BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Umum PUSAIR Bandung

Puslitbang Sumber Daya Air merupakan salah satu dari 4 (empat) Pusat Litbang yang berada di bawah Badan Litbang Kimpraswil. Instansi ini sudah ada sejak tahun 1936 dengan nama *Departement Verheer en Waterstaat*. Pada tahun 1947 nama tersebut berubah menjadi *Institute Voor Wegen Waterboukundige Orderzoekingen* dan pada tahun 1950 berubah menjadi Institut Teknik Air dan Tanah. Pada tahun 1966 setelah nama instansi berubah menjadi Lembaga Penyelidikan Masalah Air.

Pada tahun 1974, nama instansi berubah nama menjadi Direktorat Penyelidikan Masalah Air. Pada tahun 1984, nama instansi berubah nama menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan berada di bawah Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. Pada tahun 1999 nama instansi berubah menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Sumber Daya Air berada di bawah Badan Litbang Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah (Kimbangwil).

Pada tahun 2001, nama instansi menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air di bawah Badan Litbang Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswil). Pada Tahun 2004, nama instansi berubah menjadi Pusat Litbang Sumber Daya Air, berada dibawah Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. Pada tahun 2010, nama instansi ini pun berubah menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, berada dibawah Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum.

2.1.1 Visi dan Misi PUSAIR

Adapun visi dan misi dari pusair yaitu :

a. Visi : “Menjadi lembaga terkemuka dalam menyediakan jasa keahlian teknologi untuk mendukung tersedianya infrastruktur sumber daya air yang handal.“
b. Misi
    1. Meneliti dan mengembangkan teknologi tepat guna bidang sumber daya air (SDA) yang kompetitif dan ramah lingkungan.
    2. Menyusun norma, standar, pedoman, manual bidang konstruksi dan bangunan sumber daya air.
    3. Menunjang penyelenggaraan penyediaan tenaga ahli pengelola Sumber Daya Air melalui kegiatan diseminasi teknologi.
    4. Memberikan *Advice* dan pelayanan teknis bidang sumber daya air.
    5. Menyediakan data dan informasi bidang sumber daya air.

2.1.2 Logo PUSAIR

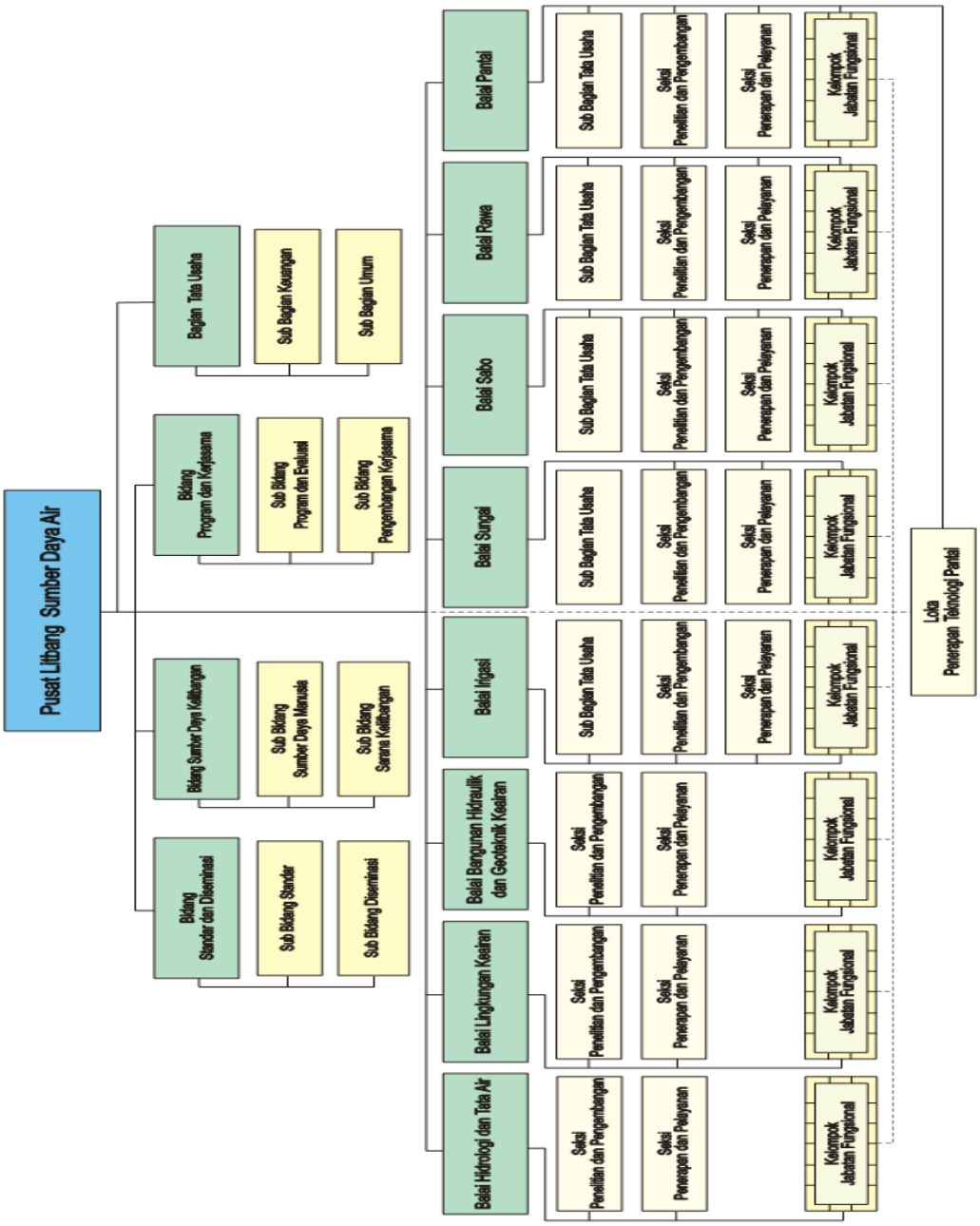
Logo merupakan identitas dari sebuah instansi sebagai komunikasi arti dan makna terhadap jati diri. Berikut adalah logo dari instansi pusair :



Sumber* : *www.pusair-pu.go.id

Gambar 2. 1 Logo PUSAIR

2.1.3 Struktur Organisasi



Sumber **:** www.**pusair**-pu.go.id

Gambar 2. 2 Struktur Organisasi

2.1.4 Badan Hukum Instansi

Bentuk dan badan hukum pusat penelitian dan pengembangan sumber daya air (PUSAIR) adalah Pemerintahan.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan sub-bab yang menjelaskan semua tentang hal yang berkaitan dengan tema penelitian.

2.2.1 *Data Center*

Untuk mengetahui apa yang dimaksud dengan *data center* , jenis-jenis *data center*, tujuan, kriteria perancangan, servis utama *data center* dan *disaster recovery* nya maka berikut penjelasannya masing-masing.

2.2.1.1 Pengertian *Data Center*

Data center merupakan fasilitas yang digunakan untuk penempatan beberapa kumpulan server atau sistem komputer dan sistem penyimpanan data (storage) yang dikondisikan dengan pengaturan catu daya, pengatur udara, pencegah bahaya kebakaran dan biasanya dilengkapi pula dengan sistem pengamanan fisik. [2]

Salah satu standar internasional yang mengatur tentang *data center* yaitu TIA-942. Standar ini disetujui oleh ***Telecommunications Industry Association (TIA) Komite bagian TR 42.2, TIA Komite Insinyur Teknis TR 42*** *dan* ***Institut Standar Nasional Amerika (ANSI)*** dan lebih dari 60 organisasi dalam *industry* telekomunikasi berkontribusi untuk perkembangan *standard* ini termasuk manufaktur, konsultan, pengguna akhir, dan organisasi lainnya.

2.2.1.2 Jenis - Jenis *Data Center*

Berdasarkan fungsinya, *data center* dibagi menjadi 2 kategori umum yaitu :

1. Internet Data Center

Hanya untuk mendukung aplikasi terkait dengan internet saja, biasanya dibangun dan dioperasikan oleh service provider atau perusahaan yang memiliki model bisnis berdasarkan pada *internet commerce*.

2. Corporate/Enterprise Data Center

Mendukung semua fungsi yang memungkinkan berbagai model bisnis berjalan. baik pada layanan internet, intranet, dan keduanya.

2.2.1.3 Tujuan Standarisasi *Data Center*

Adapun tujuan menerapkan standarisasi *data center* yaitu sebagai berikut :

1. Untuk memberikan persyaratan atau pedoman untuk desain dan instalasi dari *data center*, ruang telekomunikasi dan ruang control.
2. Untuk memberikan pemahaman yang komprehensif dari design *data center* termasuk fasilitas perencanaan, pemasangan sistem kabel dan design management jaringan.
3. Memudahkan perencanaan *data center* sebelum melakukan proses pembangunan.

2.2.1.4 Kriteria Perancangan *Data Center*

Dalam melakukan perancangan terhadap sebuah *data center* maka harus memperhatikan kriteria – kriteria berikut : [2]

a. Availability

Data center diciptakan untuk mampu memberikan operasi yang berkelanjutan dan terus-menerus bagi suatu perusahaan baik dalam keadaan normal maupun dalam keadaan terjadinya suatu kerusakan yang berarti atau tidak. *Data center* harus dibuat sebisa mungkin mendekati *zero-failure* untuk seluruh komponennya.

b. Scalability dan Flexibility

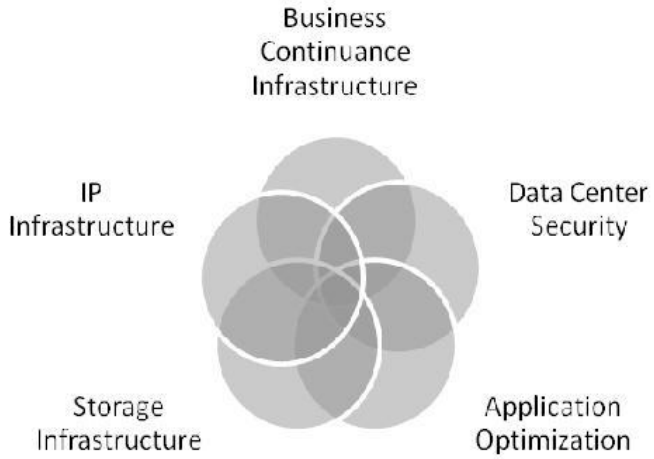
Data center harus mampu beradaptasi dengan pertumbuhan kebutuhan yang cepat atau ketika adanya servis baru yang harus disediakan oleh *data center* tanpa melakukan perubahan yang cukup berarti bagi *data center* secara keseluruhan.

c. Security

Data center menyimpan berbagai aset perusahaan yang berharga, oleh karenanya sistem keamanan dibuat seketat mungkin baik pengamanan secara fisik maupun pengamanan non-fisik.

2.2.1.5 Servis Utama Pada *Data Center*

Pada *data center* terdapat lima unsur pembentuk layanan yang harus diperhatikan. Adapun unsur tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3. [2]



Gambar 2. 3 Servis Utama *Data Center* [2]

1. Business Continuance Infrastructure (Infrastruktur yang Menjamin Kelangsungan Bisnis)

Aspek-aspek yang mendukung kelangsungan bisnis ketika terjadi suatu kondisi kritis terhadap *data center*. Aspek-aspek tersebut meliputi kriteria pemilihan lokasi *data center*, kuantifikasi ruang *data center*, *laying-out* ruang dan instalasi *data center*,

sistem listrik yang dibutuhkan, pengaturan infrastruktur jaringan yang *scalable*, pengaturan sistem pendingan dan *fire suppression*.

2. Data Center Security Infrastructure (Infrastruktur Keamanan Data Center)

Terdiri dari sistem pengamanan fisik dan non-fisik pada *data center*. Fitur sistem pengamanan fisik meliputi akses user ke *data center* berupa kunci akses memasuki ruangan (kartu akses atau biometrik) dan segenap petugas keamanan yang mengawasi keadaan *data center* (baik di dalam maupun di luar), pengamanan fisik juga dapat diterapkan pada seperangkat infrastruktur dengan melakukan penguncian dengan kunci gembok tertentu. Pengamanan non fisik dilakukan terhadap bagian software atau sistem yang berjalan pada perangkat tersebut, antara lain dengan memasang beberapa perangkat lunak keamanan seperti *access control list*, firewall, IPS dan host IDS , fitur-fitur keamanan pada Layer 2 (data link layer) dan Layer 3 (network layer) disertai dengan manajemen keamanan.

3. Application Optimization (Optimasi Aplikasi)

Akan berkaitan dengan layer 4 (transport layer) dan layer 5 (session layer) untuk meningkatkan waktu respon suatu server. Layer 4 adalah layer *end-to-end* yang paling bawah antara aplikasi sumber dan tujuan, menyediakan *end-to-end flow control, end-to-end-error detection and correction*, dan mungkin juga menyediakan *congestion control* tambahan. Sedangkan layer 5 menyediakan riteri dialog (siapa yang memiliki giliran berbicara/mengirim data), token management (siapa yang memiliki akses ke *resource* bersama) serta sinkronisasi data (status terakhir sebelum link putus). Berbagai isu yang terkait dengan hal ini adalah load balancing, caching, dan terminasi SSL, yang bertujuan untuk mengoptimalkan jalannya suatu aplikasi dalam suatu sistem.

