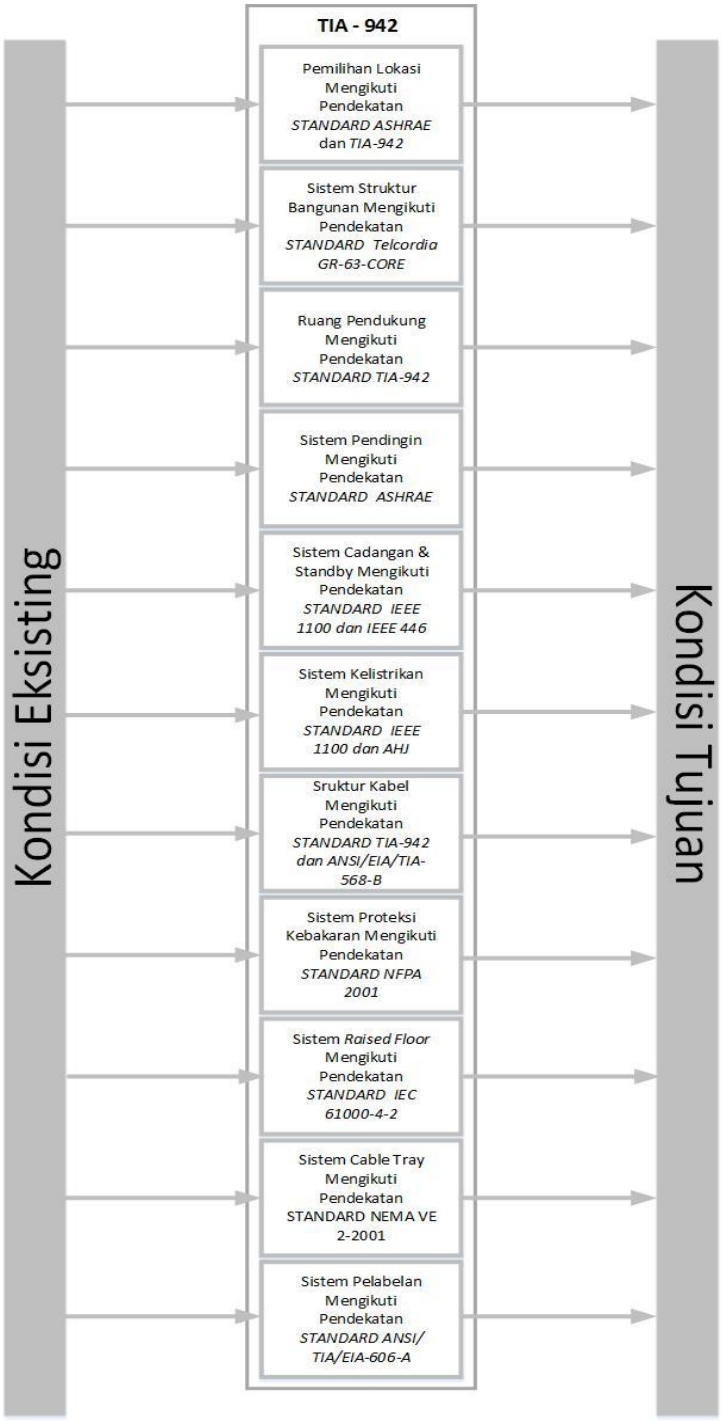
BAB 4
EVALUASI DAN REKOMENDASI

1.1 Evaluasi Desain *Data Center* Usulan

Merupakan tahap melakukan pengecekan pada setiap desain komponen *data center* usulan dalam mencapai *tier* 1 dan membuat gambaran proses desain komponen *data center* tersebut dalam melakukan pendekatan TIA. Adapun gambaran dan penjelasan mengenai proses desain komponen *data center* usulan dalam melakukan pendekatan TIA yaitu dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses Desain Komponen *Data Center* Usulan

Pada gambar 4.1 terdapat keadaan awal (eksisting), keadaan tujuan yang ingin dicapai serta proses setiap komponen *data center* yang mempunyai standarnya masing – masing. Adapun penjelasan dari setiap proses komponen tersebut adalah seperti berikut.

a) Pemilihan Lokasi

Kriteria pemilihan lokasi secara umum mengikuti pendekatan standar TIA-942 dan dalam menentukan ketinggian pemilihan lokasi yang ideal dengan parameter suhu yang baik mengikuti pendekatan standar ASHRAE.

