: 4096
- Management and Configuration** : - Both management of wireless and wired network  
- Single pane monitoring  
- Management task automation  
- Support virtual appliance for major virtualization environment and hypervisors  
- Wireless LAN solution should support wireless performance insights and KPIs for Access Point (Health, SSID, throughput, band utilization)
- Safety Features** : - Equipped with latest encryption protocols such as WPA3  
- Authentication standards such as 802.1x  
- Intrusion Detection System (IDS)  
- Intrusion Prevention System (IPS)  
- Support protocol management such as Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) and Secure Shell (SSH)



<b>Quality of Services (QoS) and Traffic Monitoring</b>	: Supported
<b>Redundancy and High Availability</b>	: Dual controller features in active-standby configuration or controller clustering
<b>Integration and Interoperability</b>	: - Able to integrate - Industry standard such as Simple Network Management Protocol (SNMP), Syslog, Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)
<b>Reporting and Analysis</b>	: Comes with reporting and analysis features such as: - Network performance features - User behaviors - Security Incidents
<b>Guest Access and Captive Portal</b>	: Support guest access such as captive portal, guest verification and guest policy
<b>Regulatory and Compliance Requirements</b>	: Federal Communications Commission (FCC), Customer Edge (CE)
<b>Supplier support and Future Roadmap</b>	: Patches upgrade, firmware upgrade and technical support



e) **Wireless Controller** dengan **spesifikasi LOW** perlu memenuhi spesifikasi berikut:

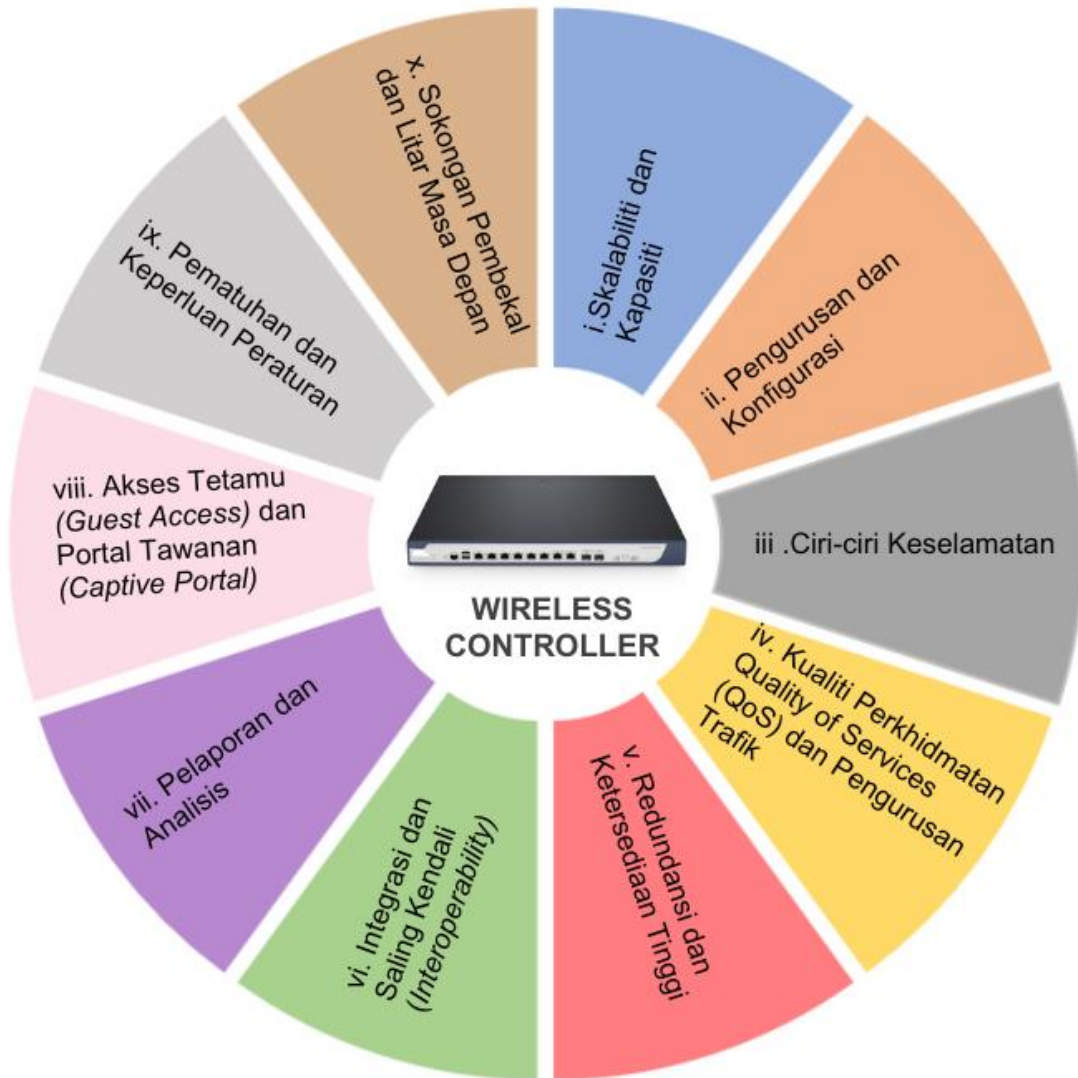
- Scalability and Capacity** : - Min no. of Access Points: 128  
- Minimum Throughput: 1 Gbps  
- Maximum WLANs: 4096  
- Maximum VLANs: 4096
- Management and Configuration** : - Both management of wireless and wired network  
- Single pane monitoring  
- Management task automation  
- Support virtual appliance for major virtualization environment and hypervisors  
- Wireless LAN solution should support wireless performance insights and KPIs for Access Point (Health, SSID, throughput, band utilization)
- Safety Features** : - Equipped with latest encryption protocols such as WPA3  
- Authentication standards such as 802.1x  
- Intrusion Detection System (IDS)  
- Intrusion Prevention System (IPS)  
- Support protocol management such as Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) and Secure Shell (SSH)



<b>Quality of Services (QoS) and Traffic Monitoring</b>	: Supported
<b>Redundancy and High Availability</b>	: Dual controller features in active-standby configuration or controller clustering
<b>Integration and Interoperability</b>	: - Able to integrate - Industry standard such as Simple Network Management Protocol (SNMP), Syslog, Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)
<b>Reporting and Analysis</b>	: Comes with reporting and analysis features such as: - Network performance features - User behaviors - Security Incidents
<b>Guest Access and Captive Portal</b>	: Support guest access such as captive portal, guest verification and guest policy
<b>Regulatory and Compliance Requirements</b>	: Federal Communications Commission (FCC), Customer Edge (CE)
<b>Supplier support and Future Roadmap</b>	: Patches upgrade, firmware upgrade and technical support



- f) Rajah 21 menunjukkan panduan ringkasan spesifikasi peralatan *wireless controller* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 21: Ringkasan spesifikasi peralatan wireless controller



### 2.3.5 CLOUD WIRELESS CONTROLLER



Rajah 22: Perkakasan cloud wireless controller

#### Definisi

*Cloud Wireless Controller* atau pengawal tanpa wayar dalam awan (seperti di Rajah 22) adalah peralatan rangkaian atau perkhidmatan yang dihoskan dalam awan, menyediakan fleksibiliti, skalabiliti dan kemudahan pengurusan kepada organisasi dengan rangkaian tanpa wayar yang tersebar atau berpusatkan awan.

Peranan utamanya adalah untuk mengurus dan mengawal titik akses tanpa wayar (AP) dan infrastruktur rangkaian tanpa wayar yang berkaitan melalui perisian dan alat pengurusan berdasarkan awan.

- a) *Cloud Wireless Controller* menyelia semua *access point* (titik akses) di sesebuah rangkaian dengan satu titik pengurusan.
- b) Ini menghapuskan keperluan untuk menggunakan pengawal di setiap tapak dan pentadbir rangkaian tidak perlu risau tentang akses ke setiap tapak kerana semuanya dikawal di dalam *cloud*.
- c) Pihak agensi perlu merujuk kepada CGSO bagi penggunaan *cloud* untuk tujuan kelulusan.



d) Berikut adalah panduan spesifikasi untuk pengawal tanpa wayar berasaskan awan (*cloud wireless controller*) yang perlu dipertimbangkan:

**i. Skalabiliti dan Kapasiti**

- Pastikan pengawal tanpa wayar berasaskan awan dapat mengendalikan skala rangkaian tanpa wayar (*cloud wireless controller*) dan jumlah titik akses *access point (AP)* atau peranti yang dirancang untuk dikendalikan.
- Pastikan jumlah maksimum titik akses *access point (AP)* atau peranti yang dapat disokong oleh pengawal tanpa wayar (*wireless controller*) tanpa pengurangan prestasi.

**ii. Sokongan penyewaan berbilang (*Multi-tenancy support*)**

- Untuk menguruskan beberapa rangkaian tanpa wayar (*wireless network*) berasingan atau organisasi dalam pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*), pastikan ia menyokong penyewaan berbilang (*Multi-tenancy support*).
- Penyewaan berbilang (*Multi-tenancy support*) membolehkan pemisahan dan pengurusan rangkaian tanpa wayar (*wireless network*) atau organisasi yang berbeza dalam satu contoh pengawal awan tunggal (*single cloud controller*).

**iii. Ciri-ciri Pengurusan Rangkaian**

- Nilai keupayaan pengurusan rangkaian pengawal tanpa wayar berasaskan awan (*cloud wireless controller*).



- Ciri-ciri seperti peruntukan dan konfigurasi titik akses *access point (AP)*, pengurusan *firmware*, pemantauan dan pelaporan, pengurusan peranti pelanggan dan analitik rangkaian.

#### **iv. Keselamatan dan Kawalan Akses**

- Pastikan pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*) menawarkan ciri keselamatan yang kukuh untuk melindungi rangkaian tanpa wayar (*wireless network*).
- Pilihan seperti protokol pengesahan dan penyulitan (*authentication and encryption*) yang selamat, kawalan akses pengguna, akses berdasarkan peranan dan pengesanan dan pencegahan pencerobohan.
- Memastikan *cloud* adalah *on premise* dan tertakluk kepada kelulusan CGSO.

#### **v. Roaming Lancar (*Seamless Roaming*) dan Kualiti Perkhidmatan *Quality of Services (QoS)***

- Pastikan pengawal tanpa wayar berasaskan awan (*cloud wireless controller*) menyokong Roaming Lancar (*Seamless Roaming*), yang membolehkan peranti bertukar antara titik akses *access point (AP)* tanpa gangguan.
- Pastikan keupayaan pengawal (*controller's ability*) dalam memberikan keutamaan kepada trafik dan melaksanakan dasar *Quality of Services (QoS)* untuk memastikan prestasi optimum bagi jenis-jenis trafik rangkaian yang berbeza.



#### **vi. Integrasi dan Interoperabiliti (*interoperability*)**

- Pastikan keupayaan pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*) dalam berintegrasi dengan sistem pengurusan rangkaian atau platform lain.
- Sokongan untuk Aplikasi Pengaturcaraan Antara Muka *Application Programming Interface (API)* dan protokol piawaian, yang memudahkan integrasi dengan aplikasi atau perkhidmatan pihak ketiga.

#### **vii. Akses Pelawat dan *Portal Tawan (Captive Portal)***

- Nilai keupayaan pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*) untuk menyediakan akses pelawat yang selamat dan boleh disesuaikan ke rangkaian tanpa wayar (*wireless network*).
- Ciri seperti *portal tawan (captive portal)*, yang membolehkan pengguna pelawat mengesahkan diri dan mengakses rangkaian melalui portal berdasarkan web.

#### **viii. Analitik dan Pelaporan**

- Semak sama ada pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*) menyediakan keupayaan analitik dan pelaporan untuk pemantauan dan pengoptimuman prestasi rangkaian.
- Ciri seperti pemantauan waktu sebenar, analisis data sejarah dan pilihan pelaporan yang boleh disesuaikan.



## ix. Sokongan *Pembekal* dan Kemas Kini

- Nilai rekod prestasi *pembekal* dalam menyediakan kemas kini berkala, pembaikan ralat dan *patch* keselamatan untuk pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*).
- Pastikan ketersediaan sokongan teknikal, dokumentasi dan sumber komuniti pengguna.

## x. Kos dan Model Lesen

- Fahami struktur kos dan model lesen yang berkaitan dengan pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*).
- Pastikan faktor seperti kos terdahulu, yuran lesen berulang dan kos tambahan untuk ciri-ciri canggih atau sokongan.

### Nota:

Untuk menilai keperluan rangkaian tanpa wayar (*wireless network*) yang khusus, keperluan skalabiliti, ciri-ciri pengurusan, pertimbangan keselamatan, keupayaan integrasi, keperluan roaming lancar (*seamless roaming*) dan *Quality of Services* (QoS), keperluan akses pelawat, keperluan analitik dan pelaporan, sokongan *vendor* dan faktor kos ketika memilih pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*).

Dengan mempertimbangkan spesifikasi panduan ini, pemilihan pengawal tanpa wayar awan (*cloud wireless controller*) yang memenuhi keperluan pengurusan rangkaian tanpa wayar (*wireless network*) dan menyokong infrastruktur tanpa wayar asaskan awan (*cloud wireless infrastructure*) dapat dilakukan dengan berkesan.



e) **Cloud Wireless Controller** bagi **SEMUA jenis fasiliti** perlu memenuhi spesifikasi seperti berikut:

- |  |   |
|--|---|
| <b>Scalability and Capacity</b>                      | : Max no. of Access Points:<br>Scalable up to at least 1,000 managed devices  |
| <b>Multi-tenancy support</b>                         | : Supported   |
| <b>Network Management</b>                            | : - Both management of wireless and wired network<br>- Single pane monitoring<br>- Management task automation<br>- Support virtual appliance for major virtualization environment and hypervisors<br>- Wireless LAN solution should support wireless performance insights and KPIs for Access Point (Health, SSID, throughput, band utilization)<br>- Seamless software upgrades patching |
| <b>Security and Access Control</b>                   | : - Comes with built in security: runtime defenses, image signing and integrity verification<br>- Encrypted Traffic Analytics (ETA)   |
| <b>Seamless Roaming and Quality of Service (QoS)</b> | : Supported   |



- Integration and Interoperability** : - Able to integrate  
- Application Programming Interface (API)
- Guest Access and Captive Portal** : Support guest access such as captive portal, guest verification and guest policy
- Reporting and Analysis** : Comes with reporting and analysis features such as:  
- Network performance features  
- User behaviors  
- Security Incidents
- Supplier support and Update** : Corrective Maintenance, Patches upgrade, firmware upgrade and technical support
- Cost and Licensing** : License enable is calculated by the number of AP (License per AP)
- Deployment** : Public or private cloud
- Wireless Standard Requirements** : Supports the same wireless standards (e.g., IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, 802.11h, 802.11n, 802.11k, 802.11r, 802.11u, 802.11w, 802.11ac, 802.11ax) as the access point



f) Rajah 23 menunjukkan panduan ringkasan spesifikasi peralatan *cloud wireless controller* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 23: Ringkasan spesifikasi peralatan cloud wireless controller



### 2.3.6 NETWORK MANAGEMENT SYSTEM (NMS)



Rajah 24: Dashboard Network Management System (NMS)

#### Definisi

“*Network Management System*” (NMS) atau Sistem Pengurusan Rangkaian (seperti di Rajah 24) adalah satu set perisian dan perkakasan yang direka untuk memantau dan menguruskan rangkaian komputer.

Peranan utamanya adalah menyediakan pentadbir dengan alat dan kemampuan yang diperlukan untuk mengawasi, mengoptimumkan dan menyelesaikan masalah prestasi rangkaian. Ia juga berperanan untuk memastikan bahawa rangkaian beroperasi dengan cekap dan selamat.



a) Berikut adalah panduan spesifikasi *Network Management System* (NMS) untuk infrastruktur rangkaian yang perlu dipertimbangkan:

**i. Pemantauan Rangkaian**

- Pastikan *Network Management System* (NMS) menyediakan kemampuan pemantauan rangkaian yang komprehensif, termasuk pemantauan masa nyata (*real-time*) terhadap peranti rangkaian, pautan dan trafik.
- Ciri-ciri seperti pemantauan ketersediaan peranti, pemantauan prestasi dan analisis trafik rangkaian.

**ii. Pengurusan Ralat**

- Periksa sama ada *Network Management System* (NMS) menyediakan ciri pengurusan ralat untuk mengesan, mengenal pasti dan memberi amaran mengenai ralat atau kelainan pada rangkaian.
- Ciri-ciri seperti pencatatan log, pemberitahuan isyarat dan pengesanan ralat secara automatik dan penyelesaian masalah (*troubleshooting*).

**iii. Pengurusan Prestasi**

- Nilai kemampuan pengurusan prestasi *Network Management System* (NMS) termasuk pengukuran dan analisis metrik prestasi rangkaian seperti laten, kehilangan paket dan kelajuan pemindahan data.
- Ciri-ciri seperti graf prestasi, analisis data sejarah dan ambang prestasi (*performance thresholds*) dan amaran yang boleh disesuaikan.