4. Infrastruktur IP

Infrastruktur IP menjadi servis utama pada *data center*. Servis ini disediakan pada layer 2 dan layer 3. Isu yang harus diperhatikan terkait dengan layer 2 adalah hubungan antara ladang server dan perangkat layanan, memungkinkan akses media, mendukung sentralisasi yang *reliable, loop-free, predictable,* dan *scalable*.

Sedangkan pada layer 3, isu yang terkait adalah memungkinkan *fast-convergence routed network* (seperti dukungan terhadap *default gateway*). Kemudian juga tersedia layanan tambahan yang disebut *Intelligent Network Service*, meliputi fitur-fitur yang memungkinkan application servies network-wide, fitur yang paling umum adalah mengenai Qos (Quality of Services), *multicast* (memungkinkan kemampuan untuk menangani banyak user secara konkuren), *private LANS* dan *policy-based routing*.

5. *Storage*

Terkait dengan segala infrastruktur penyimpanan. Isu yang diangkat antara lain adalah arsitektur SAN, *fibre channel*, *replikasi*, *backup* serta *archival*.

2.2.1.6 *Disaster Recovery* Pada *Data Center*

Data center merupakan denyut nadi bisnis suatu perusahaan, bila suatu saat terjadi gangguan atau bencana alam maka dijamin akan terjadi kelumpuhan pada beberapa sektor bisnis atau mungkin keseluruhan sektor bisnis yang dimiliki perusahaan. Oleh karenanya, aspek penting yang harus dimiliki oleh sebuah *data center* adalah **manajemen bencana yang baik dan telah teruji** sehingga sewaktu-waktu hal tersebut terjadi tidak menimbulkan dampak yang terlalu merugikan perusahaan. Dalam membangun manajemen yang baik, ada dua kategori besar yang perlu diketahui yaitu : [2]

1. ***Business Continuity Plan*** **(BCP)** merupakan rencana yang fokus untuk mempertahankan kelangsungan fungsi bisnis saat gangguan terjadi dan sesudahnya.
2. ***Disaster Recovery Planning*** **(DRP)** merupakan rencana yang fokus pada sistem teknologi informasi yang diterapkan pada *data center* untuk memperbaiki operabilitas sistem target, aplikasi, dan fasilitas komputer dilokasi alternatif dalam kondisi darurat.

Namun yang perlu diperhatikan adalah batasan biaya, bagi suatu perusahaan menyediakan suatu DRC (*Disaster Recovery Center*) dengan keadaan yang sama

dengan *data center* utama merupakan hal yang cukup memberatkan. Oleh karenanya suatu DRC tidak akan memenuhi kondisi seperti *data center* utama sepenuhnya.

2.2.1.7 *Next Generation Data Center*

Next generation data center menjadi isu utama pada pembangunan *data center* untuk saat ini dan dalam beberapa tahun ke depan. *Next generation data center* akan bersifat *service-oriented*, yang diwujudkan dalam beberapa layer, yaitu : [2]

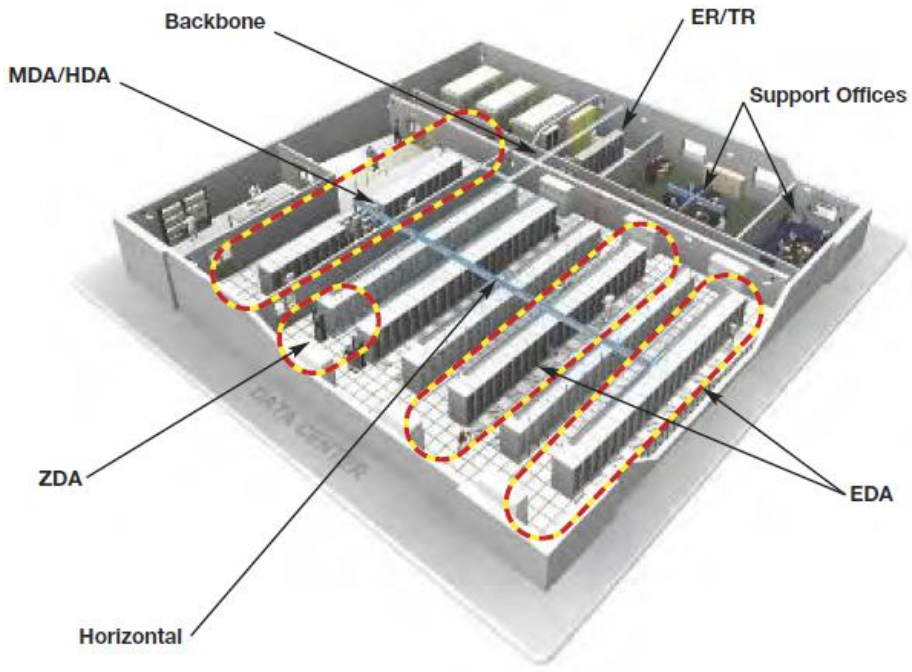
1. Fasilitas *data center* meliputi penyediaan gedung, *power*, pendingin dan pengkabelan.
2. Infrastruktur *data center* meliputi *storage* yang tervirtualisasi, server yang tervirtualisasi, dan servis jaringan dan jaringan yang tervirtualisasi.
3. Aplikasi dan OS *data center* yang menjadi isu utama adalah integrasi aplikasi dan *operating system.*
4. Manajemen *data center* meliputi tahapan proses *provisioning,* pengadaptasian, *troubleshooting,* dan visibilitas dari semua komponen terkait.

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mewujudkan *next generation data center* antara lain adalah : [2]

1. **Konsolidasi**, mengandung pengertian sentralisasi dan standardisasi dari semua perangkat yang ada sehingga menghasilkan suatu jaringan yang cerdas.
2. **Virtualisasi**, mengatur sumber daya agar lebih efisien dan menjadi independen dari infrastruktur fisik.
3. **Otomatisasi**, melakukan *provisioning* yang dinamis dan manajemen informasi untuk mencapai ketahanan bisnis.
4. **Efisiensi ruang dan energi *data center***.
5. **Solusi ketersediaan dan kelangsungan bisnis**.

2.2.2 *Standard* TIA (*Telecommunications Industry Association*)

Pada TIA terdapat istilah – istilah penting mengenai infrastruktur *data center*, untuk mengetahui istilah tersebut maka dapat memperhatikan gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *Layout Data Center* [5]

a. ***Entrance / Telecommunications Room (ER/TR)*** merupakan ruang antarmuka sistem pengkabelan antara isp, *data center* dan gedung lokal. Standar TIA merekomendasikan peletakan *entrance room* harus berada diluar *computer room* dengan pertimbangan keamanan.

b. ***Zone Distribution Area (ZDA)*** merupakan suatu wilayah didalam *computer room* dimana *zone outlet* atau sebuah *consolidation point* ditempatkan dengan maksud mengurangi kepadatan kabel di eda.

c. ***Main Distribution Area (MDA) & Horizontal Distribution Area (HDA)*** merupakan suatu wilayah didalam *computer room* tempat dimana *main cross-connect* dan *horizontal cross connect* ditempatkan.

d. ***Equipment Distribution Area (EDA)*** merupakan suatu wilayah didalam *computer room* dimana kabinet-kabinet dan *rack* ditempatkan.

e. ***Backbone Cabling*** merupakan kabel yang mengkoneksikan antara MDA, HDA, dan juga merupakan *entrance area.*

f. ***Horizontal Cabling*** merupakan kabel yang mengkoneksikan antara *mda (*pada *Reduced data center topology), zda, eda* maupun *workstation.*

g. ***Support Offices*** merupakan .ruang yang digunakan untuk mendukung kegiatan *data center.*

2.2.2.1 *Tier* Pada TIA-942

Perancangan *data center* berangkat dari kebutuhan yang ada, untuk kemudian didefinisikan berbagai perlengkapan IT yang diperlukan beserta pemilihan teknologi berbarengan dengan perencanaan infrastruktur *data center* yang lain. Ada 4 *tier* dalam perancangan *data center* yang setiap *tier* nya menawarkan tingkat *availabilitas* yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan suatu *data center*. Menurut TIA (*Telecommunication Industry Association*), adapun aspek penilaian *tier* pada *data center* dapat dikelompokan menjadi 4 kriteria yaitu **aspek arsitektur bangunan, aspek kelistrikan, aspek telekomunikasi** dan **aspek mekanik**. Untuk melihat aspek-aspek penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Dalam melakukan standarisasi TIA ada beberapa *statement* yang menegaskan aturan yang berkenaan dengan *tier,* yaitu dapat dilihat pada dokumen TIA halaman 84 submenu G.1.2 paragraf kedua, yang berisi : *A data center may have different tier ratings for different portions of its infrastructure. For example, a data center may be rated tier 3 for electrical, but tier 2 for mechanical. However, the data center's overall tier rating is equal to the lowest rating across all portions of its infrastructure. Thus, a data center that is rated tier 4 for all portions of its infrastructure except electrical, where it is rated tier 2, is rated tier 2 overall. The overall rating for the data center is based on its weakest component.* [1]

a. Aspek Arsitektur Bangunan

Kebutuhan arsitektur setiap *tier* dari A*nnex* G TIA-942 dipaparkan kembali sebagai berikut.

1) *Tier* 1

Arsitektur, sebuah *data center tier* 1 merupakan *data center* yang tidak memerlukan persyaratan untuk perlindungan terhadap peristiwa fisik, baik disengaja atau tidak disengaja, alam atau buatan manusia, yang dapat menyebabkan *data center* gagal. Beban lantai minimum untuk area peralatan harus 7,2 kPa (150 lbf/ft2) dengan 1,2 kPa (25 lbf / ft2) untuk beban tergantung dari bagian bawah lantai. Untuk mengetahui lebih jelas mengenai pengukuran kapasitas pembebanan lantai dan metode uji maka dapat dilihat spesifikasi Telecordia GR-63-CORE.

2) *Tier* 2

Instalasi *tier* 2 harus memenuhi semua persyaratan *tier* 1. Selain itu, instalasi *tier* 2 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Perlindungan minimal pada peristiwa fisik, baik disengaja atau tidak disengaja, alam atau buatan manusia, yang dapat menyebabkan *data center* gagal.
b. Hambatan uap harus disediakan untuk dinding dan langit-langit *computer room,* untuk memastikan peralatan mekanik dapat mempertahankan batas humidifikasi.
c. Semua pintu keamanan harus kayu yang solid dengan bingkai logam. Pintu masuk ruang monitoring harus disediakan dengan *peepholes* 180 derajat.
d. Semua dinding keamanan harus tinggi (dari lantai ke langit-langit). Selain itu, dinding untuk keamanan peralatan dan pemantauan ruangan harus diperkuat dengan memasang *plywood* yang tidak kurang dari 16 mm (5/8) untuk interior ruangan dengan perekat serta sekrup setiap 300 mm (12 inci).
e. Beban lantai minimum untuk area peralatan harus 8,4 kPa (175 lbf / ft2) dengan 1,2 kPa (25 lbf / ft2) untuk beban yang tergantung dari bagian bawah lantai.

3) *Tier* 3

Instalasi *tier* 3 harus memenuhi semua persyaratan dari *tier* 2. Selain itu, instalasi *tier* 3 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Memiliki perlindungan khusus terhadap sebagian besar peristiwa fisik, baik disengaja atau tidak disengaja, alam atau buatan manusia, yang dapat menyebabkan *data center* gagal.
b. Pintu akses masuk cadangan dengan pos penjagaan keamanan harus disediakan agar menjamin akses jalan jika terjadi kemacetan, memungkinkan untuk dilakukannya pemisahan antara akses jalan karyawan dan vendor atau masalah lainnya.
c. Tidak adanya jendela disepanjang dinding luar *computer room*.
d. Konstruksi bangunan harus memberikan perlindungan terhadap radiasi elektromagnetik. Konstruksi baja dapat menyediakan perisai ini.
e. Semua pintu masuk utama menuju *computer room* harus menyediakan *feature* yang mengurangi potensi *piggyback* (sengaja membiarkan lebih dari satu orang masuk dengan hanya menggunakan satu *credential*). Adapun pencegahan ini dapat dilakukan dengan pintu interlock, pintu putar (*turnstiles*), portal atau perangkat keras lain yang dirancang untuk mencegah *piggyback* atau *pass-back.* Hal ini bertujuan untuk mengontrol akses dari pintu masuk utama ke *Computer Room*.
f. Pemisahan secara fisik atau perlindungan lainnya harus disediakan antara peralatan (layanan) utama dengan redundan. Agar menghilangkan kemungkinan pemadaman bersamaan.
g. Pagar keamanan disekeliling bangunan *data center* harus terkontrol dengan baik. yaitu dilindungi oleh sistem deteksi penyusup *microwave* dan dipantau oleh CCTV.
h. Akses ke lokasi harus dijamin dengan identifikasi dan otentikasi sistem. Tambahan kontrol akses harus disediakan untuk daerah penting seperti *computer*

room, *entrance room* dan ruang listrik/mekanik. *Data center* harus menyediakan ruang khusus keamanan untuk memberikan pemantauan terpusat untuk semua sistem keamanan yang terkait dengan *data center*.

i. Minimum beban lantai untuk area peralatan harus 12 kPa (250 lbf / ft2) dan 2,4 kPa (50 lbf / ft2) untu beban tergantung dari bagian bawah lantai.