b) Sistem Struktur Bangunan

Dalam merancang struktur bangunan *data center* mengikuti pendekatan standar TELCORDIA GR-63-CORE untuk menentukan kapasitas beban lantai bawah maupun *hanging*, getaran serta metode ujinya.

c) Ruang Pendukung

Referensi ruang pendukung mengikuti standar TIA-942 yaitu dalam menentukan kebutuhan ruang yang diperlukan untuk menampung infrastruktur sesuai *tier* yang ingin dicapai dengan mempertimbangkan luas lokasi *data center*.

d) Sistem Pendingin

Sistem pendingin mengikuti pendekatan standar ASHRAE yaitu dalam menentukan suhu ruangan *data center* yang ideal, pemilihan peralatan pendingin serta pemilihan metode pendinginan yang baik untuk *data center.*

e) Sistem Cadangan dan *Standby*

Mengikuti pendekatan standar IEEE 1100 dan IEEE 446 yaitu dalam merancang sistem cadangan listrik yang baik dan benar serta sebagai pedoman dalam menyediakan peralatan apa saja yang dibutuhkan untuk sistem cadangan dan *standby*.

f) Sistem Kelistrikan

Mengikuti pendekatan standar IEEE 1100 dalam menentukan metode pendistribusian listrik keperalatan - peralatan *data center* dan standar AHJ untuk panduan peracangan EPO di *data center*.

g) Sruktur Kabel

Mengikuti standar ANSI/EIA/TIA-568-B dalam pemilihan kabel , jarak maksimum penarikan kabel dan panduan maksimum bengkokan kabel yang diperbolehkan serta standar TIA-942 sebagai pedoman menentukan topologi sistem kabel *data center.*

h) Sistem Proteksi Kebakaran

Mengikuti pendekatan standar NFPA 2001 sebagai panduan pemilihan alat pemadam api serta pemasangan sistem pemadam kebakaran otomatis yang baik dan benar untuk *data center*.

i) Sistem *Raised Floor*

Mengikuti pendekatan standar IEC 61000-4.2 yaitu dalam menentukan pemilihan bahan *raised floor* serta ketentuan anti statis.

j) Sistem *Cable Tray*

Mengikuti pendekatan standar NEMA VE 2-2001 sebagai pedoman tambahan instalasi *cable tray* di *data center*.

k) Pelabelan

Mengikuti standar ANSI/TIA/EIA-606-A sebagai pedoman dalam pelabelan peralatan *data center* yang lebih baik.

1.1.1 Evaluasi Pemilihan Lokasi

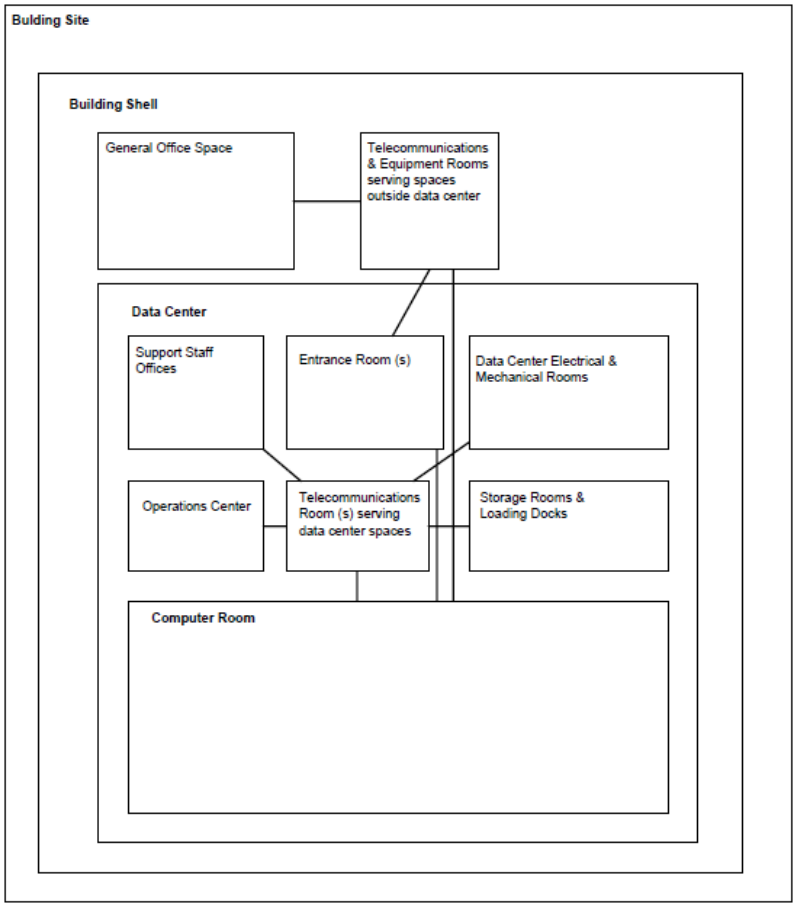
Sebuah lokasi *data center* yang ideal adalah sebagai berikut :