#### iv. Pengurusan Konfigurasi

- Tentukan sama ada *Network Management System (NMS)* menyokong pengurusan konfigurasi, membolehkan pengumpulan dan pengurusan konfigurasi peranti, kemas kini *firmware* dan kawalan versi perisian.
- Ciri-ciri seperti sandaran konfigurasi (*configuration backup*), penjejakan perubahan konfigurasi dan pelaksanaan konfigurasi secara automatik.

#### v. Pemetaan dan Visualisasi Rangkaian (*Network Mapping and Visualization*)

- Periksa sama ada *Network Management System (NMS)* menyediakan kemampuan pemetaan dan visualisasi rangkaian untuk membuat representasi visual topologi rangkaian dan komponennya.
- Ciri-ciri seperti penemuan rangkaian automatik, peta rangkaian interaktif dan keupayaan untuk menyesuaikan paparan dan susunan peta.

#### vi. Pengurusan Inventori Rangkaian

- Pastikan *Network Management System (NMS)* merangkumi ciri pengurusan inventori rangkaian untuk mengesan dan mengurus aset rangkaian termasuk peranti, antara muka (*interface*), alamat IP dan lesen perisian.
- Ciri-ciri seperti pengkategorian peranti, laporan inventori dan penjejakan aset.



## vii. Pengurusan Keselamatan Rangkaian

- Periksa sama ada *Network Management System (NMS)* menawarkan ciri pengurusan keselamatan rangkaian untuk memantau dan mengurus peranti keselamatan rangkaian, kawalan akses dan polisi keselamatan.
- Ciri-ciri seperti pencatatan peristiwa keselamatan, integrasi sistem pengesanan serangan - *Intrusion Detection System (IDS)* dan pemantauan pematuhan polisi keselamatan.

## viii. Skalabiliti dan Prestasi

- Nilai keupayaan skalabiliti dan prestasi *Network Management System (NMS)*, memastikan ia mampu mengendalikan saiz dan kompleksiti (*complexity*) rangkaian.
- Pastikan faktor seperti jumlah maksimum peranti yang disokong, pengguna serentak dan maklumbalas sistem dalam bebanan berat.

## ix. Antara Muka Pengguna *User Interface (UI)* dan Kemudahan Penggunaan

- Nilai antara muka pengguna dan kemudahan penggunaan *Network Management System (NMS)*. Antara muka perlu direka dengan baik dan intuitif yang membolehkan navigasi, konfigurasi dan pelaporan yang mudah.
- Pastikan ciri-ciri seperti papan pemuka (*dashboard*) yang boleh disesuaikan, kawalan akses berdasarkan peranan dan keupayaan untuk menghasilkan laporan dan amaran.



## x. Integrasi dan Keserasian

- Periksa sama ada *Network Management System (NMS)* menyokong integrasi dengan alat pengurusan rangkaian lain, protokol dan piawaian seperti *Simple Network Management Protocol (SNMP)*, *Syslog* atau *Application Programming Interface (API)* untuk automasi dan pertukaran data.
- Pastikan keserasian dengan infrastruktur rangkaian sedia ada termasuk peranti rangkaian, sistem operasi dan pangkalan data.

## xi. Sokongan Pembekal dan Reputasi

- Nilai reputasi dan perkhidmatan sokongan yang ditawarkan oleh pembekal *Network Management System (NMS)*. Pastikan faktor seperti sokongan teknikal, dokumentasi, kemas kini perisian dan ulasan pelanggan.

### Nota:

Penting untuk sejajarkan ciri-ciri dan spesifikasi *Network Management System (NMS)* dengan keperluan pengurusan rangkaian khusus dan saiz rangkaian. Mendapatkan nasihat daripada pakar rangkaian atau pembekal (*provider*) yang dipercayai dapat membantu dalam membuat keputusan yang berinformasi dan memastikan *Network Management System (NMS)* memenuhi keperluan pengurusan rangkaian



b) **Network Management System (NMS)** bagi **SEMUA jenis fasiliti** perlu memenuhi spesifikasi seperti berikut:

**Network Monitoring** : Real-time Monitoring: The NMS should provide real-time monitoring of network devices and infrastructure. It should continuously collect data on network performance metrics such as bandwidth utilization, latency, packet loss, CPU and memory usage and other relevant statistics

**Fault Management** : Predictive analytic function: Provide threshold alert on trend projections and network anomalies, accelerating issue resolution by quickly identifying root causes and early warning signs of situations that could lead to outages

**Performance Management** : Performance Analysis and Reporting: The NMS should offer tools for analyzing historical data, generating reports and visualizing network performance trends. This helps in identifying bottlenecks, analyzing capacity utilization and making informed decisions for network optimization and planning

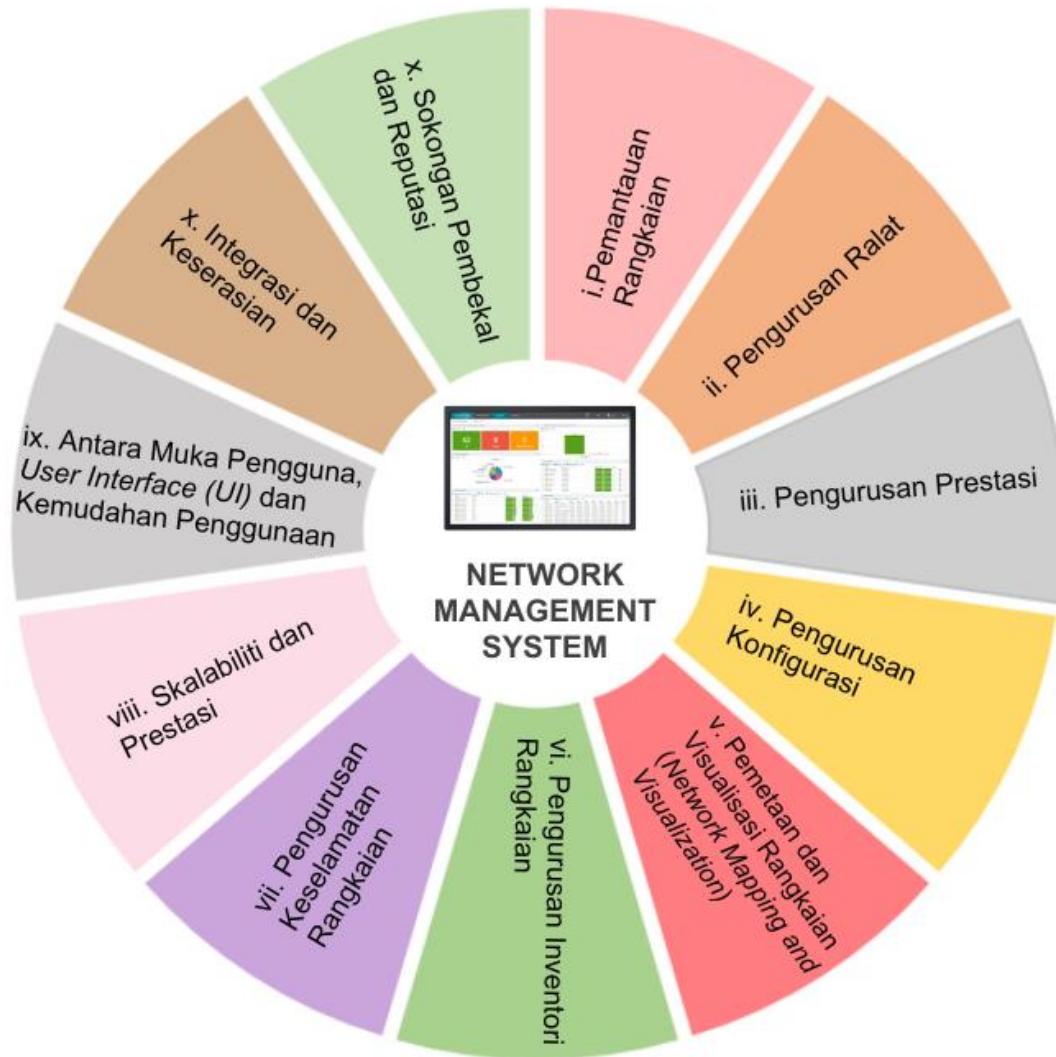
**Configuration Management** : Layer 2/3 number of innovative discovery technologies: Including ARP, SNMP, SSH, NetFlow, Virtual Infrastructure Management, IP addressing, ICMP and LLDP in combination with vendor – proprietary mechanisms



<b>Network Mapping and Visualization</b>	: Network Mapping and Visualization: The NMS should provide network mapping capabilities to visualize the network topology, including the relationships between different devices and their connectivity
<b>Network Inventory Management</b>	: Device Discovery and Auto-Discovery: The NMS should be capable of discovering network devices automatically, including switches, routers, servers and other network components
<b>Network Security Management</b>	: Alerting and Notification: The NMS should be able to generate alerts and notifications based on predefined thresholds or conditions
<b>Scalability and Performance</b>	: Able to collect statistics on devices performance, alarm data, traps, user data and analyzes the collected statistics to perform root cause analysis
<b>User Interface (UI) and User Convenience</b>	: Able to produce reporting and monitoring
<b>Integration and Compatibility</b>	: <ul style="list-style-type: none"><li>- Simple Network Management Protocol (SNMP)</li><li>- Syslog</li><li>- Application Programming Interface (API)</li></ul>
<b>Supplier Support and Reputation</b>	: Firmware update and compatibility guarantee



c) Rajah 25 menunjukkan ringkasan panduan perisian *Network Management System* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 25: Ringkasan spesifikasi perisian *Network Management System*



## 2.4 PERALATAN BUKAN RANGKAIAN ICT

- a) Peralatan bagi infrastruktur bukan rangkaian ICT adalah seperti di bawah:
- i. Firewall

### 2.4.1 FIREWALL



*Rajah 26: Perkakasan firewall*

#### **Definisi**

*Firewall* atau tembok api (seperti di Rajah 26) adalah peralatan keselamatan rangkaian atau aplikasi perisian yang direka untuk memantau dan mengawal lalu lintas rangkaian yang masuk dan keluar berdasarkan peraturan keselamatan yang telah ditentukan.

Peranan utamanya adalah bertindak sebagai penghalang antara rangkaian dalaman yang dipercayai (seperti rangkaian korporat atau rangkaian di rumah) dan rangkaian luar yang tidak dipercayai (seperti internet) dengan mengawal dan mengurus aliran data di antara keduanya dengan berkesan.



- a) Spesifikasi *firewall* terbahagi kepada tiga (3) iaitu:
- i. *Firewall* dengan spesifikasi **HIGH** sesuai untuk jenis fasiliti **besar** dan **sangat besar**.
  - ii. *Firewall* dengan spesifikasi **MEDIUM** sesuai untuk jenis fasiliti **sederhana**.
  - iii. *Firewall* dengan spesifikasi **LOW** sesuai untuk jenis fasiliti **kecil** dan **sangat kecil**.
- b) Pengkelasan *firewall* mengikut spesifikasi **HIGH**, **MEDIUM** dan **LOW** hendaklah mengikut **concurrent session** dan **jenis fasiliti**.

***Firewall* spesifikasi HIGH**

- i. Jenis fasiliti : **Sangat Besar**  
*Concurrent Session* : 1,000,000 – 1,500,000 sesi  
(*Number of concurrent sessions = Number of users x 100 x 2*)
- ii. Jenis fasiliti : **Besar**  
*Concurrent Session* : 600,000 – 999,800 sesi  
(*Number of concurrent sessions = Number of users x 100 x 2*)



### **Firewall** spesifikasi **MEDIUM**

- i. Jenis fasiliti : **Sederhana**  
*Concurrent Session* : 200,000 – 599,800 sesi  
*(Number of concurrent sessions =  
Number of users x 100 x 2)*

### **Firewall** spesifikasi **LOW**

- i. Jenis fasiliti : **Kecil**  
*Concurrent Session* : 10,000 – 199,800 sesi  
*(Number of concurrent sessions =  
Number of users x 100 x 2)*
- ii. Jenis fasiliti : **Sangat Kecil**  
*Concurrent Session* : 200 – 9,800 sesi  
*(Number of concurrent sessions =  
Number of users x 100 x 2)*



c) Berikut adalah panduan spesifikasi *firewall* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian:

**i. Daya pengeluaran dan Prestasi (Throughput and Performance)**

- Kapasiti *firewall*.

Kenal pasti kadar data maksimum yang boleh ditangani tanpa menurunkan prestasi secara signifikan. Pastikan jangkaan trafik rangkaian supaya mampu menangani kapasiti yang diperlukan.

- Sambungan serentak (*Concurrent connections*).

Menilai jumlah maksimum sambungan serentak yang boleh disokong oleh *firewall*. Ia sepatutnya mampu menangani keperluan jumlah jangkaan sesi serentak dalam rangkaian.

**ii. Ciri-ciri Keselamatan (Security Features)**

- Pemeriksaan berdasarkan keadaan (*Stateful inspection*).

*Firewall* perlu menjalankan pemeriksaan paket berdasarkan keadaan untuk mengesan keadaan hubungan rangkaian dan menghalang akses yang tidak dibenarkan.

- Sistem Pengesanan dan Pencegahan Serangan (*Intrusion Detection and Prevention System (IDPS)*).

Kemampuan *Intrusion Detection and Prevention System (IDPS)* yang siap terbina (*built-in*) untuk mengesan dan mencegah pelbagai serangan dan pencerobohan rangkaian.

- Penapisan lapisan aplikasi.

Pastikan sama ada *firewall* boleh menyemak dan mengawal trafik pada lapisan aplikasi serta memberikan kawalan terperinci terhadap aplikasi atau protokol tertentu.



- Sokongan Rangkaian Peribadi Maya *Virtual Private Network (VPN)*. Pastikan firewall menyokong hubungan *Virtual Private Network (VPN)* yang selamat bagi membolehkan pengguna jarak jauh mengakses rangkaian dengan selamat.
- Sokongan ke atas *Botnet* dan *Malware*. Pastikan firewall mampu mengesan dan menghalang ancaman *botnet*, *malware* dan *ransomware*.

### iii. Protokol dan Standard Rangkaian

- Sokongan IPv4 dan IPv6. Memastikan bahawa *firewall* mampu mengendalikan trafik IPv4 dan IPv6.
- Protokol Penghalaan (*Routing Protocol*). Periksa sama ada *firewall* menyokong protokol penghalaan (router) yang biasa seperti *Open Shortest Path First (OSPF)* atau *Border Gateway Protocol (BGP)* jika diperlukan dalam rangkaian.
- Penterjemahan Alamat Rangkaian Network Address Translation (*NAT*). Memastikan firewall menyokong fungsi *Network Address Translation (NAT)* untuk menterjemahkan alamat *Internet Protocol (IP)* persendirian kepada alamat *Internet Protocol (IP)* awam bagi tujuan akses internet.



#### iv. Ketersediaan dan Redundansi Tinggi

- Keupayaan gantian gagal (*Failover*).  
Model *firewall* yang menyokong keupayaan gantian gagal (*failover*) automatik ke unit sekunder dalam kes kegagalan perkakasan atau perisian bagi memastikan operasi rangkaian yang berterusan.
- Pengelompokan (*Grouping*).  
Memastikan sama ada *firewall* boleh dipasang dalam konfigurasi secara kluster untuk penimbangan beban (*load balancing*) dan redundansi.
- Antaramuka berlebihan (*Redundant Interfaces*).  
Memastikan sama ada *firewall* mempunyai antaramuka fizikal yang pelbagai untuk mengendalikan situasi keupayaan gantian gagal (*failover*) dan menyokong redundansi pautan.

#### v. Pengurusan dan Pemantauan

- Pengurusan berpusat.  
Periksa sama ada *firewall* menyokong sistem pengurusan berpusat untuk memudahkan proses konfigurasi, pemantauan dan pengurusan polisi di pelbagai peranti.
- Pencatatan dan pelaporan (*Logging and reporting*).  
Pastikan *firewall* boleh menghasilkan log dan laporan terperinci mengenai aktiviti rangkaian bagi pembaikan masalah, analisis dan pematuhan.



- Integrasi dengan sistem pengurusan keselamatan.  
Pastikan sama ada *firewall* boleh berintegrasi dengan sistem pengurusan keselamatan yang sedia ada seperti *Security Information and Event Management (SIEM)*.

#### vi. Kebolehskaaan dan Kebolehkembangan (*Scalability and Expandability*)

- Slot Pengembangan.  
Untuk pertumbuhan masa hadapan, pastikan *firewall* mempunyai slot pengembangan untuk menambah antara muka atau modul tambahan yang diperlukan.
- Kebolehpayaan peningkatan prestasi.  
Periksa sama ada *firewall* membenarkan peningkatan prestasi seperti peningkatan memori atau daya pemprosesan untuk menampung permintaan rangkaian masa hadapan.

#### vii. Sokongan Pembekal dan Reputasi

- Nilai reputasi dan rekod prestasi pembekal *firewall*.  
Pastikan faktor seperti kebolehpercayaan, kelajuan sokongan dan ketersediaan kemas kini *firmware* dan *patch* keselamatan.