4) *Tier* 4

Instalasi *tier* 4 harus memenuhi semua persyaratan dari *tier* 3. Selain itu, instalasi *tier* 4 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Sebuah *data center tier* 4 telah mempertimbangkan semua kejadian fisik yang akan terjadi, baik disengaja atau tidak disengaja, alami atau buatan manusia, yang dapat menyebabkan *data center* gagal. Sebuah *data center tier* 4 telah memberikan perlindungan cadangan secara khusus dan dalam beberapa kasus terhadap peristiwa bencana alam seperti kejadian gempa, banjir, kebakaran, angin topan, dan badai, serta masalah potensial dengan terorisme.
b. *Data center tier* 4 memiliki kontrol atas semua aspek fasilitas mereka.
c. Harus ada tempat/ruang khusus yang terpisah dari bangunan utama *data center* untuk penempatan generator dan tangki penyimpanan bahan bakar.
d. Fasilitas yang terletak dalam zona seismik 0, 1, & 2 harus dirancang sesuai dengan persyaratan zona seismik 3. Fasilitas yang terletak dalam zona seismik 3 & 4 harus dirancang sesuai dengan persyaratan zona seismic 4. Semua fasilitas harus dirancang *importance factor* I = 1,5. Peralatan *data center* (*rack*/kabinet) di zona seismik 3 & 4 harus terstandar dan siap untuk menahan beban gempa.
e. Minimum beban lantai untuk area peralatan harus 12 kPa (250 lbf / ft2) dan 2,4 kPa (50 lbf / ft2) untuk beban tergantung dari bagian bawah lantai.

Berikut panduan *tier* arsitektur yang diberikan TIA-942 yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Panduan Referensi *Tiering* Arsitektur

#	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
Site Selection				
Proximity to flood hazard area as mapped on a federal Flood Hazard Boundary or Flood Insurance Rate Map	no requirement	not within flood hazard area	Not within 100-year flood hazard area or less than 91 m / 100 yards from 50-year flood hazard area	Not less the 91 m / 100 yards from 100-year flood hazard area
Proximity to coastal or inland waterways	no requirement	no requirement	Not less than 91 m/ 100 yards	Not less than 0.8 km / 1/2 mile
Proximity to major traffic arteries	no requirement	no requirement	Not less than 91 m / 100 yards	Not less than 0.8 km / 1/2 mile
Proximity to airports	no requirement	no requirement	Not less than 1.6 km / 1 mile or greater than 30 miles	Not less than 8 km / 5 miles or greater than 30 miles
Proximity to major metropolitan area	no requirement	no requirement	Not greater than 48 km / 30 miles	Not greater than 16 km / 10 miles
Parking				
Separate visitor and employee parking areas	no requirement	no requirement	yes (physically separated by fence or wall)	yes (physically separated by fence or wall)
Separate from loading docks	no requirement	no requirement	yes	yes (physically separated by fence or wall)
Proximity of visitor parking to data center perimeter building walls	no requirement	no requirement	9.1 m / 30 ft minimum separation	18.3 m / 60 ft minimum separation with physical barriers to prevent vehicles from driving closer
Multi-tenant occupancy within building	no restriction	Allowed only if occupancies are non-hazardous	Allowed if all tenants are data centers or telecommunications companies	Allowed if all tenants are data centers or telecommunications companies
Building Construction				
Type of construction	no restriction	no restriction	Type II-1hr, III-1hr, or V-1hr	Type I or II-FR
Fire resistive Requirements				
Exterior bearing walls	Code	Code	1 Hour minimum	4 Hours

	allowable	*allowable*		*minimum*
Interior bearing walls	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Exterior nonbearing walls	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*4 Hours minimum*
Structural frame	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Interior non-computer room partition walls	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*1 Hour minimum*
Interior computer room partition walls	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Shaft enclosures	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Floors and floor-ceilings	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Roofs and roof-ceilings	*Code allowable*	*Code allowable*	*1 Hour minimum*	*2 Hour minimum*
Meet requirements of NFPA 75	*No requirements*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Building components				
Vapor barriers for walls and ceiling of computer room	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Multiple building entrances with security checkpoints	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Floor panel construction	*Na*	*no restrictions*	*All steel*	*All steel or concrete filled*
Understructure	*Na*	*no restrictions*	*bolted stringer*	*bolted stringer*
Ceilings within Computer Room Areas				
Ceiling Construction	*no requirement*	*no requirement*	*If provided, suspended with clean room tile*	*Suspended with clean room tile*
Ceiling Height	*2.6 m (8.5 ft) minimum*	*2.7 m (9.0 ft) minimum*	*3 m (10 ft) minimum (not less than 460 m (18 in) above tallest piece of equipment*	*3 m (10 ft) 'minimum (not less than 600 mm/24 in above tallest piece of equipment)*
Roofing				
Class	*no restrictions*	*Class A*	*Class A*	*Class A*
Type	*no restrictions*	*no restrictions*	*non-combustible deck (no mechanically*	*double redundant with concrete*

			attached systems)	*deck (no mechanically attached systems)*
Wind uplift resistance	*Minimum Code requirements*	*FM I-90*	*FM I-90 minimum*	*FM I-120 minimum*
Roof Slope	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*1:48 (1/4 in per foot) minimum*	*1:24 (1/2 in per foot) minimum*
Doors and windows				
F Fire rating	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requiremens*	*Minimum Code requirements (not less than 3/4 hour at computer room)*	*Minimum Code requirements (not less than 1 1/2 hour at computer room)*
Door size	*Minimum Code requirements and not less than 1 m (3 ft) wide and 2.13 m (7 ft in) high*	*Minimum Code requirements and not less than 1 m (3 ft) wide and 2.13 m (7 ft) high*	*Minimum Code requirements (not less than 1 m (3 ft) wide into computer, electrical, & mechanical rooms) and not less than 2.13 m (7 ft) high*	*Minimum Code requirements (not less than 1.2 m (4 ft) wide into computer, electrical, & mechanical rooms) and not less than 2.13 m (7 ft) high*
Single person interlock, portal or other hardware designed to prevent piggybacking or pass back	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements – preferably solid wood with metal frame*	*Minimum Code requirements – preferably solid wood with metal frame*	*Minimum Code requirements – preferably solid wood with metal frame*
No exterior windows on perimeter of computer room	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Construction provides protection against electromagnetic radiation	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Entry Lobby	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Physically separate from other areas of data center	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Fire separation from other areas of data center	*Minimum Code*	*Minimum Code*	*Minimum Code requirements (not*	*Minimum Code requirements*

	requirements	*requirements*	*less than 1 hour)*	*(not less than 2 hour)*
Security counter	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Single person interlock, portal or other hardware designed to prevent piggybacking or pass back	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Administrative offices				
Physically separate from other areas of data center	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Fire separation from other areas of data center	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements (not less than 1 hour)*	*Minimum Code requirements (not less than 2 hour)*
Security office	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Physically separate from other areas of data center	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Fire separation from other areas of data center	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements (not less than 1 hour)*	*Minimum Code requirements (not less than 2 hour)*
180-degree peepholes on security equipment and monitoring rooms	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Harden security equipment and monitoring rooms with 16 mm (5/8 in) plywood (except where bullet resistance is recommended or required)	*no requirement*	*Recommended*	*Recommended*	*Recommended*
Dedicated security room for security equipment and monitoring	*no requirement*	*no requirement*	*Recommended*	*Recommended*
Operations Center	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Physically separate from other areas of data center	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Fire separation from other non-computer room areas of data center	*no requirement*	*no requirement*	*1 hour*	*2 hour*
Proximity to computer room	*no requirement*	*no requirement*	*indirectly accessible (maximum of 1 adjoining room)*	*directly accessible*

Restrooms and break room areas	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirements*
Proximity to computer room and support areas	*no requirement*	*no requirement*	*If immediately adjacent, provided with leak prevention barrier*	*Not immediately adjacent and provided with leak prevention barrier*
Fire separation from computer room and support areas	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*Minimum Code requirements (not less than 1 hour)*	*Minimum Code requirements (not less than 2 hour)*
UPS and Battery Rooms				
Aisle widths for maintenance, repair, or equipment removal	*no requirement*	*no requirement*	*Minimum Code requirements (not less than 1 m (3 ft) clear)*	*Minimum Code requirements (not less than 1.2 m (4 ft) clear)*
Proximity to computer room	*no requirement*	*no requirement*	*Immediately adjacent*	*Immediately adjacent*
Fire separation from computer room and other areas of data center	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*Minimum Code requirements (not less than 1 hour)*	*Minimum Code requirements (not less than 2 hour)*
Required Exit Corridors				
Fire separation from computer room and support areas	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*Minimum Code requirements (not less than 1 hour)*	*Minimum Code requirements (not less than 2 hour)*
Width	*Minimum Code requirements*	*Minimum Code requirement*	*Minimum Code requirements and not less than 1.2 m (4 ft) clear*	*Minimum Code requirements and not less than 1.5 m (5 ft) clear)*
Shipping and receiving area	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Physically separate from other areas of data center	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Fire separation from other areas of data center	*no requirement*	*no requirement*	*1 hour*	*2 hour*
Physical protection of walls exposed to lifting equipment traffic	*no requirement*	*no requirement*	*yes (minimum 3/4 in plywood wainscot)*	*yes (steel bollards or similar protection)*
Number of loading docks	*no requirement*	*1 per 2500 sq m / 25,000 sq ft of Computer*	*1 per 2500 sq m / 25,000 sq ft of Computer room (2 minimum)*	*1 per 2500 sq m / 25,000 sq ft of Computer room (2 minimum)*

		room		
Loading docks separate from parking areas	*no requirement*	*no requirement*	*yes*	*yes (physically separated by fence or wall)*
Security counter	*no requirement*	*no requirement*	*yes*	*yes (physically separated)*
Generator and fuel storage areas	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Proximity to computer room and support areas	*no requirement*	*no requirement*	*If within Data Center building, provided with minimum 2 hour fire separation from all other areas*	*Separate building or exterior weatherproof enclosures with Code required building separation*
Proximity to publicly accessible areas	*no requirement*	*no requirement*	*9 m / 30 ft minimum separation*	*19 m / 60 ft minimum separation*
Security				
System CPU UPS capacity	*Na*	*Building*	*Building*	*Building + Battery (8 hour min)*
Data Gathering Panels (Field Panels) UPS Capacity	*Na*	*Building + Battery (4 hour min)*	*Building + Battery (8 hour min)*	*Building + Battery (24 hour min)*
Field Device UPS Capacity	*Na*	*Building + Battery (4 hour min)*	*Building + Battery (8 hour min)*	*Building + Battery (24 hour min)*
Security staffing per shift	*Na*	*1 per 3,000 sq m / 30,000 sq ft (2 minimum)*	*1 per 2,000 sq m / 20,000 sq ft (3 minimum)*	*1 per 2,000 sq m / 20,000 sq ft (3 minimum)*
Security Access Control/Monitoring at:				
Generators	*industrial grade lock*	*intrusion detection*	*intrusion detection*	*intrusion detection*
UPS, Telephone & MEP Rooms	*industrial grade lock*	*intrusion detection*	*card access*	*card access*
Fiber Vaults	*industrial grade lock*	*intrusion detection*	*intrusion detection*	*card access*
Emergency Exit Doors	*industrial grade lock*	*monitor*	*delay egress per code*	*delay egress per code*
Accessible Exterior Windows/opening	*off site monitoring*	*intrusion detection*	*intrusion detection*	*intrusion detection*
Security Operations Center	*Na*	*Na*	*card access*	*card access*