1. *Data center* harus diletakkan di bawah ketinggian 3050 m (10.000 kaki) seperti yang direkomendasikan oleh ASHRAE.
2. Bangunan harus memiliki jalur akses yang mampu mengakomodasi pengiriman perlengkapan/peralatan *data center* dalam jumlah besar.
3. Bangunan *data center* harus mempunyai jarak dari kereta api atau jalan raya utama minimal 0,8 km (½ mil) untuk meminimalkan resiko getaran.
4. Bangunan harus berada dalam jarak minimum 0,4 km (¼ mil) dari bandara, laboratorium penelitian, pabrik kimia, TPA, sungai, pantai, atau bendungan.
5. Bangunan harus berada dalam jarak minimum 0,8 km (½ mil) dari pangkalan militer.
6. Bangunan harus berada dalam jarak minimum 1,6 km (1 mil) dari nuklir, amunisi, atau gudang pertahanan militer.
7. Bangunan tidak boleh terletak berdekatan dengan kedutaan asing.
8. Bangunan tidak boleh berada di daerah kejahatan tinggi.

Dari penjelasan kriteria pemilihan lokasi, maka lokasi *data center* usulan sudah cukup ideal untuk didirikannya *data center* dikarenakan sudah memenuhi kriteria dan berada di lantai gedung paling atas dan tidak berhubungan dengan lingkungan yang membahayakan seperti *sistem drainase*, *interferensi elektromagnetik* dan lain-lain.

1.1.2 Evaluasi Ruang Pendukung

Untuk mendapatkan kinerja yang optimal maka *data center* perlu dilengkapi dengan beberapa ruang pendukung, diantaranya :



Gambar 4. 2 Keterkaitan Ruang *Data Center*

Pada *layout* ruang *data center* gambar 4.2 maka dapat dijelaskan setiap ruangannya sebagai berikut :

1. *General Office Space* merupakan ruang kantor yang berada diluar *data center*.
2. *Telecommunications & Equipment Rooms serving spaces outside data center* merupakan ruang yang berada diluar *data center*, digunakan sebagai antarmuka pendistribusian kabel dari *data center* ke gedung-gedung kantor atau lebih dikenal dengan nama *wiring closets*.

3. *Entrance Room* merupakan ruang antarmuka kabel telekomunikasi antara ISP (internet service provider), *data center* dan gedung kantor. Disini tempat diakhirinya layanan dari isp, menghubungkan kabel telekomunikasi dari *data center* ke *wiring closet* dan tempat pendistribusian infrastruktur komunikasi dari *entrance room* ke MDA.
4. *Support Staff Office* merupakan ruangan yang digunakan khusus untuk melakukan sejumlah pekerjaan yang signifikan dalam *data center*.
5. *Data Center Electrical dan Mechanical Rooms* merupakan ruang khusus yang dijadikan sebagai tempat penyimpanan sistem listrik dan mekanik utama dalam *data center* seperti *panel listrik, UPS, ATS, pdu, air handler* dan lain-lain.
6. *Operation Center* merupakan ruang yang digunakan untuk monitoring *data center* baik secara networking, suhu dan fisik (server).
7. *Storage Room & Loading Dock* merupakan tempat untuk menerima peralatan yang usulan datang untuk *data center* dan sebagai ruang penyimpanan peralatan dalam jangka waktu lama.
8. *Telecommunication room* merupakan ruang yang digunakan untuk cross-connect *horizontal cabling* dari *computer room* ke ruang pendukung *data center*.
9. *Computer Room* merupakan ruang utama dimana peralatan inti dari *data center* ditempatkan seperti *rack/kabinet, HVAC, raised floor, cable tray* dan lain-lain.