#### Nota:

Spesifikasi ini boleh berbeza berdasarkan keperluan rangkaian yang khusus, saiz dan tahap keselamatan yang diperlukan. Adalah disarankan untuk berunding dengan pakar keselamatan rangkaian atau pembekal yang dipercayai untuk memilih penyelesaian *firewall* yang paling sesuai dengan keperluan organisasi.



d) **Firewall spesifikasi HIGH** bagi **jenis fasiliti sangat besar** hendaklah mematuhi spesifikasi teknikal minimum berikut:

**Throughput and Performance** : Firewall Throughput: 50Gbps  
IPSEC VPN Tunnel/Throughput: 3Gbps  
IPS + WAF Throughput (HTTP): 14Gbps  
Threat Protection Throughput: 18 Gbps  
Concurrent Connections: 4,000,000 Sessions

**Security Features** : Basic Functionality (Mandatory)

- Access Control
- Bandwidth Management
- Intrusion Detection and Prevention System (IDPS, Malicious URL Protection, Botnet Protection)
- Antivirus (Malware Detection & Protection, Antivirus)
- Web Filtering
- Ransomware protection (Stateful inspection, Deep Packet Inspection, Sandboxing, Advanced Threat Protection and other relevant features)

Sekiranya fasiliti mempunyai *hosting application* di Pusat Data Fasiliti untuk diakses dari rangkaian awam (*public access*) boleh menambah ciri keselamatan berikut:

: Advance Functionality (Optional)

- Web App Firewall
- Passive Vulnerability Scan
- Anti-Web Defacement
- Cloud threat intelligent
- Zero Day threat protection
- Virtual Private Network (VPN)



- Protocol and Networking Features** :
- i. Support traffic for IPv4 and IPv6
  - ii. Routing: Static, Policy Based, OSPF, BGP
  - iii. Network Address Translation (NAT)
- Availability and High Redundancies** :
- Failover ability
  - Clustered configuration
  - Redundant Interfaces
- Monitoring and Management** :
- Integration with any security incidents event management system (SIEM)
  - A simple simplified operation & maintenance with interactive GUI, which provides ease of configuration, maintenance, troubleshooting and reporting for IT managers, administrators and operations team
  - Default zones for LAN, WAN, DMZ, VPN and Wi-Fi
- Scalability and Expandability** :
- Expandability slot available
  - Able to perform performance upgrade to support next generation network technologies
- Supplier Supports and Reputation** :
- Automated firmware update, backup and restore configuration by on demand





- Protocol and Networking Features** :
- Support traffic for IPv4 and IPv6
  - Routing: Static, Policy Based, OSPF, BGP
  - Network Address Translation (NAT)
- Availability and High Redundancies** :
- Failover ability
  - Clustered configuration
  - Redundant Interfaces
- Monitoring and Management** :
- Integration with any security incidents event management system (SIEM)
  - A simple simplified operation & maintenance with interactive GUI, which provides ease of configuration, maintenance, troubleshooting and reporting for IT managers, administrators and operations team
  - Default zones for LAN, WAN, DMZ, VPN and Wi-Fi
- Scalability and Expandability** :
- Expandability slot available
  - Able to perform performance upgrade to support next generation network technologies
- Supplier Supports and Reputation** :
- Automated firmware update, backup and restore configuration by on demand



f) **Firewall spesifikasi MEDIUM** bagi **jenis fasiliti sederhana** hendaklah mematuhi spesifikasi teknikal minimum berikut:

**Throughput and Performance** : Firewall Throughput: 12 Gbps  
IPSEC VPN Tunnel/Throughput: 1 Gbps  
IPS + WAF Throughput (HTTP): 3.85 Gbps  
Threat Protection Throughput: 4.2 Gbps  
Concurrent Connections: 2,000,000 Sessions

**Security Features** : Basic Functionality (Mandatory)

- Access Control
- Bandwidth Management
- Intrusion Detection and Prevention System (IDPS, Malicious URL Protection, Botnet Protection)
- Antivirus (Malware Detection & Protection, Antivirus)
- Web Filtering
- Ransomware protection (Stateful inspection, Deep Packet Inspection, Sandboxing, Advanced Threat Protection and other relevant features)

Sekiranya fasiliti mempunyai Advance Functionality (Optional) *hosting application* di Pusat Data Fasiliti untuk diakses dari rangkaian awam (*public access*) boleh menambah ciri keselamatan berikut:

- Web App Firewall
- Passive Vulnerability Scan
- Anti-Web Defacement
- Cloud threat intelligent
- Zero Day threat protection
- Virtual Private Network (VPN)



- Protocol and Networking Features** :
- Support traffic for IPv4 and IPv6
  - Routing: Static, Policy Based, OSPF, BGP
  - Network Address Translation (NAT)
- Availability and High Redundancies** :
- Failover ability
  - Clustered configuration
  - Redundant Interfaces
- Monitoring and Management** :
- Integration with any security incidents event management system (SIEM)
  - A simple simplified operation & maintenance with interactive GUI, which provides ease of configuration, maintenance, troubleshooting and reporting for IT managers, administrators and operations team
  - Default zones for LAN, WAN, DMZ, VPN and Wi-Fi
- Scalability and Expandability** :
- Expandability slot available
  - Able to perform performance upgrade to support next generation network technologies
- Supplier supports and Reputation** :
- Automated firmware update, backup and restore configuration by on demand





- Protocol and Networking Features** :
- Support traffic for IPv4 and IPv6
  - Routing: Static, Policy Based, OSPF, BGP
  - Network Address Translation (NAT)
- Availability and High Redundancies** :
- Failover ability
  - Clustered configuration
  - Redundant Interfaces
- Monitoring and Management** :
- Integration with any security incidents event management system (SIEM)
  - A simple simplified operation & maintenance with interactive GUI, which provides ease of configuration, maintenance, troubleshooting and reporting for IT managers, administrators and operations team
  - Default zones for LAN, WAN, DMZ, VPN and Wi-Fi
- Scalability and Expandability** :
- Expandability slot available
  - Able to perform performance upgrade to support next generation network technologies
- Supplier Supports and Reputation** :
- Automated firmware update, backup and restore configuration by on demand

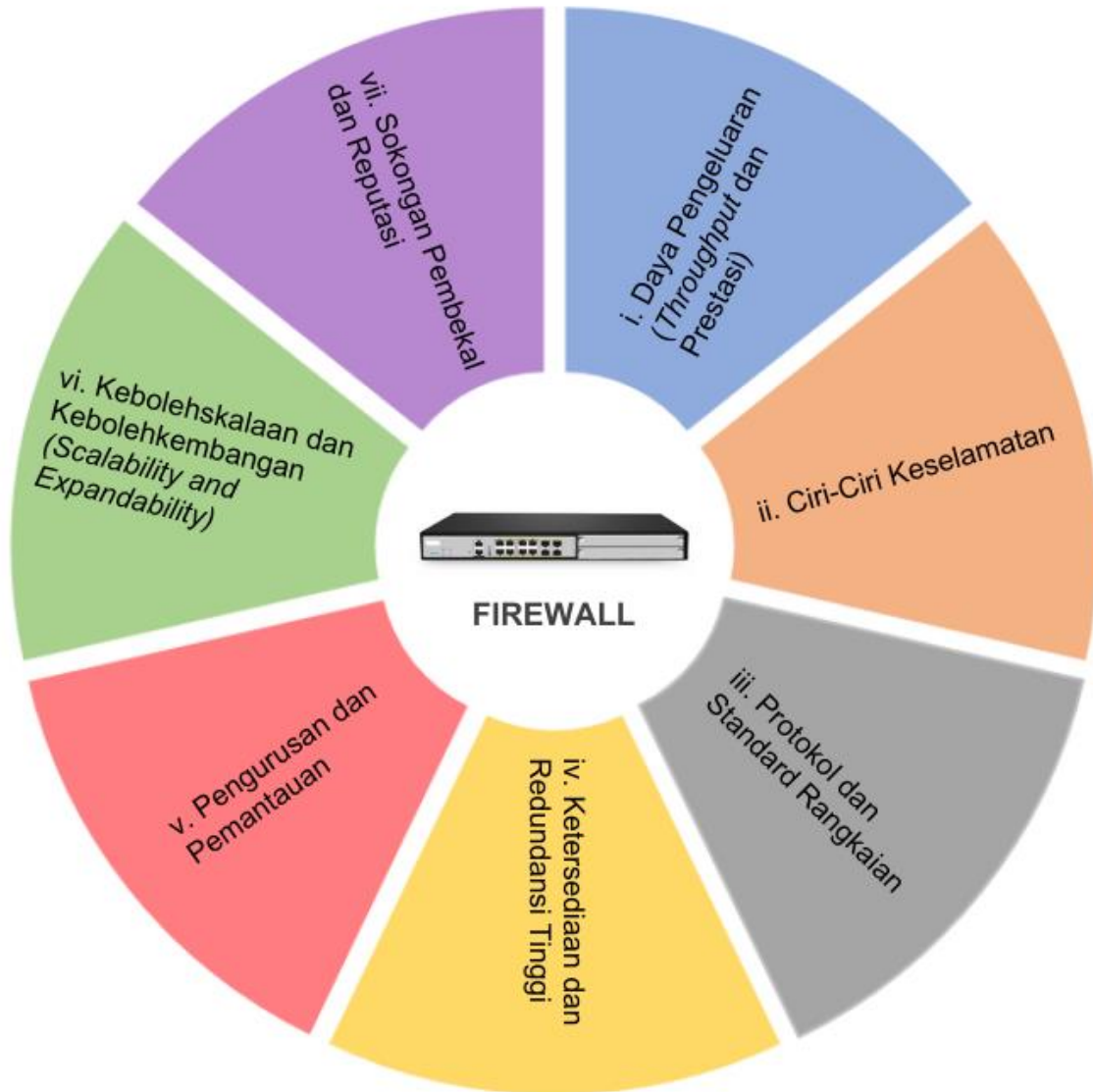




- Protocol and Networking Features** :
- Support traffic for IPv4 and IPv6
  - Routing: Static, Policy Based, OSPF, BGP
  - Network Address Translation (NAT)
- Availability and High Redundancies** :
- Failover ability
  - Clustered configuration
  - Redundant Interfaces
- Monitoring and Management** :
- Integration with any security incidents event management system (SIEM)
  - A simple simplified operation & maintenance with interactive GUI, which provides ease of configuration, maintenance, troubleshooting and reporting for IT managers, administrators and operations team
  - Default zones for LAN, WAN, DMZ, VPN and Wi-Fi.
- Scalability and Expandability** :
- Expandability slot available
  - Able to perform performance upgrade to support next generation network technologies
- Supplier Supports and Reputation** :
- Automated firmware update, backup and restore configuration by on demand



- i) Rajah 27 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan *firewall* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



Rajah 27: Ringkasan spesifikasi peralatan *firewall*



### 3.0 SISTEM PENGKABELAN BERSTRUKTUR

Sistem pengkabelan berstruktur merujuk kepada kaedah pengkabelan yang seragam dan teratur dalam merancang dan memasang infrastruktur kabel dalam sebuah bangunan atau fasiliti untuk menyokong pelbagai sistem komunikasi dan peralatan.

Pendekatan yang berstruktur ini memastikan sistem pengkabelan di rancang dengan baik, efisien dan mampu menampung keperluan rangkaian semasa dan masa depan.

#### 3.1 KOMPONEN PENGKABELAN

3.1.1 Terdiri daripada dua (2) komponen:

- a. **Pengkabelan teras (backbone)** – menghubungkan antara bangunan atau aras berbeza di dalam bangunan yang sama di dalam satu rangkaian. Menggunakan **kabel fiber optik**.
- b. **Pengkabelan mendatar (horizontal)** – menghubungkan antara *switch* (Patch panel) ke nod akhir (end node) atau *faceplate*. Menggunakan **kabel UTP** atau **kabel STP**.

3.1.2 Mematuhi standard ANSI/TIA 568-D, ISO/IEC 11801 dengan jaminan kabel adalah dua puluh lima (25) tahun. Sebaiknya semua komponen kabel adalah dari satu pengeluar yang sama bagi menyokong jaminan secara **end to end**.

3.1.3 Pengguna perlu menentukan jenis kabel yang akan digunakan bagi menghubungkan rangkaian komputer.



3.1.4 Fasiliti KKM KKM adalah dicadangkan memasukkan kriteria tambahan dalam skop kerja umum pengkabelan STP bagi situasi berikut:

- a. Sekiranya pemasangan pengkabelan melibatkan tempat-tempat kritikal di hospital seperti ICU, CCU, NICU, HDU, MRI, Bilik X-Ray dan mana-mana lokasi yang melalui pendant system atau gas trunk.

3.1.5 Terdapat tiga (3) jenis kabel yang biasa digunakan iaitu jenis fiber optik, *UTP* dan *STP*. Perbezaan spesifikasi bagi kedua-dua jenis kabel ini adalah seperti di Jadual 5 berikut:

*Jadual 5: Spesifikasi kabel*

	<b>Fiber Optic</b>	<b>Unshielded Twisted Pair, UTP</b>	<b>Shielded Twisted Pair, STP</b>
Bandwidth	10-Gigabit and beyond	Gigabit	Gigabit (higher than UTP)
Future-proof	Evolving towards the desktop	CAT 8 under development	CAT 8 under development
Distance	40 km + @ 10000 Mbps	100m @ 1000 Mbps	100m @ 1000 Mbps
Noise	Immune	Susceptible to EMI/RFI interference crosstalk and voltage surges	Less prone to noise and interference, reduce crosstalk
Security	Almost impossible to tap	Susceptible to tapping	Prevent bridge looping on LANs that include redundant links
Ease of Handling	Lightweight, thin diameter Strong pulling strength	Easy installed as cables are smaller, lighter and flexible	Installation of cables is difficult than UTP



### 3.1.6 Penggunaan kabel jenis Fiber Optik, *UTP* dan *STP*:

#### a. *Firewall* ke *Core Switch*

- i. Bagi penggunaan kabel untuk *firewall* ke *core switch*, kabel yang digunakan adalah jenis *indoor fiber multimode*.
- ii. Terdapat juga di lokasi server yang menggunakan sambungan kabel *UTP* atau *STP* jenis CAT6a antara *firewall* dan *core switch*.

#### b. *Core Switch* ke *Distribution Switch*

- i. Bagi penggunaan kabel untuk *core switch* ke *distribution switch* terdapat dua (2) jenis kabel fiber optik yang boleh digunakan iaitu *multimode* dan *single mode*.
- ii. Bagi jenis pemilihan kabel yang akan digunakan untuk setiap lokasi, jarak antara *core switch* ke *distribution switch* haruslah disemak terlebih dahulu.
- iii. Terdapat juga di lokasi server yang menggunakan sambungan kabel *UTP* atau *STP* jenis CAT6a antara *core switch* ke *distribution switch*.



c. *Distribution Switch ke Access Switch*

- i. Bagi penggunaan kabel untuk *distribution switch* ke *access switch* kabel yang digunakan adalah jenis *indoor fiber multimode*.
- ii. Terdapat juga penggunaan kabel *UTP* atau *STP* jenis CAT6a antara *distribution switch* ke *access switch* dalam aras bangunan yang sama.

d. *Access Switch ke End-Point*

- i. Bagi penggunaan kabel untuk *access switch* ke *end-point*, kabel yang digunakan adalah jenis CAT6a.



## 3.2 FIBER OPTIC CABLE



Rajah 28: Perkakasan kabel fiber optik

### Definisi

*Fiber optic cable* atau kabel fiber optik (seperti di Rajah 28) adalah sejenis kabel yang digunakan untuk menghantar data menggunakan isyarat cahaya. Ia terdiri daripada jejari halus dari gentian kaca atau plastik yang membawa data dalam bentuk gelombang cahaya.

Peranan utamanya adalah untuk menghantar data pada kelajuan tinggi, jarak jauh dan kekebalan terhadap gangguan elektromagnetik.

3.2.1 Terdapat dua jenis utama kabel fiber optik iaitu:

#### a. Fiber Mod Tunggal (*Single-Mode Fiber, SMF*).



Rajah 29: Perkakasan kabel fiber optik Single Mode (OS1 & OS2)

Jenis kabel fiber optik *single mode* (seperti di Rajah 29) digunakan untuk komunikasi jarak jauh. Ia mempunyai teras yang sangat kecil yang membolehkan cahaya bergerak dalam garis lurus, memungkinkan penghantaran data melalui jarak yang sangat jauh dengan kerugian isyarat yang minima.



## b. Fiber Mod Pelbagai (Multimode Fiber, MMF).



*Rajah 30: Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM1 & OM2)*



*Rajah 31: Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM3 & OM4)*



*Rajah 32: Perkakasan kabel fiber optik Multimode (OM5)*

Jenis kabel fiber optik *multimode* (seperti di Rajah 30, Rajah 31 dan Rajah 32) biasanya digunakan untuk komunikasi jarak pendek di dalam bangunan atau kampus. Ia mempunyai teras yang lebih besar yang membenarkan cahaya mengambil banyak laluan, menjadikannya sesuai untuk jarak yang lebih pendek tetapi dengan penyebaran cahaya yang lebih tinggi.