Network Operations Center	*Na*	*Na*	*card access*	*card access*
Security Equipment Rooms	*Na*	*intrusion detection*	*card access*	*card access*
Doors into Computer Rooms	*industrial grade lock*	*intrusion detection*	*card or biometric access for ingress and egress*	*card or biometric access for ingress and egress*
Perimeter building doors	*off site monitoring*	*intrusion detection*	*card access if entrance*	*card access if entrance*
Door from Lobby to Floor	*industrial grade lock*	*card access*	*Single person interlock, portal or other hardware designed to prevent piggybacking or pass back of access credential, preferably with biometrics.*	*single person interlock, portal or other hardware designed to prevent piggybacking or pass back of access credential, preferably with biometrics.*
Bullet resistant walls, windows & doors				
Security Counter in Lobby	*Na*	*Na*	*Level 3 (min)*	*Level 3 (min)*
Security Counter in Shipping and Receiving	*Na*	*Na*	*Na*	*Level 3 (min)*
CCTV Monitoring				
Building perimeter and parking	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
Generators	*Na*	*Na*	*Yes*	*Yes*
Access Controlled Doors	*no requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Computer Room Floors	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
UPS, Telephone & MEP Rooms	*no requirement*	*no requirement*	*Yes*	*Yes*
CCTV				
CCTV Recording of all activity on all cameras	*no requirement*	*no requirement*	*Yes; digital*	*Yes; digital*
Recording rate (frames per second)	*Na*	*Na `*	*20 frames/secs (min)*	*20 frames/secs (min)*
Structural				
Seismic zone -any zone acceptable although it may dictate more costly	*no restriction*	*no restriction*	*no restriction*	*no restriction*

support mechanisms				
Facility designed to seismic zone requirements	*no restriction*	*no restriction*	*no restriction*	*In Seismic Zone 0, 1, 2 to Zone 3 requirements. In Seismic Zone 3 & 4 to Zone 4 requirements*
Site Specific Response Spectra - Degree of local Seismic accelerations	*No*	*No*	*with Operation Status after 10% in 50 year event*	*with Operation Status after 5% in 100 year event*
Importance factor - assists to ensure greater than code design	*I=1*	*I=1.5*	*I=1.5*	*I=1.5*
Telecommunications equipment racks/cabinets anchored to base or supported at top and base	*No*	*Base only*	*Fully braced*	*Fully braced*
Deflection limitation on telecommunications equipment within limits acceptable by the electrical attachments	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Bracing of electrical conduits runs and cable trays	*per code*	*per code w/ Importance*	*per code w/ Importance*	*per code w/ Importance*
Bracing of mechanical system major duct runs	*per code*	*per code w/ Importance*	*per code w/ Importance*	*per code w/ Importance*
Floor loading capacity superimposed live load	*7.2 kPa (150 lbf/sq ft).*	*8.4 kPa (175 lbf/sq ft)*	*12 kPa (250 lbf/sq ft)*	*12 kPa (250 lbf/sq ft)*
Floor hanging capacity for ancillary loads suspended from below	*1.2 kPa (25 lbf/sq ft)*	*1.2 kPa (25 lbf/sq ft)*	*2.4 kPa (50 lbf/sq ft)*	*2.4 kPa (50 lbf/sq ft)*
Concrete Slab Thickness at ground	*127 mm (5 in)*	*127 mm (5 in)*	*127 mm (5 in)*	*127 mm (5 in)*
Concrete topping over flutes for elevated floors affects size of anchor which can be installed	*102 mm (4 in)*	*102 mm (4 in)*	*102 mm (4 in)*	*102 mm (4 in)*
Building LFRS (Shearwall/Braced Frame/Moment Frame) indicates displacement of structure	*Steel/Conc MF*	*Conc. Shearwall / Steel BF*	*Conc. Shearwall / Steel BF*	*Conc. Shearwall / Steel BF*
Building Energy Dissipation - Passive Dampers/Base Isolation (energy absorption)	*none*	*none*	*Passive Dampers*	*Passive Dampers/Base Isolation*
Battery/UPS floor vs. building composition.	*PT concrete*	*CIP Mild Concrete*	*Steel Deck & Fill*	*Steel Deck & Fill*

Concrete floors more difficult to upgrade for intense loads. Steel framing with metal deck and fill much more easily upgraded.				
Steel Deck & Fill/ PT concrete/ CIP Mild - PT slabs much more difficult to install anchors	*PT concrete*	*CIP Mild Concrete*	*Steel Deck & Fill*	*Steel Deck & Fill*

b. Aspek Kelistrikan

Kebutuhan kelistrikan setiap *tier* dari A*nnex* G TIA-942 dipaparkan kembali sebagai berikut.

1) *Tier* 1

Sebuah fasilitas *tier* 1 memberikan persyaratan minimum untuk memenuhi kebutuhan beban listrik *data center* tanpa redundansi. Sistem listrik adalah jalur tunggal, dimana jika terjadi kegagalan atau *maintenance* kepada sebuah panel akan menyebabkan gangguan sebagian atau seluruh operasi *data center*. Adapun ketentuan-ketentuan lainnya adalah sebagai berikut :

a. Generator dapat dipasang sebagai unit tunggal atau paralel tetapi tidak ada persyaratan redundansi.
b. Satu atau lebih ATS biasanya digunakan untuk automator agar terjadi automatisasi pergantian dari listrik utama ke listrik cadangan (generator). Penggunaan pemutus fungsi ATS (*circuit breaker*) dalam *tier* ini tidak diperlukan.
c. *Load bank* yang dipasang permanen untuk pengujian generator dan UPS tidak diperlukan. Sedangkan ketentuan untuk melampirkan *load bank* portabel diperlukan.
d. Sistem UPS dapat menggunakan topologi *single* atau *parallel* untuk mengcover daya dalam beban penuh. Teknologi UPS *Static* dan *rotary* atau *hybrid* dapat dimanfaatkan, baik dengan *double conversion* atau *line interactive designs*. Penyesuain spesifikasi sistem UPS dengan sistem generator harus disesuaikan.

Sistem UPS harus memiliki fitur *bypass maintenance* untuk memungkinkan operasi secara terus-menerus selama *maintenance* sistem UPS berlangsung.

e. Pemisahan transformator dan *panel board* diperbolehkan untuk melakukan distribusi listrik ke beban elektronik kritikal pada *data center*. Transformer harus dirancang mengatasi beban nonlinier dalam memberi pasokan listrik pada panel listrik utama. Transformer pembatalan Harmonic juga dapat digunakan sebagai pengganti transformator K-rated.
f. PDU (transformer diskrit) dan *panel board* dapat digunakan untuk mendistribusikan listrik ke beban elektronik kritis. Semua aturan metode instalasi kabel dapat dimanfaatkan. Redundansi tidak diperlukan dalam sistem distribusi. Sistem *grounding* harus sesuai dengan persyaratan instalasi minimum.
g. Sebuah *grounding* infrastruktur *data center* tidak diperlukan, tetapi mungkin diinginkan sebagai metode yang ekonomis untuk memenuhi persyaratan *grounding* peralatan pabrik. Keputusan untuk memasang proteksi petir harus didasarkan pada analisis risiko petir dan persyaratan instalasi NFPA 780. Jika *data center* diklasifikasikan sebagai ruang peralatan teknologi informasi yang mengikuti standar NEC 645 maka system pemadaman darurat (EPO) harus disediakan.
h. Pemantauan sistem listrik dan mekanik adalah opsional.

2) *Tier* 2

Instalasi *tier* 2 harus memenuhi semua persyaratan *tier* 1. Selain itu, instalasi *tier* 2 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Sebuah fasilitas *tier* 2 memberikan N +1 untuk modul UPS redundan. Sebuah sistem generator yang berkapasitas menangani semua beban listrik *data center* diperlukan, meskipun pengaturan generator redundan tidak diperlukan. Tidak ada redundansi yang diperlukan untuk sumber listrik (panel utama).
b. Ketentuan untuk menghubungkan *load bank* portabel harus disediakan untuk generator dan pengujian UPS.

c. Power distribusi unit (PDU) harus digunakan untuk mendistribusikan listrik ke beban elektronik kritis.
d. Panel board atau *sidecars* PDU dapat juga diberi cabang untuk PDU redundant dimana sirkuit cabang tambahan diperlukan. Dua PDU yang redundan, sebaiknya masing-masing disuplai dari sistem UPS terpisah, dan harus disediakan untuk melayani setiap *rack* peralatan komputer;
e. Pewarnaan *coding nameplates* dan kabel diperlukan, untuk membedakan distribusi A dan B, misalnya, semua A-sisi putih, semua B-sisi biru.
f. Sebuah kabel dari pdu harus melayani tidak lebih dari satu rak agar terciptanya instalasi kabel yang terstruktur dan handal. Bagi kebanyakan instalasi, standar listrik harus mengikuti NEMA L5-20R .
g. Sistem *grounding* bangunan harus dirancang dan diuji untuk memberikan impedansi ke bumi yang kurang dari 5 ohm. Sebuah jaringan *bonding* umum harus disediakan (lihat subbagian G.5.1.6).
h. Sistem pemadan darurat (EPO) harus disediakan.

3) *Tier* 3

Instalasi *tier* 3 harus memenuhi semua persyaratan dari *tier* 2. Selain itu, instalasi *tier* 3 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Semua sistem dari fasilitas *tier* 3 harus disediakan dengan redundansi N +1 pada modul, jalur, dan sistem, termasuk generator dan sistem UPS, sistem distribusi, dan semua sumber distribusi listrik.
b. Konfigurasi sistem mekanik harus dipertimbangkan ketika merancang sistem listrik, hal ini untuk memastikan bahwa redundansi N +1 telah disediakan dalam gabungan sistem listrik-mekanik. Tingkat redundansi dapat diperoleh baik dengan penyediaan dua sumber daya listrik untuk setiap unit alat pendingin, ataupun dengan membagi peralatan pendingin udara antara beberapa sumber listrik.

c. Panel listrik utama dan panel distribusi adalah jalur ganda dan jika terjadi kegagalan / dilakukannya *maintenance* pada salah satu jalur tidak akan menyebabkan gangguan operasi pada *data center*.
d. Bangunan harus memiliki minimal dari dua panel listrik yang berbeda untuk redundansi.

4) *Tier* 4

Instalasi *tier* 4 harus memenuhi semua persyaratan dari *tier* 3. Selain itu, instalasi *tier* 4 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a. Fasilitas *tier* 4 harus dirancang dengan komponen redundansi 2 (N +1) pada semua modul, sistem, dan jalur. Semua sumber listrik dan peralatan harus mempunyai kemampuan *bypass* manual untuk dilakukannya *maintenance* atau kemampuan untuk mengatasi kegagalan tanpa mengganggu pasokan listrik ke beban elektronik kritis.
b. Sebuah sistem monitoring baterai harus ada dan mampu memantau impedansi atau resistensi secara individual pada setiap sel, suhu setiap tabung baterai dan dapat mendeteksi kesehatan baterai agar dapat segera dilakukan penggantian.
c. Panel listrik tersendiri harus didedikasikan untuk *data center* dan jalur listrik harus terpisah dari semua fasilitas *non critical*.
d. Bangunan harus memiliki minimal dari dua substansi/perusahaan sumber listrik (gardu) yang berbeda untuk redundansi.

Berikut panduan *tier* kelistrikan yang diberikan TIA-942 yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Panduan Referensi *Tiering* Kelistrikan

#	***Tier 1***	***Tier 2***	***Tier 3***	***Tier 4***
General				
Number of Delivery Paths	*1*	*1*	*1 active and 1 passive*	*2 active*
Utility Entrance	*Single Feed*	*Single Feed*	*Dual Feed (600 volts or higher)*	*Dual Feed (600 volts or higher) from different utility substations*
System allows concurrent maintenance	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Computer & Telecommunications Equipment Power Cords	*Single Cord Feed with 100% capacity*	*Dual Cord Feed with 100% capacity on each cord*	*Dual Cord Feed with 100% capacity on each cord*	*Dual Cord Feed with 100% capacity on each cord*
All electrical system equipment labeled with certification from 3rd party test laboratory	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Single Points of Failure	*One or more single points of failure for distribution systems serving electrical equipment or mechanical systems*	*One or more single points of failure for distribution systems serving electrical equipment or mechanical systems*	*No single points of failure for distribution systems serving electrical equipment or mechanical systems*	*No single points of failure for distribution systems serving electrical equipment or mechanical systems*
Critical Load System Transfer	*Automatic Transfer Switch (ATS) with maintenance bypass feature for serving the switch with interruption in power; automatic changeover from utility to*	*Automatic Transfer Switch (ATS) with maintenance bypass feature for serving the switch with interruption in power; automatic changeover from utility*	*Automatic Transfer Switch (ATS) with maintenance bypass feature for serving the switch with interruption in power; automatic changeover from utility to generator when a power outage occurs.*	*Automatic Transfer Switch (ATS) with maintenance bypass feature for serving the switch with interruption in power; automatic changeover from utility to generator when a power outage occurs.*

	generator when a power outage occurs.	*to generator when a power outage occurs.*		
Site Switchgear	*None*	*None*	*Fixed air circuit breakers or fixed molded case breakers. Mechanical interlocking of breakers. Any switchgear in distribution system can be shutdown for maintenance with by-passes without dropping the critical load*	*Drawout air circuit breakers or drawout molded case breakers. Mechanical interlocking of breakers. Any switchgear in distribution system can be shutdown for maintenance with by-passes without dropping the critical load*
Generators correctly sized according to installed capacity of UPS	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Generator Fuel Capacity (at full load)	*8 hrs (no generator required if UPS has 8 minutes of backup time)*	*24 hrs*	*72 hrs*	*96 hrs*
UPS				
UPS Redundancy	*N*	*N+1*	*N+1*	*2N*
UPS Topology	*Single Module or Parallel Non-Redundant Modules*	*Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules*	*Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules or Block Redundant System*	*Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules or Block Redundant System*
UPS Maintenance Bypass Arrangement	*By-pass power taken from same utility feeds*	*By-pass power taken from same utility feeds*	*By-pass power taken from same utility feeds and UPS modules*	*By-pass power taken from a reserve UPS system that is*