Menurut TIA, jika tegangan listrik kecil sama dengan 100 Kva maka peralatan listrik/*standby* dapat digabung di *computer room*, dan jika tegangan listrik *data center* besar sama dengan 100 Kva maka peralatan sistem listrik/*standby* harus ditempatkan diluar *computer room*. Pada TIA *tier* 1 ruang pendukung dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ukuran *data center* masing-masing maka pemilihan ruang pendukung untuk *data center* usulan sudah tepat sesuai kebutuhannya yaitu *electrical & mechanical room, storage room & loading dock* dan *operation center.*

1.1.3 Evaluasi Sistem Cadangan dan *Standby*

Sistem cadangan dan *standby* terdiri dari generator, UPS, baterai *backup* dan ATS. Penjelasan dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut.

a. Generator

Generator terdiri dari dua yaitu berbahan bakar diesel dan gas. Generator bahan bakar diesel mempunyai *response time* lebih cepat dibanding generator berbahan gas. Oleh karena itu dalam perancangan *data center* usulan, sudah tepat menggunakan generator berbahan bakar diesel untuk menjaga *availability* pada *data center*.

b. UPS (*uninterruptible power supply*)

Sebelum merancang UPS maka harus ditentukan terlebih dahulu topologi yang akan digunakan. Ada dua topologi yang dapat digunakan pada *tier* 1 yaitu *UPS single module* dan *parallel non redundant modules. UPS single module* adalah suatu topologi dimana hanya ada satu UPS dengan daya yang *mengcover* dalam beban penuh, sedangkan *parallel non redundant modules* yaitu topologi yang menggunakan dua atau lebih UPS dalam mengcover daya dalam beban penuh.

Sedangkan untuk teknologinya UPS terdiri dari dua jenis yaitu *static technology* dan *rotary technology*. *Rotary technology* disebut juga sebagai UPS *offline* karena masih terdapat *response time* saat perpindahan listrik utama kelistrik baterai. Teknologi *static* disebut UPS *online* karena tidak ada *response time* dan memiliki *features bypass* untuk *maintenance* baterai UPS serta teknologi ini lebih direkomendasikan oleh TIA. Pada desain *data center* usulan telah mengikuti kaidah yang berlaku baik secara topologi pemasangan dan pemilihan UPS.

c. Baterai *Backup*

Baterai backup terdiri dari dua jenis yaitu vrla atau lebih dikenal dengan nama aki kering dan *flooded* yang lebih dikenal dengan aki basah. Berikut perbedaan dari kedua baterai tersebut yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan Baterai VRLA dan *Flooded*

Kriteria	Baterai VRLA	Baterai *Flooded*
Jenis Cairan Sel	Gel	Cairan
Harga	Mahal	Murah
Perawatan	Tidak butuh	Butuh
Keamanan	Lebih aman	Kurang aman
Umur	Relatif Singkat	Relatif Lama

Dari tabel 4.1 terlihat bahwa aki kering mempunyai cairan berbentuk gel mempunyai keuntungan dimana tingkat penguapannya sangat minim. Dan saat menguap, uap tersebut tidak dibuang keluar, tetapi tetap tertampung didalam wadah, sehingga volume cairan didalam baterai tetap terjaga. Dengan demikian, maka aki jenis ini tidak membutuhkan perhatian khusus atau disebut *maintenance free* serta lebih aman, karena sistem baterai dirancang untuk menghilangkan emisi gas/uap pada saat *overcharge*, sedangkan uap dapat mengakibatkan korosi dan karat pada logam bila terjadi kebocoran/retak. Sedangkan aki basah membutuhkan perawatan, artinya perlu meluangkan waktu secara rutin untuk memeriksa ketinggian cairan dan memastikan bahwa cairan tersebut tetap berada pada batas yang seharusnya. Namun selain harganya yang lebih terjangkau, jika perawatan dilakukan secara tepat dan teratur, aki basah cenderung memiliki umur yang lebih panjang dibandingkan aki kering.

Pada *data center* usulan menggunakan baterai tipe vrla atau aki kering dengan pertimbangan ramah lingkungan dan tidak membutuhkan perawatan khusus.

d. ATS

ATS sangat dibutuhkan untuk mendukung sistem cadangan dan *standby*. Penggunaan ATS pada *data center* terdiri dari dua kegunaan yaitu untuk otomatisasi generator dan otomatisasi kabel listrik redundan. Pada *tier* 1 ats hanya digunakan untuk generator. Pada *data center* usulan, penggunaan ats sudah tepat sesuai kegunaan pada *tier* nya.

1.1.4 Evaluasi Sistem Listrik

Pendistribusian listrik pada *data center* terdiri dari tiga metode yaitu sebagai berikut.