3.2.2 Perbezaan antara kabel fiber optik *single mode* dan *multimode* adalah seperti di Jadual 6.

Jadual 6: Perbandingan ciri kabel fiber optik *single mode* dan *multimode*

Single Mode (Tunggal)	Multimode (Pelbagai)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Long distance cable runs (greater than 1000ft.)</li> <li>• Highest bandwidth support</li> <li>• Lower cable cost</li> <li>• Higher electronics cost</li> <li>• Harder to terminate due to smaller core size.</li> <li>• Jacket Color: Yellow (OS1 &amp; OS2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Short distance cable runs (less than 1000 ft.)</li> <li>• High bandwidth support</li> <li>• Higher cable cost</li> <li>• Lower electronics cost</li> <li>• Easier to terminate due to larger core size.</li> <li>• Jacket Color: Orange (OM1 &amp; OM2) /Aqua (OM3 &amp; OM4) /Lime Green (OM5)</li> </ul>

3.2.3 Had jarak dan *bandwidth* bagi kabel fiber optik adalah seperti di Rajah 33.

Fiber Type	Core Diameter	1 Gb Ethernet	10 Gb Ethernet	40 Gb Ethernet	100 Gb Ethernet
OM1 Multimode	62.5/125	275 Meters	33 Meters	Not Supported	Not Supported
OM2 Multimode	50/125	550 Meters	82 Meters	Not Supported	Not Supported
OM3 Multimode	50/125	550 Meters	300 Meters	100 Meters	100 Meters
OM4 Multimode	50/125	550 Meters	400 Meters	150 Meters	150 Meters
OM5 Multimode	50/125	550 Meters	400 Meters	150 Meters	150 Meters
Singlemode	9/125	Up to 2 Km using PSM4 transceiver			

Rajah 33: Had jarak dan *bandwidth* bagi kabel fiber optik



3.2.4 Berikut adalah panduan spesifikasi kabel fiber optik (*fiber optic cable*) untuk infrastruktur rangkaian yang perlu dipertimbangkan

**i. Jenis fiber (*Fiber Type*)**

- Fiber *Single-mode* atau *Multimode*.  
Tentukan sama ada memerlukan fiber optik *single-mode* atau *multimode* berdasarkan jarak dan keperluan lebar jalur (*bandwidth*) rangkaian. Fiber *single-mode* sesuai untuk jarak jauh dan jalur lebar tinggi, manakala fiber *multimode* biasanya digunakan untuk jarak pendek dan lebar jalur (*bandwidth*) yang lebih rendah.

**ii. Saiz Teras (*Core size*)**

- Dalam memilih fiber *multimode*, pastikan saiz teras. Saiz yang biasa adalah 50/125  $\mu\text{m}$  dan 62.5/125  $\mu\text{m}$ , mewakili diameter teras fiber dalam mikrometer. Teras yang lebih nipis menyediakan lebar jalur (*bandwidth*) yang lebih tinggi dan ciri-ciri transmisi yang lebih baik.

**iii. Lebar Jalur (*Bandwidth*) dan Kadar Data**

- Tentukan lebar jalur (*bandwidth*) dan kadar data yang diperlukan untuk rangkaian. Kabel fiber optik (*fiber optic cable*) yang menyokong kadar data yang diinginkan seperti 1Gbps, 10Gbps atau lebih tinggi, bergantung pada keperluan rangkaian.



#### iv. Panjang dan Jarak Kabel

- Tentukan panjang kabel maksimum yang diperlukan untuk rangkaian. Kabel fiber optik (*fiber optic cable*) dapat menghantar data dalam jarak yang lebih jauh berbanding dengan kabel tembaga. Pastikan jarak maksimum yang ditetapkan untuk jenis *fiber* yang dipilih.

#### v. Penyambung (*Connector*)

- Pilih penyambung (*connector*) yang sesuai untuk peralatan rangkaian. Jenis penyambung (*connector*) *fiber optik* yang biasa termasuk penyambung *Subscriber Connector (SC)*, *Lucent Connector (LC)* dan *Straight Tip (ST)*.
- Pastikan kemudahan pemasangan, kebolehpercayaan dan keserasian dengan peralatan rangkaian ketika memilih penyambung fiber optik.

#### vi. Lapisan Pelindung

- Menilai bahan dan jenis lapisan pelindung bagi kabel *fiber optik*. Bahan yang biasa termasuk *polivinil klorida Polyvinyl Chloride (PVC)* dan rendah-asap-zero-halogen *Low-Smoke Zero-Halogen (LSZH)*. Pilih bahan lapisan pelindung yang sesuai dengan keadaan persekitaran dan keperluan keselamatan pemasangan.
- Pastikan ciri-ciri perlindungan tambahan seperti kabel berperisai (*armored*) atau "*outdoor-rated*" bagi pemasangan yang memerlukan ketahanan atau rintangan yang lebih tinggi terhadap kelembapan, pendedahan *ultraviolet (UV)* atau serangan tikus.



## vii. Penurunan (*Attenuation*) dan Kehilangan Isyarat

- Kabel fiber optik mempunyai penurunan isyarat yang dikenali sebagai “*attenuation*”, yang meningkat dengan panjang kabel. Pastikan nilai penurunan yang ditetapkan dan pilih kabel yang memberikan penurunan isyarat yang rendah pada jarak yang diinginkan.

## viii. Kepatuhan dan Pensijilan

- Pastikan kabel fiber optik memenuhi *standard* industri seperti ISO/IEC 11801 atau TIA/EIA-568. Kabel perlu diuji dan mendapat pensijilan daripada organisasi yang berwibawa untuk memastikan ia memenuhi *standard* prestasi yang diperlukan.
- Sahkan bahawa kabel fiber optik mematuhi *standard* keselamatan kebakaran, persekitaran dan peraturan yang relevan di kawasan.

## ix. Pembekal dan Jaminan

- Pilih kabel fiber optik daripada pembekal yang dipercayai yang terkenal dalam menghasilkan produk rangkaian berkualiti tinggi.
- Sahkan jaminan yang ditawarkan oleh pembekal kerana ia memberikan jaminan tentang kualiti dan ketahanan kabel.

### Nota:

Disyorkan untuk berunding dengan pakar rangkaian atau pembekal yang dipercayai untuk memastikan kabel fiber optik yang dipilih memenuhi keperluan khusus rangkaian dan serasi dengan peralatan rangkaian



3.2.5 Spesifikasi teknikal bagi **kabel fiber optik** jenis **multimode** adalah seperti berikut:

<b>Fiber Type</b>	: Multimode OM4
<b>Core Size</b>	: Cladding diameter 50/125 $\mu\text{m}$
<b>Bandwidth and Data Rate</b>	: - 10Gbps ethernet distance supports up to 500m distance at 850nm with less than 2.9 dB total insertion loss - Bandwidth laser (minimum) 4,700 MHz-km @ 850 nm or 500 MHz-km @ 1,300 nm
<b>Cable Length and Distance</b>	: Jarak antara Firewall ke Coreswitch / Coreswitch ke Distribution Switch / Distribution Switch ke Acces Switch tidak melebihi 200m
<b>Connector</b>	: Subscriber Connector (SC), Lucent Connector (LC)
<b>Protective Layers</b>	: Low Smoke Zero Halogen Riser Distribution Cable, 6 Fiber, Aqua Jacket
<b>Attenuation and Signal Loss</b>	: Maximum 3.00dB/km at 850 nm, 1.5 dB/km at 1300 nm or 1.5 dB/km at 1300nm
<b>Certification and Compliance</b>	: Standard comply TIA-492AAAD (OM4) Cable Qualification Standards: ANSI/ICEA S-83-596   Telcordia GR-409
<b>Supplier Support and Warranty</b>	: Supported

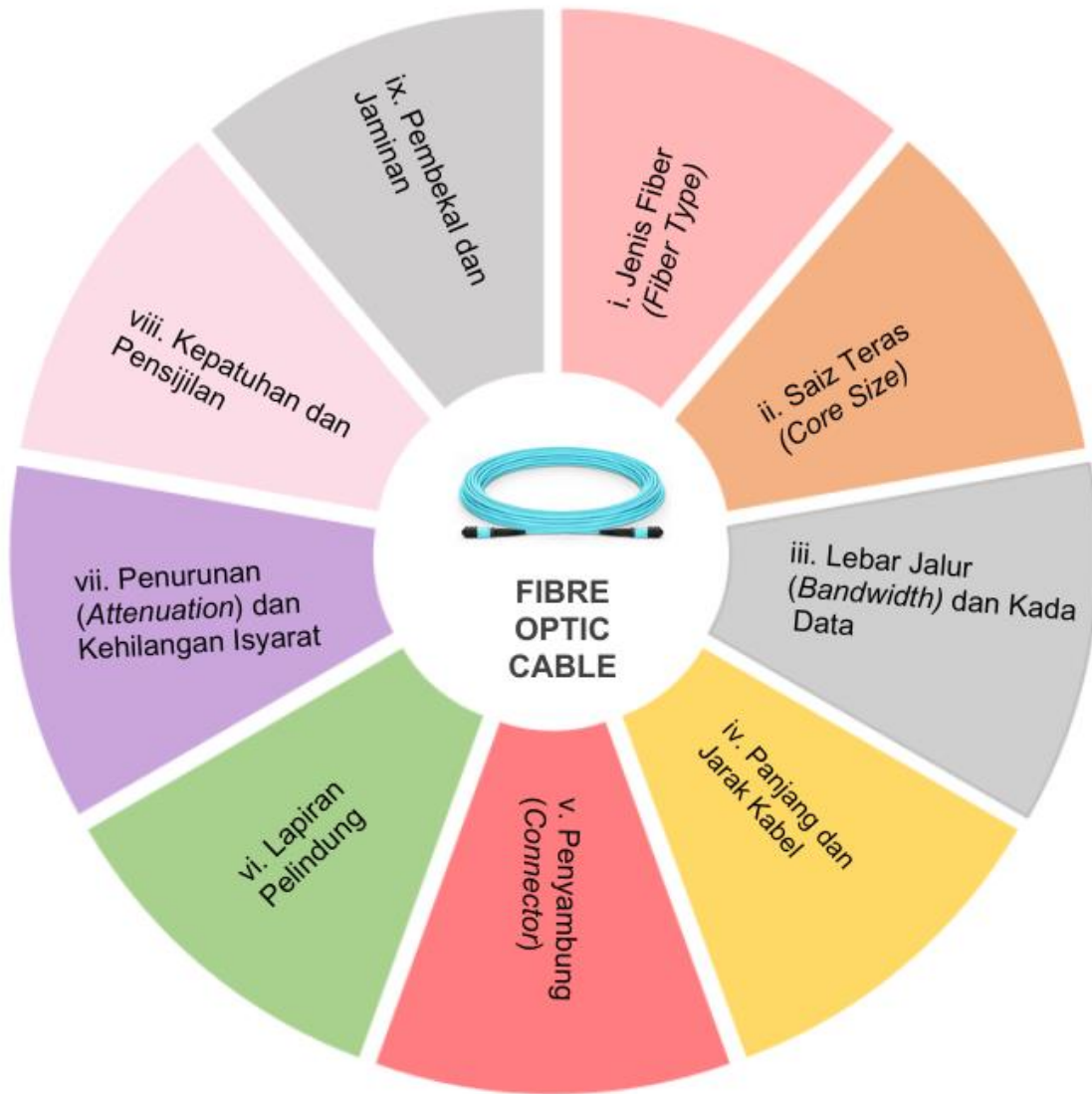


3.2.6 Spesifikasi teknikal bagi **kabel fiber optik** jenis **single mode** adalah seperti berikut:

<b>Fiber Type</b>	: OS1 or OS2
<b>Core Size</b>	: 6 core Single Jacket/Single Armor Corrugated Steel Single Mode
<b>Bandwidth and Data Rate</b>	: Optimum performance from 1265nm to 1625nm Suitable for 16-channel Course Wavelength Division Multiplexing (CDDM) applications
<b>Cable Length and Distance</b>	: Jarak antara Coreswitch ke Distribution Switch melebihi 200m
<b>Connector</b>	: Subscriber Connector (SC), Lucent Connector (LC)
<b>Protective Layers</b>	: Single mode Corrugated Steel Armoured Zero Water Peak outdoor cable
<b>Attenuation and Signal Loss</b>	: 0.40 dB/km at 1310 nm and 0.30 dB/km at 1550 nm
<b>Certification and Compliance</b>	: - Dispersion-unshifted, ITU-T G.652.D   ITU-T G.657.A1   TIA-492CAAB (OS2) requirements
<b>Supplier Support and Warranty</b>	: Supported



3.2.7 Rajah 34 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan kabel fiber optik yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian.



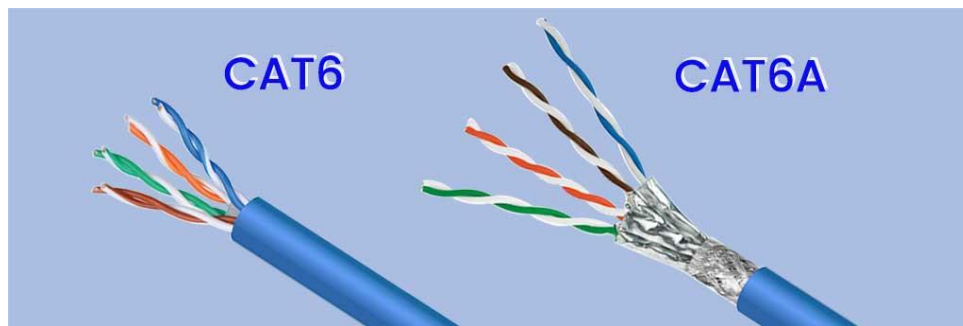
Rajah 34: Ringkasan spesifikasi peralatan kabel fiber optik



### 3.3 UTP CABLE (UNSHIELDED TWISTED PAIR) & STP CABLE (SHIELDED TWISTED PAIR)



Rajah 35: Peralatan kabel UTP CAT6a



Rajah 36: Perbezaan fizikal kabel CAT6 dan CAT6a (Cat6a UTP cables have more tightly twisted pairs compared to Cat6)

#### Definisi

*UTP Cable* atau kabel *UTP - Unshielded Twisted Pair* adalah sejenis kabel tembaga yang digunakan dalam rangkaian. Ia terdiri daripada pasangan-pasangan wayar tembaga yang bersalut dan dipintal bersama.

Peranan utamanya adalah sebagai sambungan Ethernet, termasuk di dalam rumah, pejabat dan rangkaian data. Kabel *UTP* datang dalam pelbagai kategori seperti CAT6a (seperti di Rajah 35) yang paling biasa digunakan.

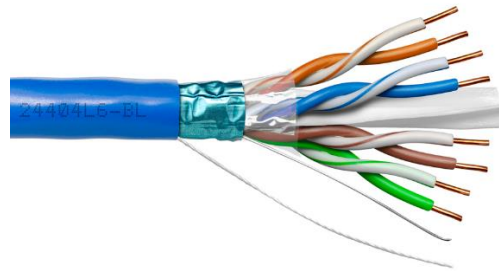


Perbezaan fizikal bagi kabel CAT6 dan CAT6a boleh dilihat seperti di Rajah 36. Kabel CAT6a mempunyai twisted pair yang lebih ketat berbanding kabel CAT6.

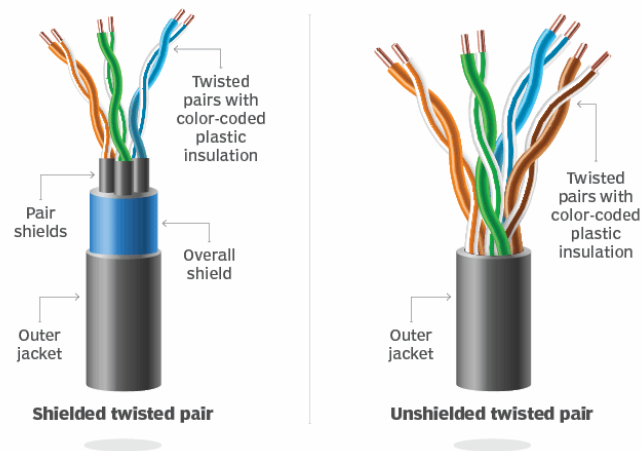
3.3.1 Had jarak dan *bandwidth* bagi kabel *UTP* adalah seperti di Rajah 37.

Category	Maximum Speed	Max. Length	Frequency	SHIELDING	Application
CAT 1	Up to 1Mbps(Carry only Voice)	--	1MHz	Unshielded	Old telephone cabling
CAT 2	Up to 4Mbps	--	4MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 3	Up to 10Mbps	100m	16MHz	Unshielded	Token Ring & 10BASE-T Network
CAT 4	Up to 16Mbps	100m	20MHz	Unshielded	Token Ring Network
CAT 5	Up to 100Mbps	100m	100MHz	Unshielded	Ethernet, Fast ethernet and Token Ring
CAT 5e	Up to 1Gbps	100m	100MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet & Gigabit ethernet
CAT 6	Up to 10Gbps	100m	250MHz	Unshielded or Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 6a	Up to 10Gbps	100m	500MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(37 - 55 meter)
CAT 7	Up to 10Gbps	100m	600MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 10G Ethernet(100 meter)
CAT 8	Up to 40Gbps	100m	2000MHz	Shielded	Ethernet, Fast ethernet, Gigabit ethernet & 25G-40G Ethernet(30 meter)

Rajah 37: Had jarak dan *bandwidth* bagi kabel *UTP*



Rajah 38: Peralatan kabel STP (Shielded, thicker)



Rajah 39: Perbezaan fizikal kabel STP dan kabel UTP

## Definisi

*STP Cable* atau kabel *STP - Shielded Twisted Pair* (seperti di Rajah 38) adalah sejenis kabel pasangan berpilin yang dilengkapi dengan perlindungan tambahan untuk mengurangkan gangguan elektromagnetik (EMI) dan crosstalk. STP cable mempunyai lapisan perisai yang terdiri daripada foil atau jaring yang melilit setiap pasangan wayar atau keseluruhan kumpulan wayar dalam kabel tersebut.