	and UPS modules	*and UPS modules*		*powered from a different bus as is used for the UPS system*
UPS Power Distribution - voltage level	*Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA*	*Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA*	*Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA*	*Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA*
UPS Power Distribution - panel boards	*Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers*	*Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers*	*Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers*	*Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers*
PDUs feed all computer and telecommunications equipment	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
K-Factor transformers installed in PDUs	*Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used*	*Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used*	*Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used*	*Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used*
Load Bus Synchronization (LBS)	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Redundant components (UPS)	*Static UPS Design*	*Static or Rotary UPS Design. Rotating M-G Set Converters.*	*Static or Rotary UPS design. Static Converters.*	*Static, Rotary, or Hybrid UPS Design*
UPS on separate distribution panel from computer & telecommunications equipment	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Grounding	*allowable*	*allowable*	*yes*	*yes*
Lighting protection system	*Based on risk analysis as per NFPA 780*	*Based on risk analysis as per NFPA 780*	*Yes*	*Yes*

	and insurance requirements.	*and insurance requirements.*		
Service entrance grounds and generator grounds fully conform to NEC	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Lighting fixtures (277v) neutral isolated from service entrance derived from lighting transformer for ground fault isolation	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Data center grounding infrastructure in computer room	*Not required*	*Not required*	*Yes*	*Yes*
Computer Room Emergency Power Off (EPO) System	*allowable*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Activated by Emergency Power Off (EPO) at exits with computer and telecommunications system shutdown only	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Automatic fire suppressant release after computer and telecommunications system shutdown	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Second zone fire alarm system activation with manual Emergency Power Off (EPO) shutdown	*No*	*No*	*No*	*Yes*
Master control disconnects batteries and releases suppressant from a 24/7 attended station	*No*	*No*	*No*	*Yes*
Battery Room Emergency Power Off (EPO) System	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Activated by Emergency Power Off (EPO) buttons at exits with manual suppressant release	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Fire suppressant release for single zone system after Emergency Power Off	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*

(EPO) shutdown				
Second zone fire alarm system activation. Disconnects batteries on first zone with suppressant release on the second zone	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Master control disconnects batteries and releases suppressant from a 24/7 attended station	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Emergency Power Off (EPO) Systems	*allowable*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Shutdown of UPS power receptacles in computer room area.	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Shutdown of AC power for CRACs and chillers	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Compliance with local code (e.g. separate systems for UPS and HVAC)	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
System Monitoring	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Locally Displayed at UPS	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Central power and environmental monitoring and control system (PEMCS) with remote engineering console and manual overrides for all automatic controls and set points	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Interface with BMS	*No*	*No*	*Yes*	*yes*
Remote Control	*No*	*No*	*No*	*Yes*
Automatic Text Messaging to Service Engineer's Pager	*No*	*No*	*No*	*Yes*
Battery Configuration	*allowable*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Common Battery String for All Modules	*Yes*	*No*	*No*	*No*
One Battery String per Module	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Minimum Full Load Standby Time	*5 minutes*	*10 minutes*	*15 minutes*	*15 minutes*
Battery type	*Valve regulated*	*Valve regulated*	*Valve regulated lead acid*	*Valve regulated lead acid*

	lead acid (VRLA) or flooded type	*lead acid (VRLA) or flooded type*	*(VRLA) or flooded type*	*(VRLA) or flooded type*
Flooded Type Batteries	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Mounting	*Racks or cabinets*	*Racks or cabinets*	*Open racks*	*Open racks*
Wrapped Plates	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Acid Spill Containment Installed	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Battery Full Load Testing/Inspection Schedule	*Every two years*	*Every two years*	*Every two years*	*Every two years or annually*
Battery Room	*allowable*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Separate from UPS/Switchgear Equipment Rooms	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Individual Battery Strings Isolated from Each Other	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Shatterproof Viewing Glass in Battery Room Door	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Battery Disconnects Located Outside Battery Room	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Battery Monitoring System	*UPS self monitoring*	*UPS self monitoring*	*UPS self monitoring*	*Centralized automated system to check each cell for temperature, voltage, and impedance*
Rotating UPS System Enclosures (With Diesel Generators)	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Units Separately Enclosed by Fire Rated Walls	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Fuel Tanks on Exterior	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Fuel Tanks in Same Room as Units	*Yes*	*Yes*	*No*	*No*
Standby Generating System				
Generator Sizing	*Sized for computer & telecommunications system electrical & mechanical*	*Sized for computer & telecommunications system electrical &*	*Sized for computer & telecommunications system electrical & mechanical only*	*Total Building Load + 1 Spare*

	only	*mechanical only*	*+ 1*	
Generators on Single Bus	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*No*
Single Generator per System with (1) Spare Generator	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Individual 83 ft. Ground Fault Protection for Each Generator	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Loadbank for Testing	*allowable*	*allowable*	*allowable*	*Yes*
Testing UPS modules only	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*No*
Testing of Generators only	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*No*
Testing of Both UPS modules and generators	*No*	*No*	*No*	*Yes*
UPS Switchgear	*No*	*No*	*No*	*Yes*
Permanently Installed	*No - Rental*	*No - Rental*	*No - Rental*	*Yes*
Equipment Maintenance				
Maintenance Staff	*Onsite Day Shift only. On-call at other times*	*Onsite Day Shift only. On-call at other times*	*Onsite 24 hrs M-F, on-call on weekends*	*Onsite 24/7*
Preventative Maintenance	*None*	*None*	*Limited preventative maintenance program*	*Comprehensive preventative maintenance program*
Facility Training Programs	*None*	*None*	*Comprehensive training program*	*Comprehensive training program including manual operation procedures if it is necessary to bypass control system*

c. Aspek Telekomunikasi

Kebutuhan telekomunikasi setiap *tier* dari A*nnex* G TIA-942 dipaparkan kembali sebagai berikut.

1) *Tier* 1

Sebuah fasilitas *tier* 1 akan memiliki satu *maintenance hole* dan *entrance pathway* ke fasilitas. Layanan ISP akan diakhiri dalam satu *entrance room*. Infrastruktur komunikasi tersebut akan didistribusikan dari *entrance room* ke MDA dan HDA di seluruh *data center* melalui jalur tunggal. meskipun redundansi logis dapat dibangun ke dalam topologi jaringan tapi tidak akan ada redundansi fisik atau diversifikasi yang disediakan dalam fasilitas *tier* 1. Ketentuan lain yang harus dipenuhi pada *tier* ini adalah melakukan pelabelan untuk semua *Patch Panel, outlet,* dan kabel seperti yang dijelaskan dalam ANSI/TIA/EIA-606-A dan lampiran B Standar TIA. Labeli semua kabinet dan *rack* dengan *identifier* (pengidentifikasi) di bagian depan dan belakangnya. Adapun beberapa titik potensi kegagalan fasilitas *tier* 1 adalah :

a) Pemadaman ISP, pemadaman kantor pusat, atau gangguan sepanjang jalur media transmisi ISP
b) Kegagalan peralatan ISP
c) Kegagalan *Router* atau *switch*, jika router dan switch tersebut tidak redundan
d) Setiap peristiwa bencana dalam *entrance room*, MDA, atau *maintenance hole* dapat mengganggu semua layanan telekomunikasi ke *data center*
e) Kerusakan pada kabel backbone atau kabel horizontal

2) *Tier* 2

Infrastruktur telekomunikasi harus memenuhi persyaratan *tier* 1. Peralatan telekomunikasi kritis, peralatan perlengkapan ISP seperti Router core, Switch core, dan Switch SAN core, harus memiliki komponen redundan (power supply, prosesor). Kabel backbone *LAN Intra-Data Center* dan kabel backbone SAN dari switch yang berada didalam HDA keswitch backbone di MDA harus memiliki

kabel *Fiber Optic* atau UTP yang redundan dalam topologi Stars secara keseluruhan. Koneksi redundan dapat berada didalam pembungkus kabel yang sama atau berbeda. Konfigurasi logis mungkin dapat berada dalam sebuah topologi Ring atau topologi Mesh yang saling berkaitan tetapi tetap dihubungkan ketopologi utama Stars.

Sebuah fasilitas *tier* 2 membahas kerentanan layanan telekomunikasi yang memasuki gedung, seperti sebuah fasilitas *tier* 2 harus memiliki dua *maintenance hole* dan *entrance pathway* ke fasilitas. Kedua *entrance pathway* redundan tersebut akan berakhir di satu *entrance room*. Pemisahan secara fisik jalur dari *maintenance hole* redundan ke *entrance room* dianjurkan minimal jarak 20 m (66 kaki) di sepanjang rute jalur tersebut. *Entrance pathway* direkomendasikan untuk masuk di ujung-ujung *entrance room*. Tidak dianjurkan *entrance pathway* redundan memasuki fasilitas di area yang sama karena tidak akan tersedianya pemisahan yang dianjurkan sepanjang rute keseluruhan. Beberapa titik potensi kegagalan fasilitas *tier* 2 adalah :

a) Peralatan ISP yang terletak di *entrance room* yang terhubung ke distribusi listrik yang sama dan didukung oleh komponen HVAC tunggal.
b) Routing yang redundan dan hardware Switch inti terletak di wilayah MDA terhubung ke distribusi listrik yang sama dan didukung oleh komponen HVAC tunggal.
c) Hardware Switch distribusi redundan yang terletak di HDA terhubung ke distribusi listrik yang sama dan didukung oleh komponen HVAC tunggal.
d) Setiap peristiwa bencana dalam *entrance room* atau MDA dapat mengganggu semua *service* telekomunikasi ke *data center*.

3) *Tier* 3

Infrastruktur telekomunikasi harus memenuhi persyaratan *tier* 2. Selain itu, instalasi *tier* 3 harus memenuhi persyaratan tambahan seperti :

a) *Data center* harus dilayani oleh setidaknya dua ISP. Layanan harus disediakan dari setidaknya dua kantor pusat ISP yang berbeda (*points-of-presences)*. Kabel

ISP dari kantor pusat (*points-of-presences*) harus dipisahkan setidaknya 20 m (66 kaki) dari kabel isp lainnya.

b) *Data center* harus memiliki dua *entrance room* yang sebaiknya ditempatkan di ujung-ujung *data center* dengan minimal jarak pemisahan fisik 20 m (66 kaki) antara dua ruangan. Dianjurkan untuk tidak berbagi peralatan perlengkapan ISP, zona proteksi kebakaran, PDU, dan peralatan pendingin udara antara dua *entrance room* tersebut.
c) *Data center* harus memiliki jalur backbone redundan antara *entrance room*, MDA, dan HDA. Kabel backbone *LAN Intra-data center* dan SAN dari switch yang berada didalam HDA ke Switch backbone di MDA harus memiliki kabel *Fiber Optic* atau UTP redundan dalam konfigurasi topologi Stars secara keseluruhan.
d) Koneksi redundan harus dalam pembungkus kabel dengan rute yang berbeda. Harus ada komponen redundan untuk semua peralatan telekomunikasi kritikal seperti, alat perlengkapan ISP, router core dan Switch LAN/SAN core.
e) Semua kabel, *cross-connect* dan *patch cords* harus didokumentasikan dengan menggunakan spreadsheet, database, atau program yang dirancang untuk melakukan administrasi kabel. Dokumentasi sistem kabel merupakan persyaratan untuk *data center* yang akan dinilai di *tier* 3.

Beberapa titik potensi kegagalan fasilitas *tier* 3 adalah :

a. Setiap peristiwa bencana dalam MDA dapat mengganggu semua telekomunikasi layanan ke *data center*.
b. Setiap peristiwa bencana dalam HDA dapat mengganggu semua layanan ke area server IT.

4) *Tier* 4

Infrastruktur telekomunikasi harus memenuhi persyaratan *tier* 3. Kabel backbone *data center* harus redundan. Kabel antara dua ruang harus mengikuti rute yang terpisah secara fisik. Kabel backbone harus dilindungi oleh rute melalui

conduit atau menggunakan *interlocking armor*. Harus ada backup otomatis untuk semua peralatan telekomunikasi yang penting, peralatan perlengkapan ISP, router core dan Switch LAN/SAN core. Koneksi harus secara otomatis beralih ke peralatan cadangan jika terjadi kegagalan pada salah satu peralatan.

Data center harus memiliki MDA dan area distribusi sekunder yang sebaiknya ditempatkan di ujung *data center* dengan minimal jarak pemisahan fisik 20 m (66 kaki) antara dua ruang. Jangan berbagi zona proteksi kebakaran, PDU, dan peralatan pendingin diantara MDA dan area distribusi sekunder. Area distribusi sekunder adalah opsional, jika *computer room* adalah ruang yang panjang mungkin area distribusi sekunder dapat diterapkan. MDA dan area distribusi sekunder masing-masing akan memiliki jalur untuk masing-masing *entrance room*. Harus ada jalur antara MDA dan area distribusi sekunder.