1. *Panel board distribution* merupakan metode distribusi dari pdu melalui panel circuit terlebih dahulu sebelum didistribusikan ke kabinet.
2. *Tradisional pdu distribution* merupakan metode distribusi secara langsung dari pdu kesetiap lokasi kabinet.
3. *Modular distribution* merupakan metode menggunakan pdu modular dan pendistribusiannya menggunakan sistem pengkabelan modern.

Pada *tier* 1, PDU modular tidak diwajibkan ada, sebagai gantinya maka pendistribusian dapat dilakukan dengan UPB *(UPS panel board)*. Pada desain *data center* usulan sudah sesuai kaidah yang berlaku yaitu menggunakan metode *panel board distribution* dalam pendistribusiannya dengan pertimbangan lebih hemat dalam pemakaian kabel dan menggunakan upb sebagai alat distribusinya.

a. Evaluasi Penggunaan TVSS

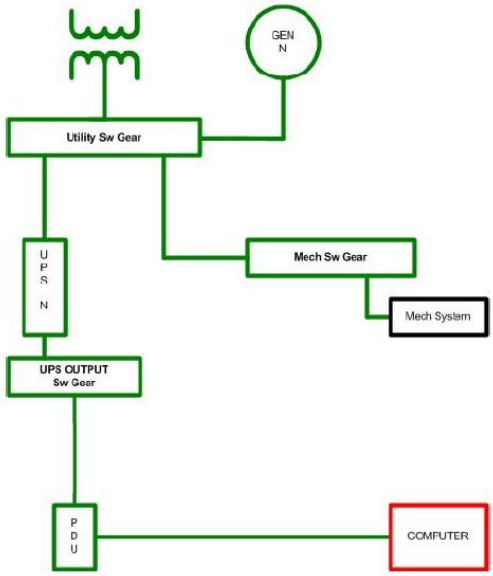
Dengan adanya tvss maka akan mencegah resiko kerusakan pada perangkat *data center.* Tvss dipasang pada *output generator, PDU* dan panel listrik. Pada sistem kelistrikan usulan, tvss sudah ditempatkan dengan benar yaitu pada output generator dan panel listrik dan pada pdu/upb tidak digunakan karena sudah ada proteksi terhadap *surge*.

b. Evaluasi Penggunaan EPO

Dengan EPO mempermudah mematikan listrik sekumpulan perangkat *data center* dalam waktu singkat. Penggunaan EPO sudah tepat digunakan pada *data center* usulan untuk mencegah kerusakan yang lebih parah terhadap perangkat *data center* jika terjadi bencana yang tidak diinginkan.

c. Evaluasi Topologi Sistem Listrik

Topologi sistem listrik pada *tier* 1 merupakan topologi tanpa *redundant* (cadangan). Disini hanya ada satu peralatan yang mendukung kapasitas listrik *data center* dalam beban penuh. Pada sistem listrik terjadi pemisahan daya dari *main power* untuk sistem telekomunikasi dan sistem mekanik / *lighting.*



Gambar 4. 3 Topologi Sistem Listrik *Tier* 1

Adapun penjelasan topologi pada gambar 4.3 adalah *utility switchgear* menerima daya dari *main power*, lalu didistribusikan ke *mechanical switchgear* dan *UPS.* Disamping itu generator dihubungkan dengan *utility switchgear* untuk mengetahui jika *main power* tidak berfungsi maka langsung secara otomatis akan menghidupkan generator dikarenakan disini ada *ATS* yang bertindak sebagai *automator*. Pada *output UPS* dibutuhkan *switchgear* untuk mengdistribusikan ke *pdu* lalu dari *pdu* langsung didistribusikan ke kabinet. Sedangkan *mechanical switchgear* mendistribusikan daya dari *main power* ke sistem mekanik seperti *HVAC Control System, fire suppression system* dan yang berhubungan dengan sistem mekanik lainnya. Pada denah *data center* usulan telah mengikuti topologi *tier* 1 seperti gambar 4.3.