Peranan utamanya adalah sebagai sambungan Ethernet yang memerlukan lebih ketahanan terhadap gangguan dari peralatan elektrik lain atau sumber gangguan elektromagnetik di sekitarnya. Perbezaan fizikal bagi kabel UTP dan STP ini boleh dilihat seperti di Rajah 39.



3.3.2 Berikut adalah panduan spesifikasi kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)* dan *Shielded Twisted Pair (STP)* untuk infrastruktur rangkaian yang perlu dipertimbangkan:

**i. Kategori Kabel**

- Tentukan kategori kabel yang diperlukan berdasarkan kelajuan rangkaian untuk disokong. Kategori-kategori yang biasa termasuk CAT6a.
- CAT6a menyokong kelajuan hingga 10Gbps sehingga 100 meter.

**ii. Panjang dan Jarak Kabel**

- Tentukan panjang kabel maksimum yang diperlukan untuk rangkaian ada. *Standard Ethernet* biasanya menetapkan panjang kabel maksimum sebanyak 100meter (328 kaki) untuk kabel tembaga berpasangan bersilang (*Twisted-pair copper cables*).

**iii. Lebar Jalur (*Bandwidth*) dan Prestasi**

- Pastikan penarafan lebar jalur (*bandwidth*) kabel, yang mempengaruhi keupayaannya untuk menghantar data pada julat frekuensi tertentu. Penarafan lebar jalur yang lebih tinggi biasanya memberikan prestasi yang lebih baik dan pengurangan kelemahan isyarat.
- Kabel yang memenuhi atau melebihi keperluan prestasi yang ditetapkan oleh *standard* industri seperti TIA/EIA-568 atau ISO/IEC 11801.



#### iv. Saiz Konduktor dan Bahan Buatan

- Periksa tolok (*gauge*) atau ketebalan konduktor kabel (wayar). Konduktor yang lebih tebal secara umumnya menawarkan penghantaran isyarat dan rintangan terhadap gangguan yang lebih baik.
- Tembaga adalah bahan buatan konduktor yang paling umum, tetapi terdapat juga kabel dengan lapisan tembaga berlapis aluminium (*copper-clad aluminium*) yang lebih efektif kos tetapi mempunyai rintangan yang sedikit tinggi.

#### v. Penebatan dan Lapisan Luar

- Bahan penebatan adalah penting untuk mengekalkan integriti isyarat dan melindungi daripada seberang "*crosstalk*" dan gangguan.
- Kabel dengan bahan penebatan berkualiti tinggi seperti polietilena *Polyethylene (PE)* atau *polivinil klorida Polyvinyl Chloride (PVC)* yang memberikan sifat elektrik yang baik dan ketahanan.
- Pastikan faktor-faktor persekitaran seperti sama ada kabel perlu bersijil *plenum* (sesuai untuk pemasangan di ruang kendalian udara) atau bersijil untuk kegunaan luar.



## vi. Pembinaan Kabel

- Pusingan berpintal berpasangan (*Twisting of pairs*).  
Kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)* terdiri daripada pasangan balutan berpintal, yang membantu mengurangkan gangguan elektromagnetik *Electromagnetic Interference (EMI)* dan “*crosstalk*”. Kabel pusingan perlu yang dipintal berpasangan (*twisted pair*) yang teguh dan seragam.
- Pemisahan.  
Sesetengah kabel mempunyai pemisah pasangan individu untuk meminimumkan seberang “*crosstalk*” tegak silang di antara pasangan bersebelahan.

## vii. Pensijilan dan Pematuhan

- Pastikan kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)* mematuhi standard industri yang berkaitan seperti TIA/EIA-568 atau ISO/IEC 11801 atau mana-mana yang setara.
- Kabel yang diuji dan mendapat sijil daripada organisasi yang berwibawa kerana ini memastikan kabel memenuhi prestasi dan standard kualiti yang diperlukan.

## viii. Pembekal dan Jaminan

- Pastikan kabel daripada pembekal yang dipercayai yang terkenal menghasilkan produk rangkaian berkualiti tinggi.
- Pastikan jaminan yang ditawarkan oleh pembekal kerana ia dapat memberikan jaminan mengenai kualiti dan ketahanan kabel.



**Nota:**

Penting untuk memilih kabel *Unshielded Twisted Pair (UTP)* atau *Shielded Twisted Pair (STP)* yang sepadan dengan keperluan rangkaian dan sesuai dengan peralatan rangkaian yang ingin digunakan. Mendapatkan pandangan pakar rangkaian atau pembekal yang dipercayai dapat membantu membuat keputusan yang berinformasi dan memastikan kabel memenuhi keperluan secara khusus.



### 3.3.3 Spesifikasi teknikal bagi **kabel UTP** jenis **CAT6a**:

<b>UTP Category</b>	: Category 6a UTP (unshielded) cable
<b>Cable Length and Distance</b>	: Jarak antara Coreswitch ke Distribution Switch / Distribution Switch ke Acces Switch / Access Switch ke End Point tidak melebihi 100m
<b>Bandwidth and Performance</b>	: - Data rate: Up to 10Gbps with maximum distance 100m - 500 MHz frequencies - Fulfill requirements of TIA/EIA-568 or ISO/IEC 11801
<b>Conductor Size and Material</b>	: 23 AWG solid bare copper insulated with polyethylene material
<b>Insulation and Protective Layers</b>	: Category 6a U/UTP (unshielded) cable be Low Smoke Zero Halogen LSZH rated in blue color jacket, conductor separated with isolator
<b>Cable Construction</b>	: Twisted pair cable
<b>Certification and Compliance</b>	: IEEE 802.3bt (Type 4) or any equivalent for the safe delivery of power over LAN cable when installed according to ISO/IEC 14763-2, CENELEC EN 50174-1, CENELEC EN 50174-2 or TIA TSB-184-A
<b>Supplier Support and Warranty</b>	: Supported

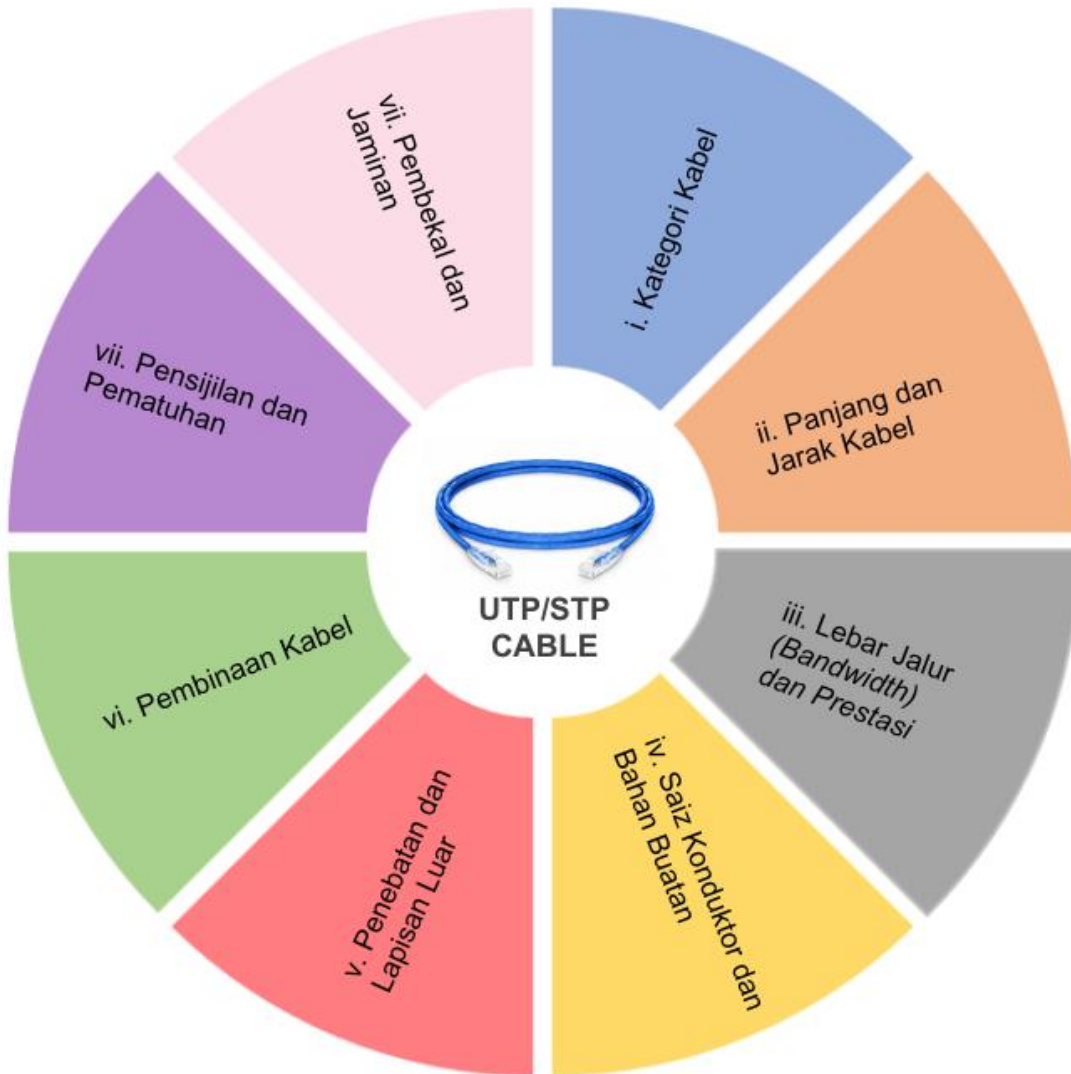


### 3.3.4 Spesifikasi teknikal bagi kabel **STP** jenis **CAT6a**:

<b>STP Category</b>	: Category 6a STP (shielded) cable
<b>Cable Length and Distance</b>	: Jarak antara Coreswitch ke Distribution Switch / Distribution Switch ke Acces Switch / Access Switch ke End Point tidak melebihi 100m
<b>Bandwidth and Performance</b>	: - Data rate: Up to 10Gbps for longer distance (100m) - 500 MHz frequencies
<b>Conductor Size and Material</b>	: 23 AWG stranded copper insulated with foamed polyethylene
<b>Insulation and Protective Layers</b>	: - Isolated with Polyethylene - Overall shielding of the cable with braided or foil shield
<b>Cable Construction</b>	: - Twisted pair cable - Each pair is shielded with a foil layer (individual shielding)
<b>Certification and Compliance</b>	: - ISO/IEC 11801 Class EA, TIA/EIA-568-C.2 or any equivalents
<b>Supplier Support and Warranty</b>	: Supported



3.3.5 Rajah 40 menunjukkan ringkasan panduan spesifikasi peralatan kabel *UTP* dan *STP* yang boleh dipertimbangkan ketika memilih atau memasang untuk rangkaian



Rajah 40: Ringkasan spesifikasi peralatan kabel *UTP* dan *STP*



## 4.0 PROSES MEREKABENTUK ARKITEKTUR RANGKAIAN

Proses merekabentuk senibina rangkaian merujuk kepada pendekatan yang sistematik dan terancang untuk merancang, mencipta dan mengatur rangka kerja bagi sebuah rangkaian komputer.

Senibina rangkaian ini berfungsi sebagai pelan asas untuk rangkaian tersebut, menentukan struktur, komponen, sambungan dan keseluruhan fungsi rangkaian. Proses reka bentuk ini melibatkan pertimbangan pelbagai faktor seperti matlamat rangkaian, keperluan, skalabiliti, keselamatan dan prestasi rangkaian.

- 4.1 Merekabentuk rangkaian hospital/fasiliti perlu melibatkan perancangan dan visualisasi infrastruktur rangkaian yang menyokong sistem komunikasi dan maklumat hospital/fasiliti.
- 4.2 Berikut adalah pendekatan umum untuk membantu dalam proses merekabentuk rangkaian hospital/fasiliti:

### i. Kenalpasti Komponen Rangkaian

- a. Mulakan dengan mengenalpasti komponen rangkaian utama yang diperlukan di dalam hospital seperti pelayan (*server*), stesen kerja (*workstation*), mesin pencetak (*printer*), titik akses (*access point*), suis (*switch*), penghala (*router*), dinding api (*firewall*) dan peranti simpanan (*storage device*). Contoh taburan peralatan rangkaian adalah seperti di Rajah 41.



LOKASI	SEDIA ADA					PEROLEHAN						AKAN LUPUS		
						PEROLEHAN BARU		PENGgantian						
	Firewall	Switch	Wireless AP	UTP Lan	UTP Patch Panel	Wireless Controller	Fiber indoor	Firewall	Switch	Wireless AP	UTP Lan	Firewall	Switch	Wireless AP
Bilik Server	1	10	5	140	4	1	1	2	20	10	0	1	10	5
Bangunan A	0	2	2	50	2	0	0	0	5	5	0	0	2	2
Bangunan B	0	1	1	10	1	0	0	0	2	2	0	0	1	1
Parkir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Sumber Manusia	0	1	2	5	1	0	0	0	1	5	10	0	1	2
<b>JUMLAH</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>205</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>9</b>

Rajah 41: Format taburan peralatan rangkaian

- b. Tentukan sistem dan perkhidmatan yang diperlukan seperti Rekod Medikal Elektronik (EMR), Hospital Information System (HIS), Sistem Arkib dan Komunikasi Gambar (PACS) dan sambungan rangkaian internet.

## ii. Fahami Keperluan Rangkaian

- a. Berunding dengan jabatan teknologi maklumat - *information technology (IT)* hospital atau pihak berkepentingan yang berkaitan untuk memahami keperluan rangkaian termasuk jumlah pengguna, jabatan dan keperluan sambungan rangkaian internet mereka.



- b. Tentukan keperluan lebar jalur (*bandwidth*), pertimbangan keselamatan dan sebarang keperluan pematuhan standard seperti *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* dan *American National Standards Institute (ANSI)*.

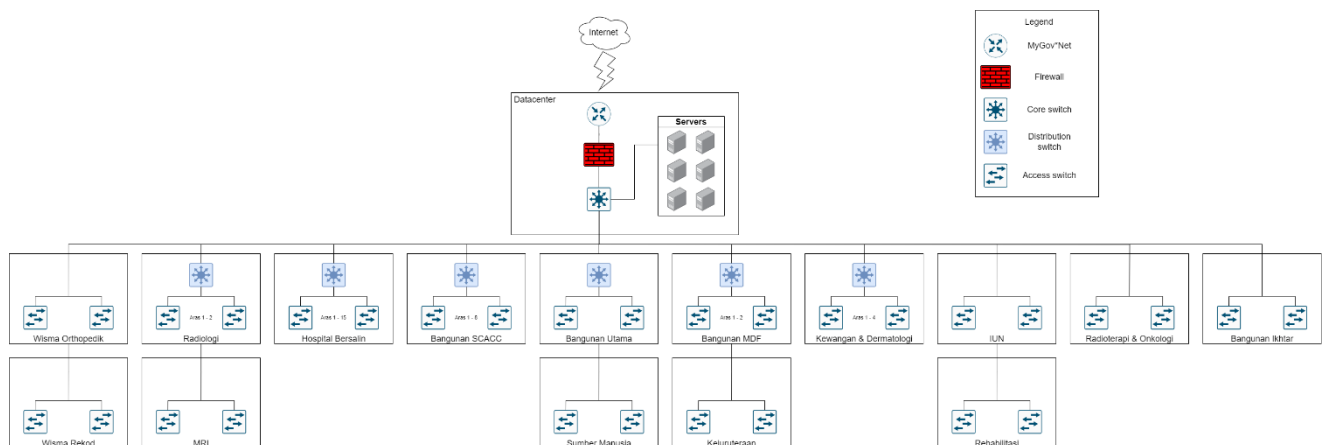
### iii. Merancang Pembahagian Rangkaian (*Network Segmentation*)

- a. Bahagikan rangkaian kepada segmen logikal (*logical segment*) untuk meningkatkan keselamatan dan pengurusan trafik rangkaian dengan efisien. Segmen yang biasa dalam rangkaian hospital adalah termasuk pentadbiran, klinikal, tetamu/pelawat dan peranti *Internet of Things (IoT)*.
- b. Tentukan sama ada pengasingan Rangkaian Kawasan Tempatan Maya *Virtual Local Area Network (VLAN)* diperlukan untuk mengasingkan trafik rangkaian dan meningkatkan keselamatan.