Router dan switch distribusi redundan harus didistribusikan antara MDA dan area distribusi sekunder sedemikian rupa sehingga jaringan *data center* dapat terus melanjutkan operasi jika MDA, area distribusi sekunder, atau salah satu dari *entrance room* memiliki kegagalan fungsi. Setiap HDA harus disediakan dengan konektivitas antara dua MDA dan area distribusi sekunder.

Sistem kritikal harus memiliki kabel horizontal untuk dua HDA. kabel horizontal redundan adalah pilihan opsional bahkan untuk fasilitas *tier* 4.Beberapa titik potensi kegagalan fasilitas *tier* 4 adalah :

a. MDA (jika wilayah distribusi sekunder tidak diterapkan)
b. Pada HDA dan pemasangan kabel horizontal (jika kabel horizontal redundan tidak dipasang).

Berikut panduan *tier* telekomunikasi *data center* yang diberikan TIA-942 yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Panduan Referensi *Tiering* Telekomunikasi

#	*Tier 1*	*Tier 2*	*Tier 3*	*Tier 4*
General				
Cabling, racks, cabinets, & pathways meet TIA specs.	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Diversely routed access provider entrances and maintenance holes with minimum 20 m separation	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Redundant access provider services – multiple access providers, central offices, access provider right-of-ways	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Secondary Entrance Room	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Secondary Distribution Area	*No*	*No*	*No*	*Optional*
Redundant Backbone Pathways	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Redundant Horizontal Cabling	*No*	*No*	*No*	*Optional*
Routers and switches have redundant power supplies and processors	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Multiple routers and switches for redundancy	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*
Patch panels, outlets, and cabling to be labeled per ANSI/TIA/EIA-606-A and annex B of this Standard. Cabinets and racks to be labeled on front and rear.	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Patch cords and jumpers to be labeled on both ends with the name of the connection at both ends of the able	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Patch panel and patch cable documentation compliant with ANSI/TIA/EIA-606-A and annex B of this Standard.	*No*	*No*	*Yes*	*Yes*

d. Aspek Mekanik

Kebutuhan mekanik setiap *tier* dari A*nnex* G TIA-942 dipaparkan kembali sebagai berikut.

1) *Tier* 1

Sistem HVAC dari fasilitas *tier* 1 meliputi unit pendingin udara tunggal atau berganda dengan kapasitas pendinginan yang dikombinasikan untuk menjaga suhu ruang kritis dan kelembaban relatif di kondisi udara yang telah ditetapkan tanpa unit yang redundan. Jika unit pendingin udara ini dilayani oleh sistem *heat rejection*, seperti sistem *chilled water* atau *condenser water* maka komponen sistem ini merupakan unit untuk mempertahankan kondisi udara yang ideal, tanpa unit redundan

Sistem perpipaan pada *tier* 1 adalah jalur tunggal, dimana kegagalan atau perawatan ke bagian pipa akan menyebabkan gangguan sebagian atau seluruh sistem pendingin udara. Jika generator disediakan, semua peralatan pendingin harus didukung oleh sistem generator siaga.

2) *Tier* 2

Sistem HVAC dari fasilitas *tier* 2 mencakup beberapa unit pendingin udara dengan gabungan kapasitas pendinginan untuk menjaga suhu ruang dan kelembaban relatif pada kondisi yang telah ditetapkan, dengan satu unit redundan (N +1). Jika unit pendingin udara ini dilayani oleh *water sistem*, komponen sistem ini juga menjadi unit untuk mempertahankan kondisi udara yang ditetapkan, dengan satu unit redundan. Sistem perpipaan adalah jalur tunggal, dimana kegagalan atau pemeliharaan untuk bagian pipa akan menyebabkan gangguan sebagian atau seluruh sistem pendingin. Sistem pendingin harus dirancang untuk beroperasi terus selama 7 hari/24 jam/365 hari/tahun, Dan memasukkan minimal redundansi N+1 di unit CRAC. Sistem CRAC harus dilengkapi dengan redundansi N +1, dengan sebuah unit yang redundan bagi setiap tiga atau empat unit yang diperlukan.

Semua peralatan pendingin harus didukung oleh sistem generator siaga. Sirkuit listrik ke peralatan pendingin harus didistribusikan di antara sejumlah panel listrik distribusi untuk meminimalkan efek dari kegagalan sistem listrik pada sistem pendingin. Semua sistem kontrol temperatur harus didukung melalui sirkuit redundan dari UPS.

Pasokan udara ke *data center* harus dikoordinasikan dengan tata letak dari rak server yang akan dipasang. Alat pendingin udara harus memiliki kapasitas yang memadai untuk mendukung total panas beban dari peralatan, pencahayaan, lingkungan, dan lain-lain, dan menjaga kelembaban relatif secara konstan dalam *data center*. Kapasitas pendinginan yang dibutuhkan harus dihitung berdasarkan kW (tidak kVA) pasokan yang tersedia dari sistem UPS. Alat pendingin harus didistribusikan ke peralatan melalui ruang *raised floor* dan keluar melalui *perforated tile*. Sebuah sistem

generator siaga diesel yang berbahan bakar harus dipasang untuk memberikan pasokan listrik ke sistem *UPS* dan peralatan mekanik. Kapasitas tangki penyimpanan bahan bakar harus diukur untuk menyediakan minimal 24 jam operasi pembangkit pada kondisi beban listrik penuh . Sistem pemompaan duplex harus disediakan dengan kontrol otomatis dan manual, dengan setiap pompa yang disuplai dari sumber listrik yang terpisah. Redundansi dan pemisahan harus disediakan pada sistem penyimpanan bahan bakar untuk memastikan bahwa kontaminasi sistem bahan bakar atau kegagalan sistem bahan bakar mekanik tidak mempengaruhi keseluruhan sistem generator.

3) *Tier* 3

Sistem HVAC dari fasilitas *tier* 3 mencakup beberapa unit pendingin udara dengan gabungan kapasitas pendinginan untuk menjaga suhu ruangan dan kelembaban relatif pada kondisi ideal, dengan unit redundan yang cukup untuk mengatasi kegagalan layanan. Jika unit pendingin udara yang dilayani oleh sistem *heat rejection*, seperti *chilled water* atau *condenser water* maka komponen sistem ini juga merupakan unit untuk mempertahankan kondisi udara ideal. Sistem perpipaan adalah sistem *dual path*, dimana kegagalan atau perawatan ke bagian pipa tidak akan menyebabkan gangguan sistem pendingin udara.

Pasokan listrik untuk CRAC cadangan harus dilayani dari panel listrik terpisah untuk memberikan redundansi listrik. Semua unit CRAC harus didukung oleh generator siaga. Peralatan pendingin dengan redundansi N +1, N +2, 2N, atau 2 (N +1) harus didedikasikan untuk *data center*. Redundansi yang cukup harus disediakan untuk memungkinkan dilakukannya *maintenance* tanpa mempengaruhi ketersediaan layanan pendingin ruangan pada *data center*.

Sesuai dengan jumlah *Precision Air Conditioners* (PAC) yang dipasang, pertimbangan *maintenance* dan faktor redundansi, jalur pendinginan dengan *Precision Air Conditioners* (PAC) harus dipisahkan dengan peralatan pendingin lainnya. Jika *chilled water* atau *water cooled system* digunakan maka masing-masing

peralatan pendingin didedikasikan memiliki mesin pompa tersendiri. Sensor deteksi kebocoran harus dipasang di sepanjang jalur pemipaan.

4) *Tier* 4

Sistem HVAC dari fasilitas *tier* 4 mencakup beberapa unit pendingin udara dengan gabungan kapasitas pendinginan untuk menjaga suhu ruangan dan kelembaban relatif pada kondisi yang telah ditetapkan. Jika unit pendingin udara yang dilayani oleh sistem *heat rejection*, seperti *chilled water* atau *condenser water*, komponen sistem ini merupakan unit untuk mempertahankan kondisi udara ideal.

Tingkat redundansi dapat diperoleh dengan melengkapi dua sumber daya listrik pada setiap unit alat pendingin, ataupun membagi peralatan alat pendingin diantara beberapa sumber daya. Sistem perpipaan adalah *dual path*, dimana kegagalan atau perawatan ke bagian pipa tidak akan menyebabkan gangguan sistem pendingin udara. Sumber penyimpanan air acadangan harus dipertimbangkan ketika sistem *evaporative* (uap) diterapkan untuk sistem *tier* 4.

Berikut panduan *tier* mekanik *data center* yang diberikan TIA-942 yang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Panduan Referensi *Tiering* Mekanik

#	***Tier 1***	***Tier 2***	***Tier 3***	***Tier 4***
General				
Routing of water or drain piping not associated with the data center equipment in data center spaces	*Permitted but not recommended*	*Permitted but not recommended*	*Not permitted*	*Not permitted*
Positive pressure in computer room and associated spaces relative to outdoors and nondata center spaces	*No requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Floor drains in computer room for condensate drain water, humidifier flush water, and sprinkler discharge water	*Yes*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Mechanical systems on standby generator	*No requirement*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Water-Cooled System	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Indoor Terminal Air Conditioning Units	*No redundant air conditioning units*	*One redundant AC Unit per critical area*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Humidity Control for Computer Room	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*
Electrical Service to Mechanical Equipment	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment. Connected in checkerboard fashion for cooling redundancy*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment. Connected in checkerboard fashion for cooling redundancy*
Heat Rejection	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Dry-coolers (where applicable)	*No redundant dry coolers*	*One redundant dry cooler per system*	*Qty. of dry coolers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of dry coolers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*

Closed-Circuit Fluid Coolers (where applicable)	*No redundant fluid coolers*	*One redundant fluid cooler per system*	*Qty. of fluid coolers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of fluid coolers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Circulating Pumps	*No redundant condenser water pumps*	*One redundant condenser water pump per system*	*Qty. of condenser water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of condenser water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Piping System	*Single path condenser water system*	*Single path condenser water system*	*Single path condenser water system*	*Dual path condenser water system*
Chilled Water System	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Indoor Terminal Air Conditioning Units	*No redundant air conditioning units*	*One redundant AC Unit per critical area*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Humidity Control for Computer Room	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*
Electrical Service to Mechanical Equipment	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment*
Heat Rejection	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Chilled Water Piping System	*Single path chilled water system*	*Single path chilled water system*	*Dual path chilled water system*	*Dual path chilled water system*
Chilled Water Pumps	*No redundant chilled water pumps*	*One redundant chilled water pump per system*	*Qty. of chilled water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of chilled water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*

Air-Cooled Chillers	*No redundant chiller*	*One redundant chiller per system*	*Qty. of chilled water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of chilled water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Water-cooled Chillers	*No redundant chiller*	*One redundant chiller per system*	*Qty. of chillers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of chillers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Cooling Towers	*No redundant cooling tower*	*One redundant cooling tower per system*	*Qty. of cooling towers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of cooling towers sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Condenser Water Pumps	*No redundant condenser water pumps*	*One redundant condenser water pump per system*	*Qty. of condenser water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of condenser water pumps sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Condenser Water Piping System	*Single path condenser water system*	*Single path condenser water system*	*Dual path condenser water system*	*Dual path condenser water system*
Air-Cooled System	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Indoor Terminal Air Conditioning Units/Outdoor Condensers	*No redundant air conditioning units*	*One redundant AC Unit per critical area*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*	*Qty. of AC Units sufficient to maintain critical area during loss of one source of electrical power*
Electrical Service to Mechanical Equipment	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Single path of electrical power to AC equipment*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment*	*Multiple paths of electrical power to AC equipment*

Humidity Control for Computer Room	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*	*Humidification provided*
HVAC Control System				
HVAC Control System	*Control system failure will interrupt cooling to critical areas*	*Control system failure will interrupt cooling to critical areas*	*Control system failure will interrupt cooling to critical areas*	*Control system failure will interrupt cooling to critical areas*
Power Source to HVAC Control System	*Single path of electrical power to HVAC control system*	*Redundant, UPS electrical power to AC equipment*	*Redundant, UPS electrical power to AC equipment*	*Redundant, UPS electrical power to AC equipment*
Plumbing (for water-cooled heat rejection)	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*Yes*
Dual Sources of Make-up Water	*Single water supply, with no onsite back-up storage*	*Dual sources of water, or one source + on-site storage*	*Dual sources of water, or one source + on-site storage*	*Dual sources of water, or one source + on-site storage*
Points of Connection to Condenser Water System	*Single point of connection*	*Single point of connection*	*Two points of connection*	*Two points of connection*
Fuel Oil System	*allowable*	*allowable*	*allowable*	*Yes*
Bulk Storage Tanks	*Single storage tank*	*Multiple storage tanks*	*Multiple storage tanks*	*Multiple storage tanks*
Storage Tank Pumps and Piping	*Single pump and/or supply pipe*	*Multiple pumps, multiple supply pipes*	*Multiple pumps, multiple supply pipes*	*Multiple pumps, multiple supply pipes*
Fire Suppression	*allowable*	*allowable*	*Yes*	*yes*
Fire detection system	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Fire sprinkler system	*When required*	*Pre-action (when required)*	*Pre-action (when required)*	*Pre-action (when required)*
Gaseous suppression system	*No*	*No*	*clean agents listed in NFPA 2001*	*clean agents listed in NFPA 2001*
Early Warning Smoke Detection System	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*
Water Leak Detection System	*No*	*Yes*	*Yes*	*Yes*