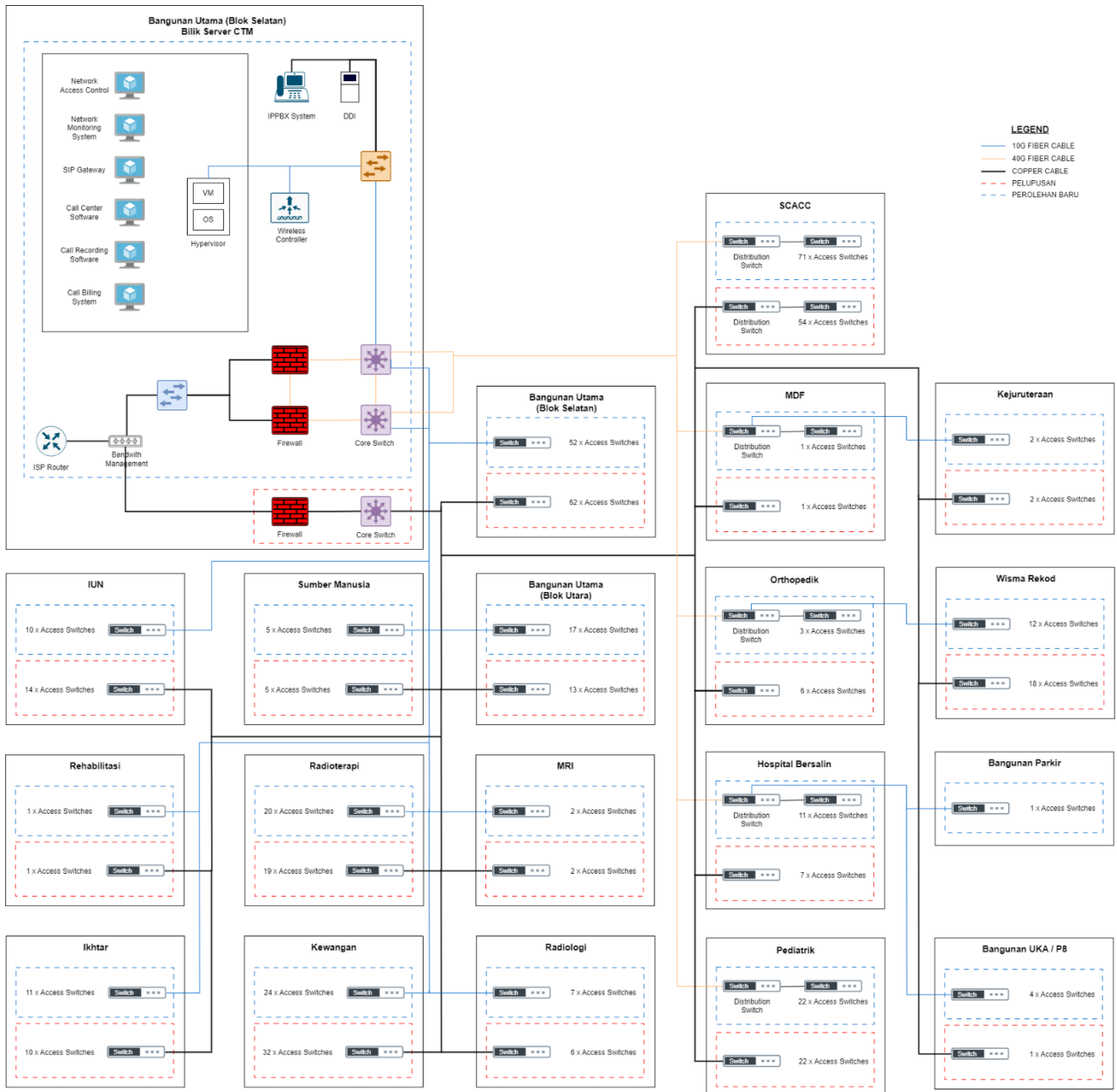


#### iv. Reka Bentuk Topologi Rangkaian

- a. Tentukan topologi rangkaian yang bersesuaian dengan keperluan hospital. Pada kebiasaannya pilihan topologi adalah termasuk rekabentuk hierarki iaitu teras, pengedaran dan akses (*core, distribution and access layers*), topologi bintang (*star topology*) atau topologi jaringan (*mesh topology*) untuk redundansi (*redundancy*).
- b. Pastikan susun atur fizikal hospital, lokasi jabatan dan ketersediaan sambungan rangkaian internet.
- c. Contoh rekabentuk rajah rangkaian Sedia Ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan adalah seperti di Rajah 42
- d. Contoh rekabentuk rajah rangkaian Yang Dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan seperti di Rajah 43.



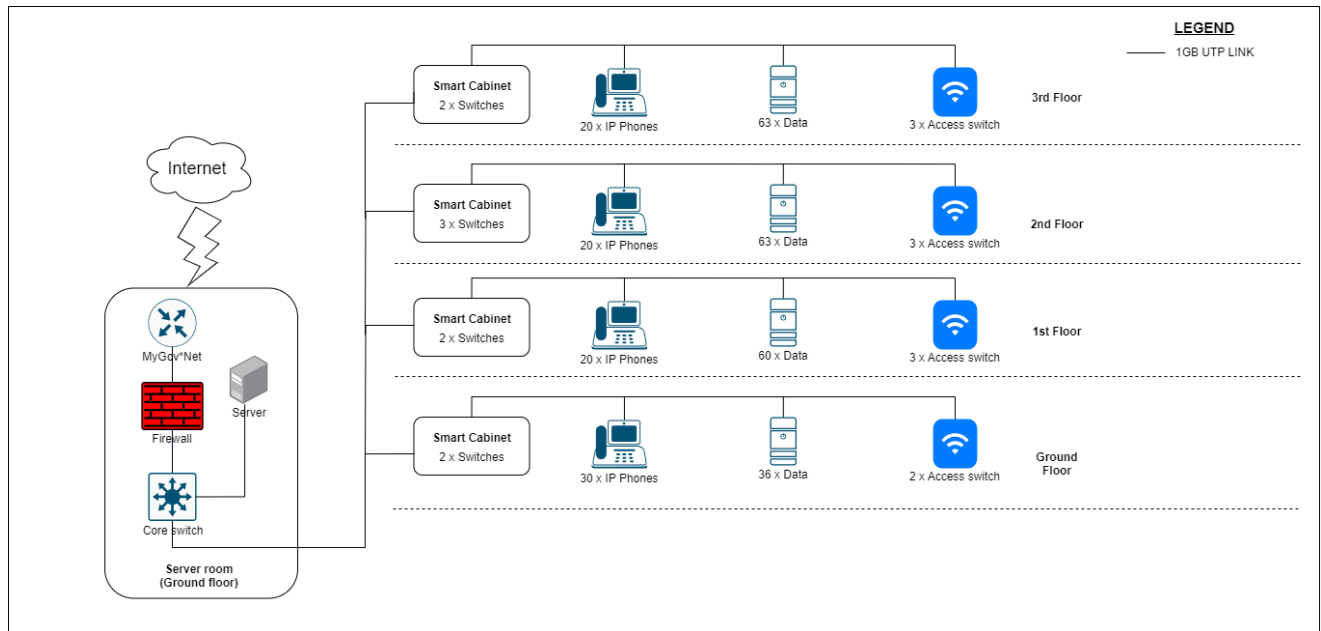
Rajah 42: Contoh rajah rangkaian sedia ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan



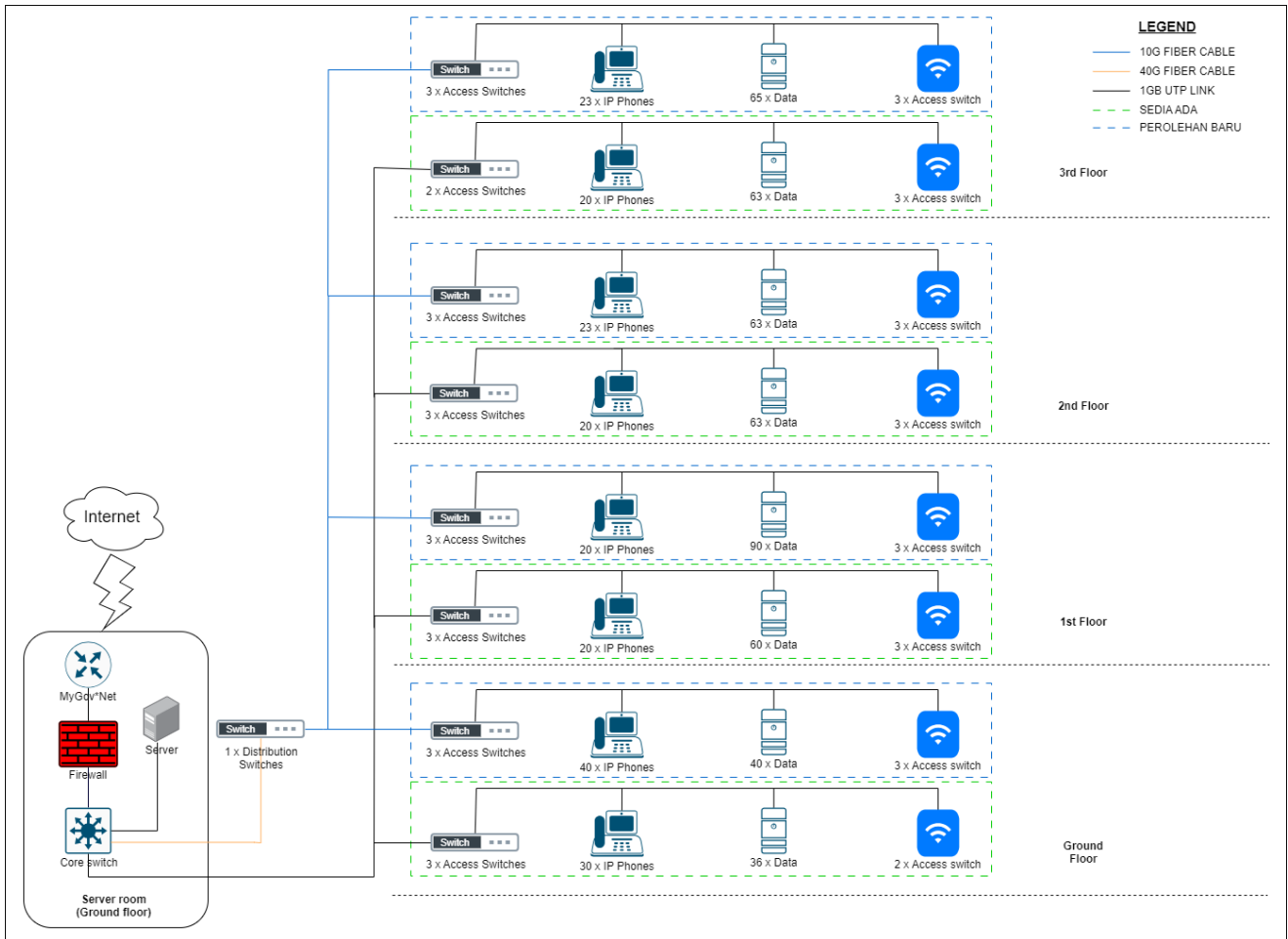
Rajah 43: Contoh rajah rangkaian yang dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai lebih dari satu blok bangunan



- e. Contoh rekabentuk rajah rangkaian Sedia Ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan adalah seperti di Rajah 44 .
- f. Contoh rekabentuk rajah rangkaian Yang Dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan adalah seperti di Rajah 45.



Rajah 44: Contoh rajah rangkaian sedia ada (AS-IS) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan



Rajah 45: Contoh rajah rangkaian dirancang (TO-BE) bagi fasiliti yang mempunyai satu blok bangunan



**v. Menetapkan Keselamatan Rangkaian**

- a. Penetapan langkah-langkah keselamatan dalam skema seperti dinding api (*firewall*), sistem pengesanan/pencegahan pencerobohan *Intrusion Detection and Prevention System (IDPS)*, rangkaian peribadi maya *Virtual Private Network (VPN)* dan titik akses (*access point*) Wi-Fi yang selamat.
- b. Menggabungkan zon keselamatan dan dasar kawalan akses untuk melindungi data sensitif dan mematuhi peraturan privasi.

**vi. Dokumentasi Alamat *Internet Protocol (IP)* dan *Subnet***

- a. Tentukan skema alamat *Internet Protocol (IP)* untuk setiap segmen rangkaian dan dokumenkan subnet dan julat *Internet Protocol (IP)* dalam skema.
- b. Pastikan penggunaan julat alamat *Internet Protocol (IP)* persendirian (*Private IP Address*), pemenggalan (*subnetting*) dan keperluan peruntukan alamat untuk peranti seperti pelayan (*server*), stesen kerja (*workstation*) dan peranti *Internet of Things (IoT)*.

**vii. Menggabungkan Redundansi (*Redundancy*) dan Ketersediaan Tinggi (*High Availability*)**

- a. Sertakan komponen yang berlebihan seperti suis (*switch*), penghala (*router*) dan kumpulan pelayan yang berganda untuk memastikan ketersediaan rangkaian dan mengurangkan titik tunggal kegagalan.



- b. Gabungkan teknologi seperti penggabungan pautan (*link aggregation*) (contoh: *EtherChannel*) dan laluan rangkaian berlebihan (contoh: *Protocol Spanning Tree*) untuk menyediakan redundansi (*redundancy*).

#### viii. Dokumen dan Semakan

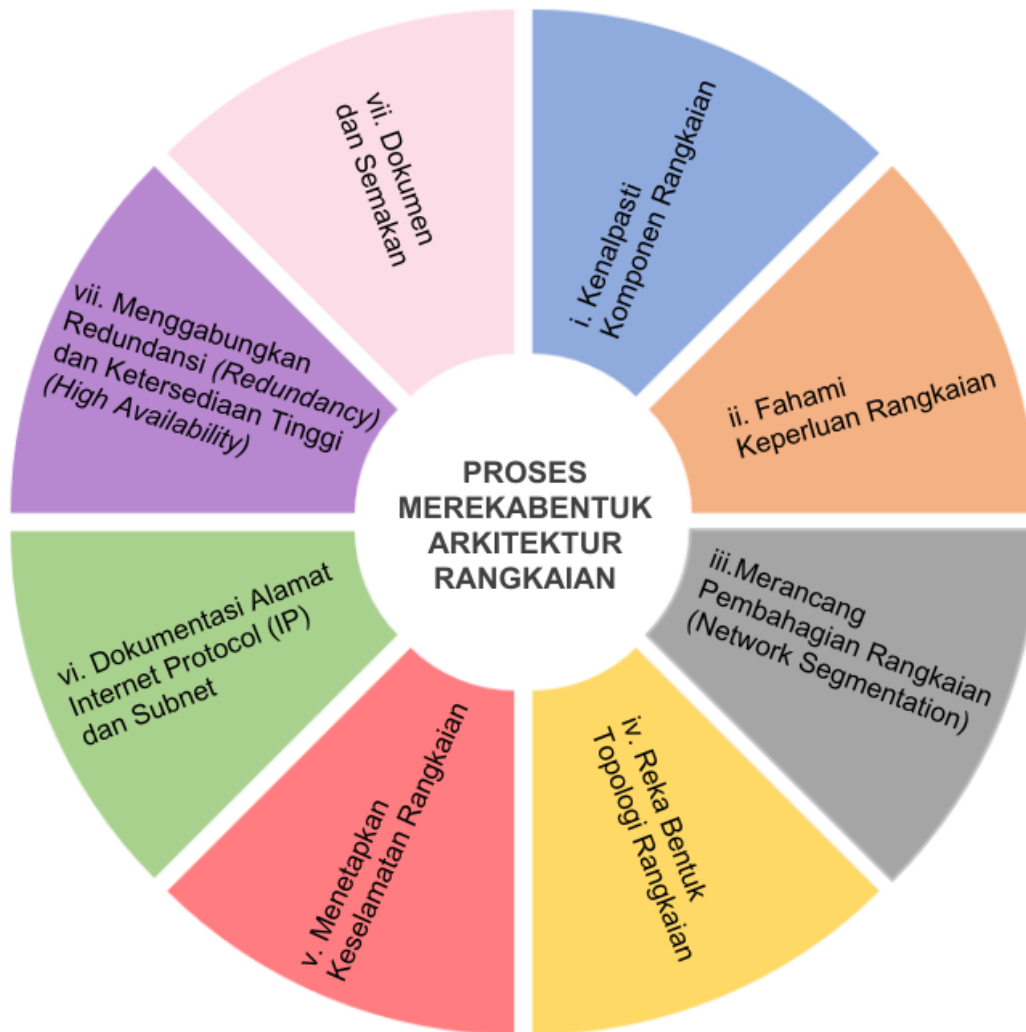
- a. Lakar rajah rangkaian sebenar menggunakan perisian lakaran rajah rangkaian atau peralatan seperti *Microsoft Visio*, *Draw.io* atau *Lucidchart*.
- b. Label dan dokumenkan dengan jelas setiap komponen rangkaian, sambungan, alamat *Internet Protocol (IP)* dan butiran konfigurasi yang berkaitan.
- c. Rujuk skema rangkaian dengan pasukan *Information Technology (IT)*, pihak berkepentingan dan jabatan yang berkaitan untuk semakan dan maklum balas.

#### Nota:

Kerumitan dan keperluan khusus rangkaian hospital boleh mengalami perbezaan berdasarkan kepada saiz fasiliti, jumlah pengguna dan skop perkhidmatan yang disediakan. Adalah penting untuk berunding dengan pakar *Information Technology (IT)* dan jurutera rangkaian untuk memastikan rekabentuk rangkaian memenuhi keperluan spesifik hospital/fasiliti.



4.3 Rajah 46 menunjukkan ringkasan panduan merekabentuk arkitektur rangkaian yang boleh dipertimbangkan.



Rajah 46: Ringkasan proses merekabentuk arkitektur rangkaian



## 5.0 PEMASANGAN, KONFIGURASI DAN HASIL KERJA

### 5.1 Deskripsi

Semua kerja hendaklah mematuhi spesifikasi dan hendaklah mengikut amalan kejuruteraan terbaik dan hendaklah dijalankan dan diselia oleh kakitangan yang berkelayakan, cekap dan mahir.

Kontraktor hendaklah bertanggungjawab ke atas semua kerja berkaitan yang melibatkan kerja tanah, penggodaman dan pembuatan barang atau apa-apa kerja awam untuk pemasangan. Semua buruh, bahan dan alatan yang diperlukan semasa kerja hendaklah dibekalkan/dilaksanakan dengan kos Kontraktor. Kontraktor hendaklah memastikan tapak berada dalam keadaan baik selepas pemasangan selesai.

### 5.2 Pemasangan

#### 5.2.1 Kelulusan Dan Pengiktirafan

a) Pemasang Bertauliah.

Pastikan kerja pemasangan, penamatan, pengujian dan pentauliahan dilakukan oleh pemasang bertauliah yang disahkan oleh pengeluar dan mempunyai sijil yang sah seperti *CompTIA Network+*, *Certified Information Systems Security Professional (CISSP)* atau lain-lain yang relevan.

b) Pengalaman.

Pilih pemasang yang mempunyai pengalaman yang luas dalam pemasangan rangkaian dan memahami keperluan khusus industri anda.



## 5.2.2 Proses Pemasangan

### a) Perancangan Tapak.

Lakukan tinjauan tapak (site survey) untuk merancang lokasi pemasangan peralatan dengan betul.

## 5.3 Konfigurasi

### 5.3.1 Kelulusan Dan Pengiktirafan

#### a) Konfigurator Bertauliah.

Pastikan konfigurator adalah bertauliah dengan sijil yang sah seperti *CompTIA Security+*, *Certified Wireless Network Administrator (CWNA)* atau lain-lain yang relevan.

### 5.3.2 Proses Konfigurasi

#### a) Dokumentasi.

Setiap konfigurasi mesti didokumentasikan dengan lengkap termasuk tetapan IP, VLAN, QoS, dan lain-lain.

#### b) Ujian dan Pengesahan.

Selepas konfigurasi, lakukan ujian menyeluruh untuk memastikan semua peralatan berfungsi dengan baik dan konfigurasi adalah betul. Ujian ini termasuk pengesahan keselamatan dan prestasi.



## 5.4 Hasil Kerja

### 5.4.1 Kualiti Kerja

a) Piawaian Kerja.

Pastikan semua kerja dilakukan mengikut piawaian industri dan best practices yang diterima. Ini termasuk pengurusan kabel yang kemas, penandaan kabel yang jelas, dan pemasangan peralatan yang selamat dan rapi.

b) Pengawasan dan Audit.

Lantik pengawas atau auditor yang bertauliah untuk memantau kualiti pemasangan dan konfigurasi. Mereka harus melakukan pemeriksaan berkala untuk memastikan kerja memenuhi standard yang ditetapkan.

### 5.4.2 Latihan Dan Kemahiran

a) Latihan Berterusan.

Pastikan semua kakitangan yang terlibat dalam pemasangan dan konfigurasi mengikut latihan berkala untuk mengemas kini pengetahuan mereka tentang teknologi dan standard terkini.



## 6.0 DOKUMENTASI

Dokumentasi merujuk kepada proses mencipta, mengatur dan mengekalkan rekod, dokumen, atau maklumat bertulis atau elektronik yang menerangkan dan menjelaskan pelbagai aspek sesuatu sistem, proses, produk atau projek.

Ia berfungsi sebagai sumber maklumat penting untuk memahami, mengurus dan mengekalkan perkara yang diwakili olehnya. Dokumentasi boleh mengambil pelbagai bentuk, termasuk teks, diagram, carta, manual, laporan dan bahan-bahan bertulis atau visual lain.

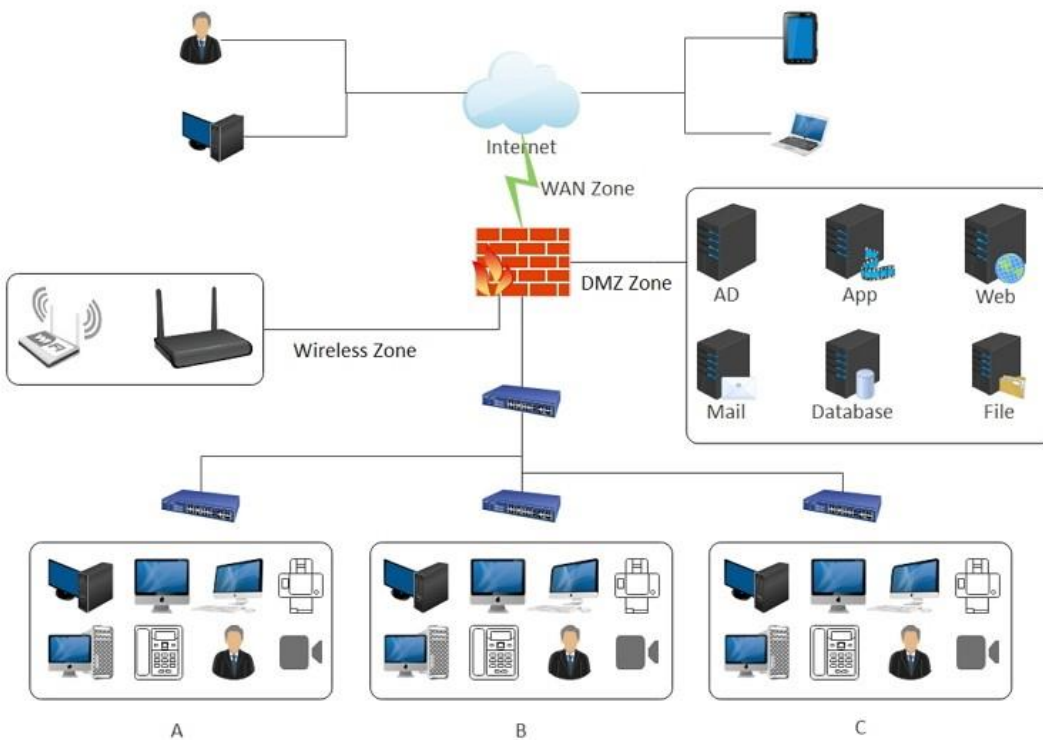
Dokumentasi rangkaian adalah satu dokumen dalaman yang biasanya digariskan dan ditetapkan untuk diwujudkan mengikut arahan Polisi ICT. Ia menerangkan secara keseluruhan struktur rangkaian komputer dari LAN, WAN, server dan port rangkaian di sesebuah organisasi.

Setelah proses perolehan dan pemasangan selesai, pembekal perlu menyediakan dokumentasi sebagai rujukan pengguna. Dokumentasi yang perlu disediakan merangkumi perkara berikut:



## 6.1 Rajah Rangkaian

Rajah rangkaian (seperti di Rajah 47) merujuk kepada gambaran visual atau ilustrasi grafik yang menggambarkan struktur, komponen dan sambungan dalam rangkaian komputer. Ia adalah alat berguna untuk merancang, menggubal, mendokumenkan dan menguruskan rangkaian. Diagram rangkaian digunakan oleh pentadbir rangkaian, jurutera dan profesional IT untuk memvisualisasikan susunan elemen rangkaian, membantu mereka memahami bagaimana peranti dan komponen berkait antara satu sama lain.



Rajah 47: Contoh rajah rangkaian keseluruhan

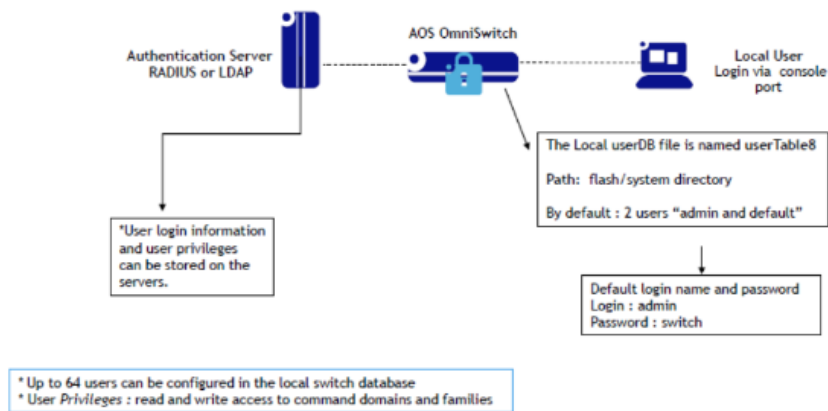


## 6.2 Manual Pengguna

Manual pengguna (seperti di Rajah 48 hingga Rajah 51), juga dikenali sebagai panduan pengguna atau manual arahan, adalah dokumen bertulis atau buku kecil yang menyediakan maklumat terperinci dan arahan tentang cara menggunakan produk, sistem, atau aplikasi perisian. Ia berfungsi sebagai panduan rujukan untuk pengguna, menawarkan penjelasan langkah demi langkah, petua penyelesaian masalah, garis panduan keselamatan dan maklumat lain yang relevan untuk membantu pengguna mengoperasikan dan menyelenggarakan item atau perisian tersebut dengan berkesan.

### 6.2.1 Cara menukar akaun pengguna:

- Stored in the local user database and / or on external authentication servers

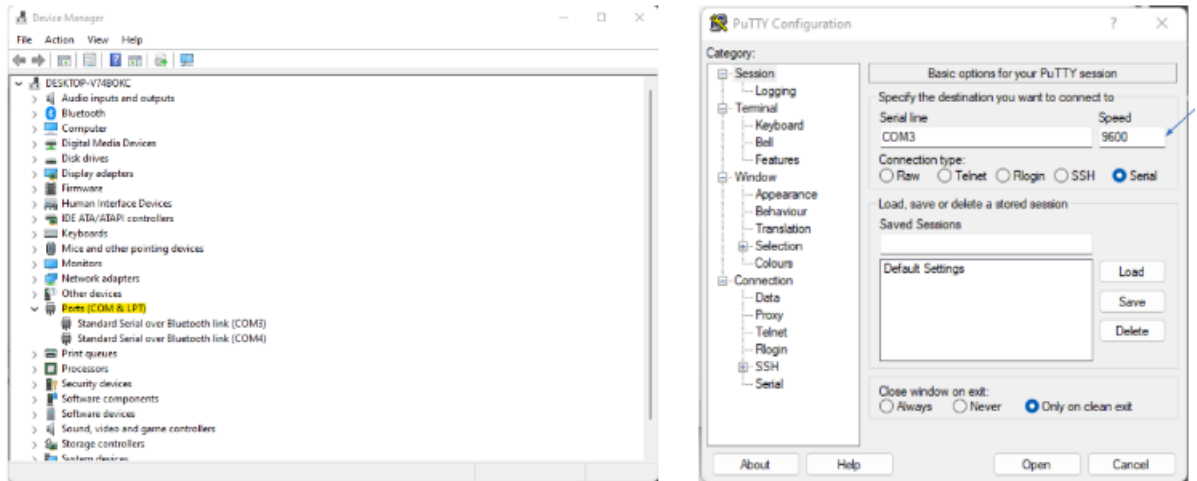


Rajah 48: Contoh manual pengguna (Menukar akaun pengguna)



## 6.2.2 Cara akses switch menggunakan CLI:

- CLI: Command Line Interface
  - Software like Putty, Tera Term, SecureCRT

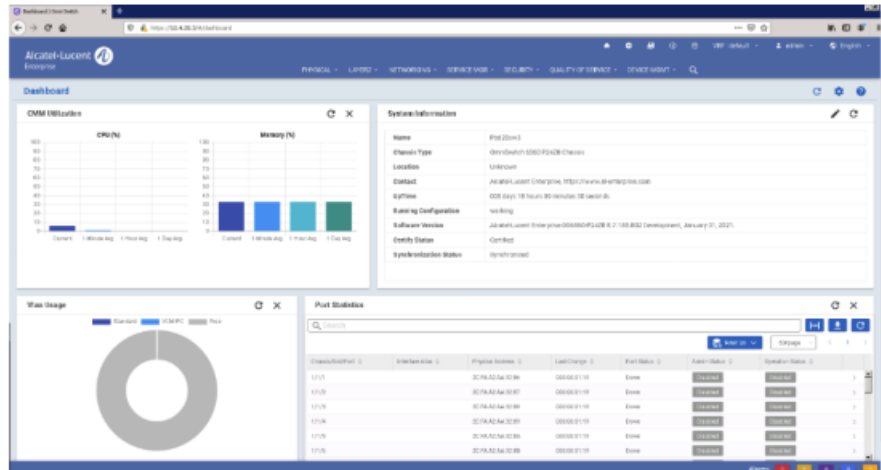


Rajah 49: Contoh manual pengguna (Akses ke switch menggunakan CLI)



### 6.2.3 Cara akses switch menggunakan *webview*:

- The switch can be configured and monitored using WebView
- Switch WebView can be accessed using a web browser (Chrome, Firefox, Edge)



Rajah 50: Contoh manual pengguna (Akses ke switch menggunakan webview)



## 6.2.4 Cara untuk sandaran (*backup*):

- Configuration Backup

```
su4 (6560-B) -> configuration backup
```

- The “configuration backup” command creates a .tar file which will store all the collected files into the switch folder “/flash/config-backup-recovery”

```
su4 (6560-B) -> cd config-backup-recovery
su4 (6560-B) -> ls
conf_recovery.log      configuration_backup_1.tar
configuration_backup.tar configuration_backup_2.tar
```

- Up to 10 .tar files can be stored in the /flash/config-backup-recovery directory

- Configuration Restore

```
su4 (6560-B) -> configuration restore
```

- The “configuration restore” command will select the “configuration\_backup.tar” file file in “/flash/config-backup-recovery” folder and restore its content to the switch

*Rajah 51: Contoh manual pengguna (Cara membuat backup)*



### 6.3 Sijil Warranti

Sijil waranti (seperti di Rajah 52) adalah dokumen undang-undang yang disediakan oleh pembekal produk yang menggariskan terma dan syarat waranti atau jaminan yang ditawarkan dengan produk tersebut. Ia berfungsi sebagai bukti bahawa pembekal akan membaiki atau menggantikan produk atau memberikan pampasan jika produk itu mengalami kerosakan atau berfungsi dengan tidak baik dalam tempoh waranti yang ditentukan.

#### Letter of Service and Support

**Date:** 18<sup>th</sup> August 2022

**Attention:**  
KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA.

**Tender Name:** TENDER PERKHIDMATAN SEWA MILIK BAGI MEMBEKAL, MENGHANTAR, MEMASANG, MENGONFIGURASI, MENGUJI DAN MENTAULIAH GUNA PERKAKASAN SWITCH RANGKAIAN DI FASILITI KESIHATAN, KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA

**Tender Reference:**

We are pleased to confirm that we have submitted our proposal to all relevant parties that; proposed for the project above comes with the required Standard Genuine Standard Warranty Service". The service level is the same as stated and is extendable for subsequent year upon request by customer.

The above service are only valid for System Integrator who participated in the above project who signing a back-to-back maintenance warranty contract with and with the proposed bills of materials in the project. If the System Integrator fails to comply with either one of the requirements, this letter will be considered void.