Sedangkan gambaran umum mengenai empat *tier* tersebut menurut *The Uptime Institute* dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kriteria *Tier* Secara Umum

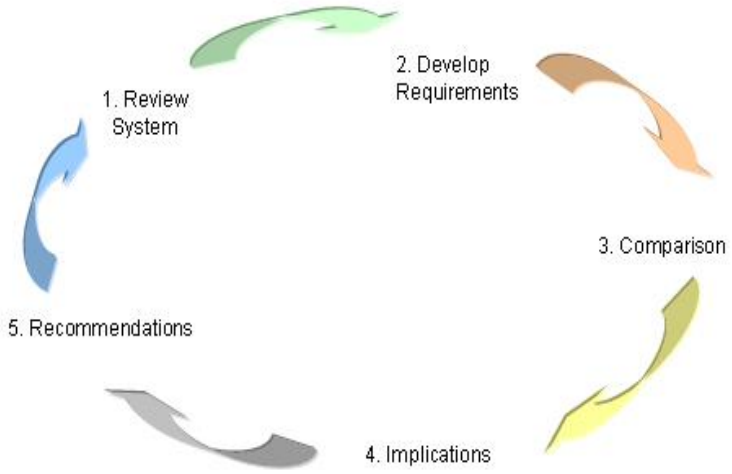
Parameter	***Tier I* - *Basic***	***Tier* II – *Redundant Components***	***Tier* III – *Concurrently Maintainable***	***Tier* IV – *Fault Tolerant***
Tingkat Availabilitas	*99,671%*	*99,741%*	*99,982%*	*99,995%*
Sifat Terhadap Gangguan (Terencana atau Tidak)	Rentan	Agak rentan	Tidak rentan terhadap gangguan terencana (karena sudah ada skenario penanggulangan), namun masih rentan terhadap gangguan tidak terencana	Tidak rentan
Keadaan Power dan Cooling Distribution	Disusun dari sebuah jalur *power* dan *cooling* tanpa komponen redundansi	Disusun dari sebuah jalur *power* dan *cooling* dengan komponen redundansi *(N+1)*	Disusun oleh banyak power dan *cooling system*. Namun hanya satu jalur yang aktif dengan komponen redundansi (N+1)	Disusun oleh banyak power dan cooling system. Dengan *dual power aktif* dan komponen redundansi *(2(N+1)*
Ketersedian *Raised Floor*, UPS, Generator	Bisa ada maupun tidak	Harus punya *raised floor*, *UPS*dan generator	Harus punya *raised floor*, UPS dan generator	Harus punya *raised floor*, UPS dan generator
Skala *Data Center* Yang Cocok Dibangun	kecil	sedang	besar (skala *enterprise*)	besar (skala *enterprise*)

Pengertian N di atas mengacu kepada cacah komponen yang diperlukan agar seluruh *data center* dapat beroperasi pada beban penuh. Sebagai contoh, apabila *data center* pada beban penuh memerlukan 5 unit AC, maka *data center tier* 4 mempersyaratkan total 2(5+1)=12 unit AC, 7 diantaranya sebagai cadangan. Untuk *tier* 2 dan *tier* 3 maka hanya diperlukan 6 unit AC, hanya 1 sebagai cadangan. Adapun dalam membangun *tier* 3 maka harus memperhatikan pasokan listrik dari gardu yang berbeda sedangkan untuk *tier* 4 harus dari gardu serta instansi yang berbeda.

2.2.3 *Gap Analysis*

Gap analysis merupakan rencana strategi yang membantu perusahaan untuk merencanakan segala tindakan dari potensi apa yang perusahaan miliki saat ini, untuk menuju visi apa yang perusahaan harapkan atau pemahaman mudahnya yaitu untuk membantu mengetahui posisi dimana perusahaan saat ini, kearah mana visi yang diharapkan oleh perusahaan serta bagaimana proses untuk menuju *goal* dari visi tersebut.

Metode *gap analysis* dapat digunakan untuk manajemen bisnis dan IT (*Informations Technology*). [4] Proses *gap analysis* terdiri dari *Review System, Develop Requirments, Comparison, Implications* dan *Recommendations.* [9]



Gambar 2. 5 *Gap Analysis* Model [9]

Pada gambar 2.5 terlihat ada lima tahapan yang harus dilakukan. Adapun penjelasan setiap tahapannya adalah sebagai berikut

1. *Review System*

Merupakan tahap mereview keadaan sistem untuk mengetahui/mendokumentasikan kondisi saat ini. Selain itu, pada struktur bab penelitian seperti bab pendahuluan, tinjauan pustaka serta segala bahasan mengenai dokumentasi eksisting adalah bagian dari tahapan *review system*.

2. *Develop Requirments*

Merupakan tahap dalam mencari atau membuat kebutuhan yang diinginkan/dicapai, baik kebutuhan yang dibuat sendiri maupun kebutuhan dalam mencapai standarisasi.

3. *Comparison*

Merupakan tahap membandingkan kondisi sistem saat ini dengan kondisi yang ingin dicapai dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana ketercapaian kondisi saat ini terhadap kondisi yang diinginkan. Selain itu, yang termasuk dalam tahap *comparison* yakni, terdiri dari hasil perbandingan/kesimpulan hasil perbandingan dan hal lainnya yang berkaitan/menggunakan hasil dari tahapan ini seperti melakukan perancangan yang berpedoman dari perbandingan yang telah dilakukan sebelumnya.

4. Implications

Merupakan tahap evaluasi desain sistem usulan dengan menjelaskan risiko dan dampak dari pemilihan sistem tersebut.

5. Recommendations

Merupakan tahap akhir dalam membuat rekomendasi untuk mengidentifikasi komponen sistem atau mencari solusi yang dibutuhkan untuk mengisi kesenjangan jika ada. Dan pada struktur bab penelitian yang termasuk dalam tahapan *recommendations* adalah bab kesimpulan dan saran.

2.2.4 Perangkat Keras Jaringan *Data Center*

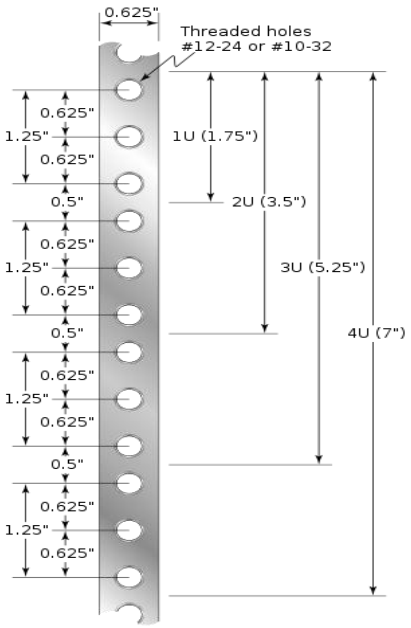
Dalam *data center* terdapat peralatan-peralatan yang digunakan untuk membentuk sistem jaringan komputer dan informasi. Adapun peralatan tersebut adalah sebagai berikut

a. *Rack* dan Kabinet

Rack system adalah *rack* yang khusus di rancang untuk penempatan server ataupun peralatan jaringan komputer seperti switch dan komputer server. Manfaat *rack* yaitu untuk melakukan efisiensi ruang dalam penempatan peralatan didalamnya dan mempermudah dalam melakukan *maintenance*.

Rack server secara umum terbagi atas 3 jenis yaitu *Closed Rack* (Kabinet), *Open Rack* dan *Wallmount Rack*. Yang dimaksud dengan *Closed Rack* adalah tipe *rack* tertutup dengan ventilasi menggunakan *double roof fan* menggunakan pintu kaca penutup samping dan belakang yang biasanya berbahan *metal galvanis* yang kuat untuk menahan beban hingga lebih dari 50Kg. *Open Rack* adalah jenis *rack* yang paling sederhana dalam penempatan peralatan jaringan dengan harga relatif murah dibanding dengan sistem seperti *closed rack*. Sedangkan *wallmount rack* adalah *rack* khusus yang biasa digunakan untuk penyimpanan peralatan *networking* seperti switch hub, modem dan peralatan lainnya. Biasanya tersedia untuk 1 Pintu dan 2 Pintu. [18]

Berikut contoh gambar yang menjelaskan mengenai ukuran *rack* 1U, 2U dan seterusnya, beserta ukuran dalam inci.



Gambar 2. 6 Ukuran *Rack* Server

b. Server

Server adalah komputer yang berfungsi untuk melayani, membatasi, dan mengontrol akses terhadap *client-client* dan sumber daya pada suatu jaringan komputer. Server didukung spesifikasi/kemampuan *hardware* yang besar (berbeda dengan komputer biasa), server juga menggunakan sistem operasi khusus, yang disebut sebagai sistem operasi jaringan. [16]



Gambar 2. 7 Server [16]

Umumnya, di dalam sistem operasi server terdapat berbagai macam layanan yang menggunakan arsitektur *client/server*. Contoh dari layanan server adalah DHCP, Mail Server, HTTP Server, FTP Server, DNS Server, dan lain sebagainya. Setiap sistem operasi server umumnya membundel layanan-layanan tersebut, meskipun pihak ketiga dapat juga membuat layanan tersendiri.

Contoh sistem operasi server adalah Microsoft Windows, Novell Netware, Macintosh, GNU Linux. Dilihat dari fungsinya, server bisa di kategorikan dalam beberapa jenis, seperti : server aplikasi, server data maupun server proxy. Server aplikasi adalah server yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam aplikasi yang dapat diakses oleh *client*, server data sendiri digunakan untuk menyimpan data baik yang digunakan *client* secara langsung maupun data yang diproses oleh server aplikasi. Server proxy berfungsi untuk mengatur lalu lintas di jaringan melalui pengaturan proxy.

c. Switch

Switch adalah *device* sederhana yang berfungsi menghubungkan multiple komputer pada layer protocol jaringan level dasar. Switch beroperasi pada layer dua (*data link layer*) dari OSI model. Switch memang identik dengan hub, tetapi switch umumnya lebih cerdas dan memiliki performa tinggi dibanding hub. Secara tipikal, beberapa kelebihan switch di antaranya : [7]

a) Mampu menginspeksi paket-paket data yang mereka terima.
b) Mampu menentukan sumber dan tujuan paket yang melaluinya.
c) Mampu memforward paket-paket dengan tepat.



Gambar 2. 8 Switch

Dengan mengantarkan pesan-pesan hanya ke *device* terkoneksi yang dituju, switch mampu menghemat bandwidth jaringan. Switch dapat dikelompokan menjadi dua bagian yaitu switch *unmanageable* dan *manageable.*

d. Firewall

Firewall adalah sistem keamanan jaringan komputer yang digunakan untuk melindungi komputer dari beberapa jenis serangan dari komputer luar atau bisa diartikan sistem atau perangkat yang memberi otorisasi pada lalu lintas jaringan komputer yang dianggapnya aman untuk melaluinya dan melakukan pencegahan terhadap jaringan yang dianggap tidak aman. Firewall dapat berupa perangkat lunak (program komputer atau aplikasi) atau perangkat keras (peralatan khusus untuk

menjalankan program firewall). [17] Adapun jenis merek perangkat keras firewall yaitu *palo alto, sonicwall, cyberoam, fortigate, checkpoint* dan lain-lain



Gambar 2. 9 Firewall *Devices*

e. Modem *Fiber Optic*

Modem *Fiber Optic* merupakan modem yang bertugas mengubah sinyal cahaya yang ditransmisikan melalui kabel serat kaca menjadi data digital dan sebaliknya. Adapun contoh modem tersebut adalah seperti gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Modem *Fiber Optic*

f. Konverter RJ45 to *Fiber Optic*

Merupakan konverter untuk mentransmisikan data dari media kabel *Fiber Optic* ke media kabel utp. Bentuk dari konverter tersebut adalah seperti gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Konverter RJ45 to *Fiber Optic*

g. *Patch panel*

Patch panel adalah suatu komponen tambahan dalam jaringan yang digunakan untuk memudahkan pengelompokan kabel jaringan. Biasanya terdiri dari 12, 24, 28 dan 56 port. Bagian depan *patch panel* tampak terlihat seperti kumpulan port biasa, tetapi dibagian belakang terdapat juga port yang tersambung langsung dengan server menggunakan *patch cord*. [6]



Gambar 2. 12 *Patch Panel* UTP (Kiri), *Coaxial* (Tengah), FO (Kanan)

Fungsi *patch panel* selain memudahkan pengelompokan, juga untuk memudahkan penyambungan pada instalasi jaringan yang banyak memakai kabel.

h. *Patch Cord*

Patch cord sering dikenal sebagai kabel tambahan, yaitu suatu potongan kawat tembaga atau kabel fiber yang ujungnya telah dilengkapi dengan konektor untuk bisa dihubungkan dengan *patch panel*. [6]

Defini lain mengenai *patch cord* adalah kabel utp jenis *stranded* atau serabut yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat pasif ke aktif. Seperti menghubungkan *wallplate/faceplate* ke komputer, *patch panel* ke switch/router dan *patch panel* ke *wallplate/faceplate*. [19]



Gambar 2. 13 *Patch Cord* RJ-45 (Kiri), FO (Tengah), *Coaxial* (Kanan)

i. Media Kabel Jaringan

Jaringan membutuhkan media perantara untuk menghubungkan komputer yang satu dengan lainnya dan salah satu medianya adalah kabel.