NO	ITEM	WARRANTY COVERAGE
1	Ethernet Switch with 24*10/100/1000BASE-T PoE+ Ports(AC 370W,DC 740W), 4*100/1000BASE-X Ports, and 4*GE Combo Ports,(AC/DC)	5 Years Foundation basic 9x5x10BD

Rajah 52: Contoh sijil waranti



## 6.4 Maklumat Pengujian Peralatan

Maklumat Ujian Peralatan merujuk kepada dokumentasi terperinci dan data yang berkaitan dengan ujian, penilaian dan penilaian prestasi pelbagai jenis peralatan atau peranti. Maklumat ini penting untuk memastikan kualiti, keselamatan dan fungsi peralatan. Biasanya, ia termasuk prosedur ujian, keputusan ujian, spesifikasi dan sebarang butiran teknikal yang berkaitan tentang operasi dan prestasi peralatan. Contoh pengujian bagi peralatan *Switch* boleh dirujuk seperti di Jadual 7 hingga Jadual 11 yang berikut:

### 6.4.1 Physical Functionality

*Jadual 7: Contoh maklumat pengujian (Keterfungsian fizikal)*

<b>Description:</b> To verify the unit is powered on and functional.
<b>Procedures / Verification:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ensure that the power cord is connected to the power supply of the switches</li><li>2. Check LED Status indicator on the front panel of the switch</li><li>3. Ensure the fan is working properly</li></ol>
<b>Expected Results:</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> LED Status indicator for Power is ON</li><li><input type="checkbox"/> Switch Fan should be spinning</li></ul>
<b>Acceptance Criteria:</b> Pass <input type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<b>Remarks:</b>



## 6.4.2 Switch Availability and Management

*Jadual 8: Contoh maklumat pengujian (Ketersediaan dan pengurusan switch)*

<b>Description:</b> To demonstrate and verify user can access the switch
<b>Procedures / Verification:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Connect Console cable to the console port of the switch</li><li>2. Launch Console application to access the CLI of the switch</li><li>3. Login Window will be prompted to access the switch CLI</li><li>4. Key in the username and password of the switch</li><li>5. Ping to gateway IP to verify uplink connectivity</li><li>6. Ping to 8.8.8.8 to verify internet connectivity</li></ol>
<b>Expected Results:</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> User able to access Switch CLI via Console Port</li><li><input type="checkbox"/> User should be able to see ping reply from gateway IP</li><li><input type="checkbox"/> User should be able to see ping reply from 8.8.8.8</li></ul>
<b>Acceptance Criteria:</b> Pass <input type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<b>Remarks:</b>



### 6.4.3 System Configuration

*Jadual 9: Contoh maklumat pengujian (Konfigurasi sistem)*

<b>Description:</b> To demonstrate and verify Switch Configuration
<b>Procedures / Verification:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. From the console session earlier, type in “Show Run” command to see the current running configuration</li><li>2. Verify the configuration of the access switch such as switch port VLAN configurations</li><li>3. Backup running configuration from the access switches</li></ol>
<b>Expected Results:</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> “show run” command should print out the running configuration of the switch</li><li><input type="checkbox"/> Switch port VLAN configuration should be correctly assigned for each switch ports</li><li><input type="checkbox"/> Default route should be pointed to the gateway</li><li><input type="checkbox"/> Save a copy of the running configuration to a text file for backup</li></ul>
<b>Acceptance Criteria:</b> Pass <input type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<b>Remarks:</b>



#### 6.4.4 Verify Client PC Connectivity

*Jadual 10: Contoh maklumat pengujian (Pengesahan sambungan ke PC pelanggan)*

<b>Description:</b> To demonstrate and verify Client PC Connectivity
<b>Procedures / Verification:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Go to any Client PC, ensure ethernet cable is plugged into the PC correctly</li><li>2. Open command prompt application from PC and type in “ping 8.8.8.8” command</li><li>3. Monitor Ping result from the client PC</li></ol>
<b>Expected Results:</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Client PC ethernet port should be plugged in and have indicator lights ON</li><li><input type="checkbox"/> If IP assignment is set to DHCP, Client PC should get the correct IP Addresses from DHCP</li><li><input type="checkbox"/> Ping result should show ping reply from 8.8.8.8</li></ul>
<b>Acceptance Criteria:</b> Pass <input type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>
<b>Remarks:</b>



## 6.4.5 Application Connectivity Test

Jadual 11: Contoh maklumat pengujian (Pengujian sambungan aplikasi)

<b>Description:</b> To verify network connectivity to all applications listed below		
No	Server Name	IP Address
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
<b>Procedures / Verification:</b>		
1. From command prompt application, ping all servers IP Address listed above		
<b>Expected Results:</b>		
<input type="checkbox"/> Client PC should be able to get ping reply from all the servers		
<b>Acceptance Criteria:</b> Pass <input type="checkbox"/> Fail <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>		
<b>Remarks:</b>		



## 6.5 Maklumat LAN

Maklumat *LAN* (Local Area Network) merujuk kepada data dan butiran yang berkaitan dengan penubuhan, konfigurasi dan operasi rangkaian kawasan tempatan dalam kawasan geografi tertentu seperti di rumah, pejabat, atau kampus. Maklumat ini biasanya merangkumi topologi rangkaian, komponen perisian dan peralatan, pengalamanan IP, langkah-langkah keselamatan dan sebarang dokumentasi yang berkaitan yang diperlukan untuk pengurusan dan penyelenggaraan *LAN*.

Contoh butiran Maklumat *LAN* boleh dirujuk seperti di Jadual 12 berikut:

*Jadual 12: Maklumat LAN*

<b>LAN Information Sheet</b>	
<b>Site Name</b>	: Ibu Pejabat KKM Putrajaya
<b>Area/Floor</b>	: Level 5, Blok E7
<b>Switch Brand</b>	: ABC
<b>Switch Model</b>	: A650
<b>Switch Serial Number</b>	: WKC223700201
<b>Switch Software Version</b>	: v 2.4
<b>IP Address Scheme</b>	: IP Address Range: 192.168.1.024 Subnet Mask: 255.255.255.0
<b>Subnet Information</b>	: IP Range: 192.168.1.1 – 192.168.1.50 Purpose: Office workstation
<b>Gateway Information</b>	: Gateway IP: 192.168.1.1

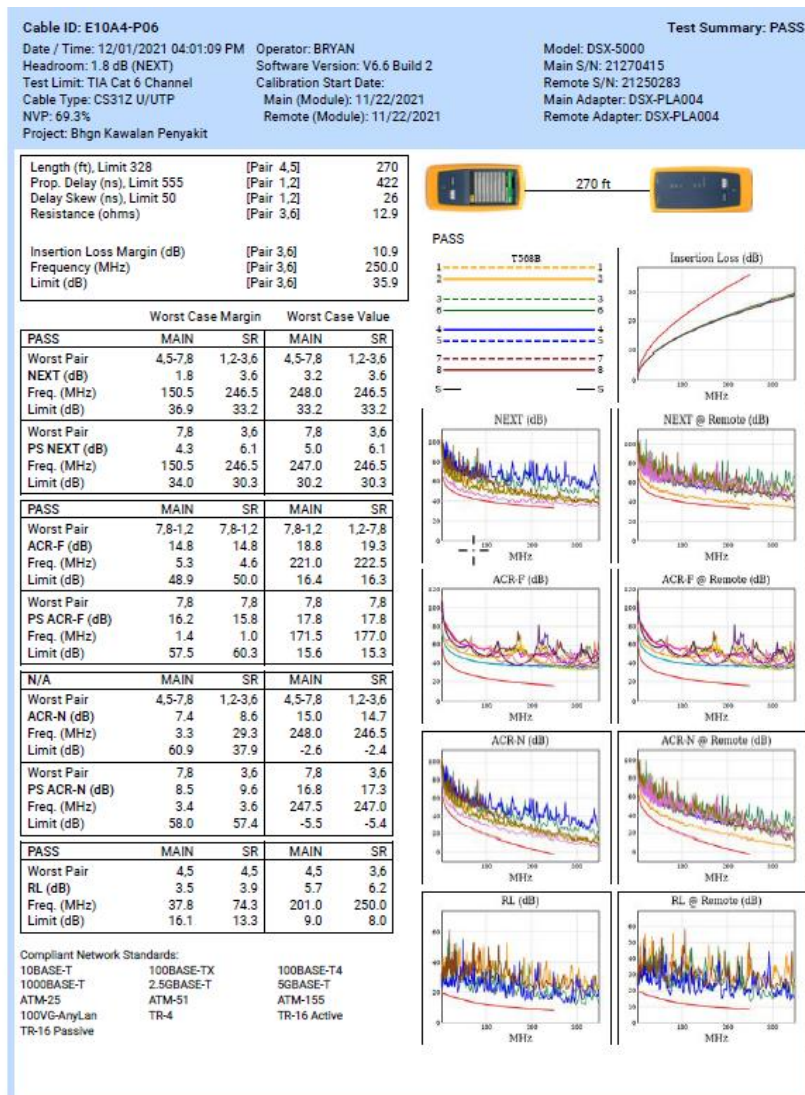


<b>DNS Configuration</b>	:	DNS Server: 192.168.1.10
<b>VLAN Configuration</b>	:	Name: VoIP VLAN IP Range: 192.168.2.0/24
<b>Security Settings</b>	:	Firewall Rules: List key rules or policy Access Control List: List and configured ACL
<b>QoS</b>	:	Yes                      No



## 6.6 Maklumat Pengujian Pengkabelan (jika berkaitan)

Maklumat Ujian Pendawaian (seperti di Rajah 53) merujuk kepada data dan butiran yang berkaitan dengan ujian dan penilaian sistem pendawaian seperti pendawaian berstruktur atau kabel rangkaian. Maklumat ini penting untuk memastikan kualiti, prestasi dan kebolehpercayaan infrastruktur pendawaian. Biasanya, ia merangkumi keputusan ujian, laporan pengesahan, spesifikasi kabel dan dokumentasi teknikal lain yang diperlukan untuk mengesahkan bahawa pendawaian tersebut mematuhi piawaian industri dan keperluan prestasi.



Rajah 53: Contoh maklumat pengujian pengkabelan



## 6.7 Maklumat Latihan / Transfer of Technology (TOT)

Pemindahan Teknologi, sering digunakan sebagai "TOT," merujuk kepada proses berkongsi atau menyampaikan pengetahuan teknologi, kepakaran dan kemampuan teknologi dari satu entiti atau organisasi kepada yang lain. Ini boleh melibatkan pemindahan penyelidikan saintifik, pengetahuan teknikal, penemuan, inovasi, atau apa-apa bentuk maklumat atau sumber yang berkaitan dengan teknologi.

Objektif pemindahan teknologi adalah untuk memudahkan penggunaan dan penggunaan teknologi dalam konteks atau industri baru, dengan itu menggalakkan inovasi, pertumbuhan ekonomi dan pembangunan.

Contoh butiran maklumat latihan boleh dirujuk seperti di Jadual 13 berikut:

*Jadual 13: Contoh maklumat latihan/Transfer of Technology (TOT)*

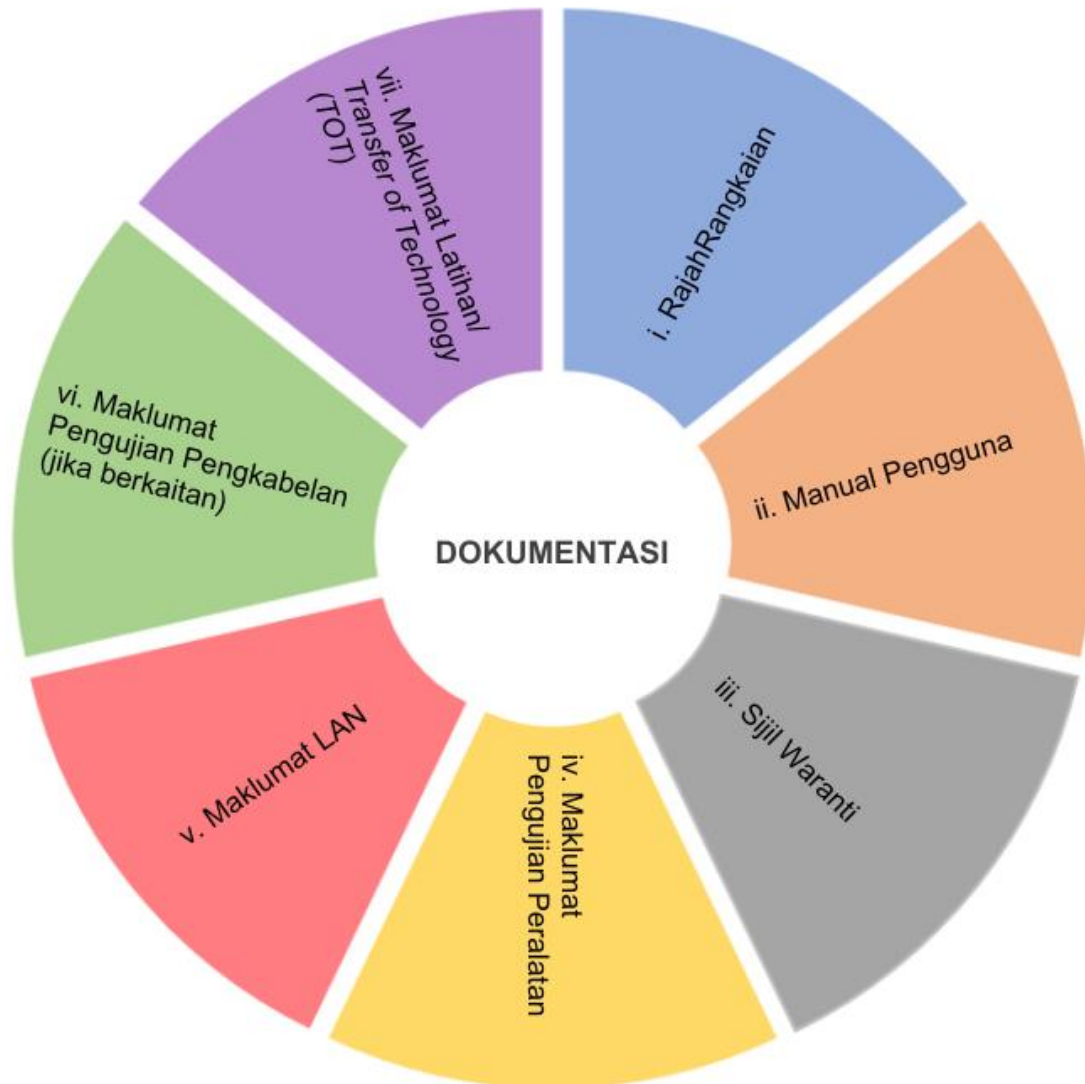
JENIS LATIHAN/BENGGKEL	NAMA LATIHAN / KURSUS	BIL. LATIHAN/SESI	BIL. HARI
Managed Switch Administration	<b>Introduction and Product Overview</b> a. Introduction regarding product b. Briefly introduction regarding the features, technical specifications and warranty  <b>Installation and Implementation</b> a. Guide on how to power on the switch b. Install bracket to the switch for mount rack  <b>Basic Operation</b> a. Assign a name to the switch b. Set the telnet/ssh access with password c. Configure the layer 3 and 2 address of the switch d. Configure VLAN to port switch e. Verify the management LANs settings f. Save the switch configuration	1 sesi (6 users)	Kumpulan 1 (1 hari)



WhatsUp Gold Administration	<p><b>Introduction and Product Overview</b></p> <p>a. Introduction regarding WhatsUp Gold</p> <p><b>Installation and Implementation</b></p> <p>a. Guide on how to install the WhatsUp Gold to server HQ</p> <p><b>Basic Operation</b></p> <p>a. Configure language for the WhatsUp Gold</p> <p>b. Prepare the network</p> <p>c. Configure and assign monitors and actions</p> <p>d. Configure IP Addresses for all on-site network devices in WhatsUp Gold</p> <p>e. Verify the status health from any network devices in WhatsUp Gold</p> <p>f. Discover and map the network</p> <p>g. Explore and customize reports</p> <p>h. Manage the network</p>	1 sesi (6 users)	Kumpulan 1 (1 hari)
-----------------------------	--	------------------	---------------------



6.8 Rajah 54 menunjukkan panduan ringkasan yang boleh dipertimbangkan bagi tujuan dokumentasi.



Rajah 54: Ringkasan senarai dokumentasi



## 7.0 SENARAI PIAWAIAN/STANDARDS

*Jadual 14: Senarai piawaian/standards*

STANDARD	DESCRIPTION
IEEE 802.3	Ethernet Networks
IEEE 802.11	Wireless Local Area Networks
MS IEC 60038	IEC Standard Voltages
MS IEC 60364	Electrical Installations for Buildings
IEC 61000	Electromagnetic Compatibility
CISPR 22	Electromagnetic Compatibility within Europe for Information Technology Equipment
EN 54-20	Fire Detection and Fire Alarm Systems - Aspirating Smoke Detectors
ISO 14520	Gaseous Fire-Extinguishing Systems - Physical Properties and System Design
BS 6266:2011	Fire Protection for Electronic Equipment Installations. Code of Practice
ISO/IEC 30129:2015	Information Technology - Telecommunications Bonding Networks for Buildings and Other Structures
ISO/IEC 14763-2	Information Technology - Implementation and Operation of Customer Premises Cabling - Planning and Installation
ISO/IEC 11801-1	Generic Cabling for Customer Premises
ISO/IEC 11801-5	Generic Cabling for Customer Premises: Data Centres
ISO/IEC 18598	Information Technology - Automated Infrastructure Management (AIM) systems - Requirements, Data Exchange and Applications
ANSI/TIA-568.0-D	Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises
ANSI/TIA-568.1. D	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
ANSI/TIA-568.2-D	Balanced Twisted-Pair Telecommunication Cabling
ANSI/TIA-568.3-D	Optical Fiber Cabling and Components Standard



## 8.0 RUJUKAN

- 8.1 Pekeliling Transformasi Pentadbiran Awam Bil 3 Tahun 2018: Panduan Pengurusan Projek ICT Sektor Awam (PPriSA)
- 8.2 Surat Pekeliling Am Bil 3 Tahun 2015: Garis Panduan Permohonan Kelulusan Teknikal Dan Pemantauan Projek Teknologi Maklumat Dan Komunikasi (ICT) Agensi Sektor Awam
- 8.3 Pekeliling Transformasi Pentadbiran Awam Bil 2 Tahun 2017: Pengurusan Perkhidmatan Rangkaian Telekomunikasi Bersepadu Kerajaan (1Gov\*Net)
- 8.4 Rangka Kerja Keselamatan Siber Sektor Awam
- 8.5 Specification for ICT Networking (L-S38)
- 8.6 Surat Pekeliling Am Bilangan 3 Tahun 2024 Garis Panduan Penilaian Risiko Keselamatan Maklumat Sektor Awam
- 8.7 Surat Pekeliling Am Bilangan 4 Tahun 2024 Garis Panduan Penilaian Tahap Keselamatan Rangkaian dan Sistem ICT Sektor Awam
- 8.8 Surat Arahan Ketua Setiausaha Negara - Langkah-langkah Untuk Memperkukuhkan Keselamatan Rangkaian Setempat Tanpa Wayar (Wireless Local Area Network) Di Agensi-Agensi Kerajaan bertarikh 20 Oktober 2006