1. Twisted Pair

Twisted Pair, dinamakan demikian karena jenis kabel ini memang di *twisted* (pilin). Kabel ini dipilin berfungsi untuk mengurangi *crosstalk*. Semakin rapat atau semakin banyak pilinan, hasilnya akan semakin baik namun ada efek negatif juga yang terjadi yaitu akan semakin tingginya biaya serta akan terjadi *attenuation*. *Attenuation* adalah efek pelemahan signal yang akan mengakibatkan signal itu tidak bisa mencapai tujuan. Para pembuat kabel harus menemukan sebuah keseimbangan antara jumlah pilinan, jarak jangkauan dan gangguan data. Kabel *twisted pair* sendiri juga mengalami pengembangan dan diberikan kode nama seperti tabel 2.6.

Tabel 2. 6 *Twisted Pair Performance*

Category	*Speed*	Jarak
CAT 3	10 Mbps	100m
CAT 5	100 Mbps	100m
CAT 5E	1000 Mbps	100m
CAT 6	1000 Mbps	100m
CAT 6E	1000 Mbps	100m

Kabel CAT 3 yang hanya mampu menangani kecepatan sampai 10 Mbps sudah tidak digunakan dan digantikan dengan kabel CAT 5 keatas. Kabel *twisted pair* secara fisik juga masih dibagi menjadi dua yaitu UTP dan STP.

1.1 STP

Kabel STP adalah kependekan dari "*Shielded Twisted Pair*" yang merupakan kabel pasangan berpilin yang memiliki perlindungan dari logam untuk melindungi kabel dari intereferensi elektromagnetik luar.

1.2 UTP

Kabel UTP merupakan kependekan dari "*Unshielded Twisted Pair*" yaitu kabel berpilin yang tidak dilengkapi dengan *shield* internal. Dimana kabel ini tidak terlindungi dari interferensi elektromagnetik.

1.3 RJ-45

Baik UTP maupun STP menggunakan konektor RJ-45 yang berbentuk sama dengan konektor kabel telpon. Hampir tidak ada perbedaan antara RJ-45 dan konektor telpon yang dinamakan RJ-11. Perbedaan utamanya hanya terletak pada ukuran. RJ-45 berbentuk lebih besar dibandingkan dengan RJ-11 yang lebih kecil. [8]

2. Coaxial

Kabel *Coax* adalah kabel yang pertama kali digunakan untuk menghubungkan komputer. Pada era tahun 1980, semua jaringan menggunakan *coax* dengan jaringan bus. Kini, era tersebut telah usai dan penggunaan kabel *coax* pun menurun namun bukan berarti hilang sama sekali. Bagaimanapun juga, kabel *coax* tetap mempunyai keunggulan dibandingkan dengan UTP seperti jarak atau jangkauan yang lebih jauh dibandingkan dengan UTP. [8]

Kabel *Coax* memiliki lapisan pelindung yang cukup banyak sehingga lebih tahan terhadap gangguan elektromagnetik dari luar. Dengan daya tahan yang lebih besar ini, kabel *coax* mampu mengantarkan signal lebih jauh dibandingkan dengan kabel *twisted pair*. Ada ratusan jenis kabel *coax* yang beredar dipasaran walaupun hanya ada beberapa yang digunakan untuk jaringan data. Kabel *coax* yang digunakan untuk jaringan data diantaranya adalah RG-6, RG-8, RG-58 dan RG-59.



Gambar 2. 14 *Coaxial* [8]

Kabel RG-58 juga dikenal dengan Thinnet hanya mampu mengalirkan data sebesar 10 Mbps namun jangkauannya bisa mencapai 185 meter, yang artinya lebih jauh dari pada kabel *twisted pair*. Tidak heran, dulu kabel *coax* menjadi pilihan untuk menghubungkan jaringan yang jauh dan menjadi kabel backbone. Kabel Thicknet, bahkan bisa mencapai 500 meter sebelum terjadinya attenuation. Kabel RG-59 dan RG-6 adalah kabel *coax* yang banyak digunakan untuk TV-*cable* dan jenis konektor yang digunakanpun sedikit berbeda yaitu konektor F, tidak seperti konektor RG- 58 yang menggunakan BNC.

3. Fiber Optic

Pada kabel konvensional seperti *twisted pair* dan *coax*, signal data diwakili oleh arus listrik dan seperti diketahui memiliki beberapa sifat yang merugikan seperti medan magnet yang ditimbulkan, attenuation dan lain sebagainya. Kabel *Fiber Optic* tidak lagi berbahan tembaga dalam tranmisi datanya melainkan berbahan serat kaca. Sifat kaca memang tidak bisa menghantarkan listrik karena itu, yang dihantarkan kali ini bukan lagi listrik namun cahaya atau tepatnya sinar laser. Sinar laser dan cahaya memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan listrik. Cahaya tidak terpengaruh

dan tahan terhadap medan elektromagnetis. Dengan sifat demikian, maka tidak perlu lagi menghindari lampu balast, generator dan peralatan yang mengeluarkan medan elektromagnetis. [8]

Selain itu, cahaya juga mampu berjalan dengan kecepatan yang sangat cepat. Akibatnya jelas, signal bisa ditransfer melalui jaringan *Fiber Optic* mencapai kecepatan yang sangat tinggi, bahkan mencapai 100 Gbps, bandingkan dengan *coax* yang hanya 10 Mbps. Selain itu, karena sangat sedikitnya pelemahan yang terjadi, signal yang melalui kabel optik juga bisa mencapai jarak yang sangat jauh, sampai 40 km.



Gambar 2. 15 *Fiber Optic* [8]

Kabel *Fiber Optic* memiliki beragam jenis konektor yang jumlahnya bisa mencapai sepuluh namun yang paling banyak digunakan hanyalah jenis SC (subscriber connector), ST (straight tip), LC (local connector) dan MT-RJ (mechanical transfer tegistered jack) seperti yang terlihat pada gambar 2.15.

2.2.5 Terminologi Dasar Jaringan

Jaringan komputer dibangun dalam bentuk dan ukuran berbeda-beda, bergantung kondisi dan kebutuhan individu yang menyelenggarakan. Tahun demi tahun, *industry networking* berkembang demikian pesat sehingga ditemukan beragam tipe dan desain. Inilah yang disebut *network terminology*. Pada dasarnya, LAN dan WAN merupakan desain orisinal jaringan komputer. Namun seiring kemajuan teknologi, konsep ini mengalami perkembangan. Adapun perkembangan varian "*area network*" lainnya adalah sebagai berikut : [7]

a. *Metropolitan area network* (MAN) adalah jaringan dengan area operasi lebih besar dari lan tetapi lebih kecil dari wan, seperti disebuah kota, dengan performa hardware dan kapasitas data yang tinggi.
b. *Storage area network* (SAN) adalah koneksi-koneksi server ke device – device penyimpanan melalui teknologi seperti *Fibre Channel.*
c. *System area network* (SAN) adalah koneksi-koneksi berperforma hardware tinggi dan kecepatan koneksi tinggi dalam sebuah konfigurasi *cluster*.
d. *Small area network* (SAN) adalah sebuah sistem telekomunikasi yang menghubungkan satu atau lebih perangkat dalam suatu sistem.
e. *Personal area network* (PAN) adalah jaringan komputer yang digunakan untuk komunikasi antara komputer perangkat, seperti : kabel data usb dan bluetooth.
f. *Desk area network* (DAN) adalah jaringan workstation multimedia berbasis disekitar suatu interkoneksi ATM.
g. *Controller area network* (CAN) adalah sebuah protokol komunikasi serial, yang secara efektif membantu mendistribusikan *real-time control* dengan keamanan tingkat tinggi.
h. *Cluster area network* (CAN) adalah pranala kinerja tinggi komputer dengan koneksi berkecepatan tinggi dalam sebuah konfigurasi cluster.

2.2.6 Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak yang mendukung penelitian analisis dan perancangan *data center* adalah sebagai berikut :

1. Microsoft Visio 2013

Microsoft Visio (atau sering disebut Visio) adalah sebuah program aplikasi komputer yang sering digunakan untuk membuat diagram, diagram alir (*flowchart*), *brainstorm*, dan skema jaringan yang dirilis oleh *Microsoft Corporation*. Aplikasi ini menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram-diagramnya.

Visio Corporation didirikan pada bulan September 1990, dengan nama *Axon Corporation*. Semua pendiri perusahaan tersebut merupakan jebolan dari *Aldus Corporation*, yakni Jeremy Jaech, Dave Walter (yang merupakan pendiri perusahaan Aldus) dan Ted Johnson (yang merupakan pemimpin proyek *Aldus PageMaker for Windows*). Pada tahun 1992, sebelum merilis sebagai sebuah produk perangkat lunak, nama perusahaan tersebut diubah menjadi *Shapeware*. Dan, pada bulan November pada tahun yang sama, perusahaan ini pun merilis aplikasinya yang pertama yaitu Visio. Ketika *Shapeware* merilis Visio 4.0 pada 18 Agustus 1995, ternyata aplikasi tersebut merupakan aplikasi pertama yang dikembangkan secara khusus untuk Windows 95.

Pada bulan November 1995, nama perusahaan *Shapeware* berubah kembali menjadi Visio, dan sahamnya pun diperdagangkan secara *go public*, dengan nama VISIO. Visio aslinya bukanlah buatan *Microsoft Corporation*, melainkan buatan *Visio Corporation*, yang diakusisisi oleh Microsoft pada tahun 2000. Versi yang telah menggunakan nama Microsoft Visio adalah Visio 2002, Visio 2003, Visio 2007, Visio 2010 dan Visio 2013 yang merupakan versi terbaru. [11] Sedangkan format berkas filenya adalah *.vsd, *.vss, *.vst, *.vdx, *.vsx, *.vtx, *.vsw, *.vsdx, *.vsdm, *.vssx, *.vstx, *.vst dan *.vsl.

2. Sweet Home 3D

Sweet Home 3D adalah sebuah *freeware* yang dikembangkan oleh *SourceForge.net* di bawah lisensi *GNU General Public Lisense*. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mendesain rumah, mulai dari tahap pembangunan sampai peletakan perabot rumah. Aplikasi ini memiliki tingkat kompatibilitas yang cukup baik, tidak mudah *crash* dengan berbagai software lainnya, dan dapat diinstall di berbagai *platform* OS. Dalam melakukan desain tampilannya berupa format 2D dan melihat hasilnya dalam bentuk 3D.

Sweet Home 3D merupakan salah satu aplikasi berbasis 3D yang cukup dapat diandalkan. Aplikasi ini memiliki berbagai feature dasar yang cukup menarik seperti *Blueprint, Funiture Model, Customisasi, Photo* dan Video, *Plugin*, Impor dan Ekspor. [12]

3. Adobe Photoshop CS4

Adobe Photoshop, atau biasa disebut Photoshop, adalah perangkat lunak editor citra buatan *Adobe Systems* yang dikhususkan untuk pengeditan foto/gambar dan pembuatan efek. Perangkat lunak ini banyak digunakan oleh fotografer digital dan perusahaan iklan sehingga dianggap sebagai pemimpin pasar (*market leader*) untuk perangkat lunak jenis pengolah gambar / foto. Adapun jumlah versi adobe photoshop terdiri dari 13 versi yaitu adobe photoshop v1.0, adobe photoshop v2.0, adobe photoshop v3.0, adobe photoshop v4.0, adobe photoshop v5.0, adobe photoshop v6.0, adobe photoshop v7.0, adobe photoshop *cs* (c*reative suite*), adobe photoshop *cs2*, adobe photoshop *cs3*, adobe photoshop *cs4*, adobe photoshop *cs5*, dan versi yang terakhir adalah adobe photoshop *cs6*. Adapun photoshop tersedia untuk *platform* Microsoft Windows, Mac OS X, dan Mac OS versi 9 ke atas dan juga dapat digunakan oleh sistem operasi lain seperti Linux dengan bantuan perangkat lunak tertentu seperti *CrossOver*. [14]

Photoshop memiliki kemampuan untuk membaca dan menulis gambar berformat raster seperti *.png, *.gif, *.jpeg dan lain-lain. Photoshop juga memiliki beberapa format file khas seperti *.psd , *.psb dan *.pdd. [13]