1.1.5 Evaluasi Sistem pendingin

Menurut *Standard AHJ* dalam melakukan pendinginan, *data center* tidak menggunakan AC split dan wajib menggunakan AC presisi / CRAC / HVAC. Adapun perbedaan antara kedua alat pendingin tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perbandingan AC Split dan Presisi (HVAC)

AC Split	AC Presisi / CRAC (HVAC)
• Didesain hanya untuk kenyamanan • Tidak mempunyai kemampuan menjaga kelembaban ruang • Blower yang kecil, tidak mampu memindahkan panas dengan cepat • Jam operasi yang disarankan hanya 8 jam/hari saja	• Kemampuan menjaga suhu ruangan dengan stabil • Kemampuan menjaga tingkat kelembaban • Air flow yang besar • Jam operasi 24 jam non-stop • Sangat cocok untuk ruang computer / ruang *data center* / ruang IT

Dari perbandingan sebelumnya, terlihat bahwa AC presisi memiliki keunggulan lebih, dalam menjaga suhu diruangan *data center*. Adapun dalam proses pendinginannya terdapat tiga jenis metode, yaitu :

a. *Room Oriented Cooling System*

Merupakan metode pendinginan yang setiap AC presisi diletakan tersebar dipinggir-pinggir ruangan dengan maksud mendinginkan ruangan. Cara ini masih konvensional dan kurang efektif karena udara panas dan dingin bercampur serta *flow* udara dingin yang dibutuhkan kurang tepat.

b. *Row Oriented Cooling System*

Merupakan metode pendinginan dengan membentuk lorong udara panas dan dingin (*hot and cold aisles*). Udara dingin disalurkan di *cold aisles* kemudian dihisap oleh server dan udara panas yang dihasilkan dikeluarkan oleh server ke *hot aisles.* Cara ini lebih baik untuk pendinginan *data center* karena cukup menggunakan AC presisi yang kapasitasnya lebih kecil untuk mendinginkan dua baris kabinet.

c. *Rack Oriented Cooling System*

Merupakan metode pendinginan yang AC presisi nya tidak lagi disebar disisi ruang *data center* tapi sudah disebar disetiap barisan kabinet/*rack*.

Dari ketiga metode pendinginan tersebut, maka desain pendingin *data center* usulan sudah tepat sesuai kaidah yang berlaku yaitu menggunakan metode *row oriented cooling system* dan AC presisi sebagai alat pendingin. Adapun alasan pemilihan metode ini adalah untuk meminimalkan penggunaan alat pendingin, serta lebih optimal dalam melakukan pendinginan server dikabinet. Pada *data center* usulan, menggunakan CRAC dengan tambahan *exhaust fan*, dengan tambahan ini maka udara panas yang berada di *hot aisles* dapat langsung dihisap dan mencegah bercampurnya dengan udara dingin.

1.1.6 Evaluasi Struktur Kabel

Pada *data center* TIA terdiri dari tiga topologi pengkabelan yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

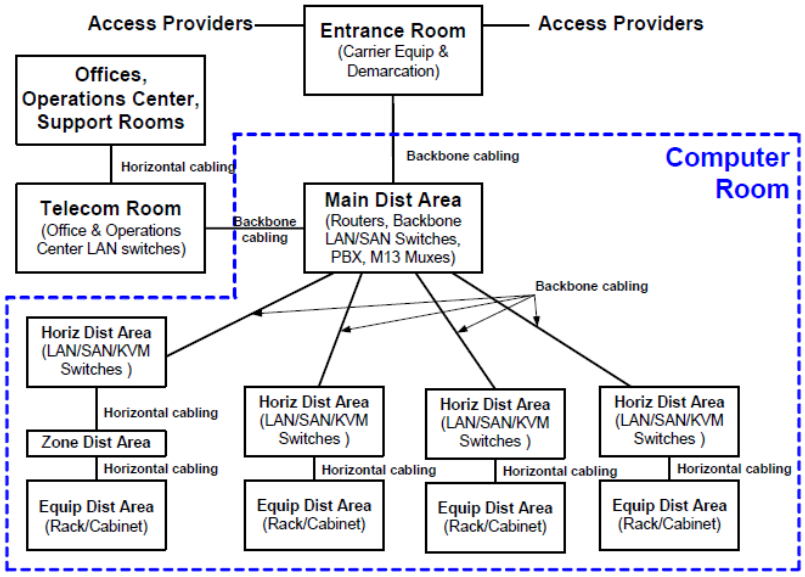
Tabel 4. 3 Mapping Topologi Pengkabelan Terhadap *Tier* TIA

Tipe Topologi	Pengimplementasian
Reduced Data Center Topologies	*Tier* 1
Typical Data Center Topology	*Tier* 2
Distributed Data Center Topologies	*Tier* 3 & *Tier* 4

Untuk mengetahui lebih detail tentang ketiga topologi maka berikut penjelasannya.

1. *Typical Data Center Topology*

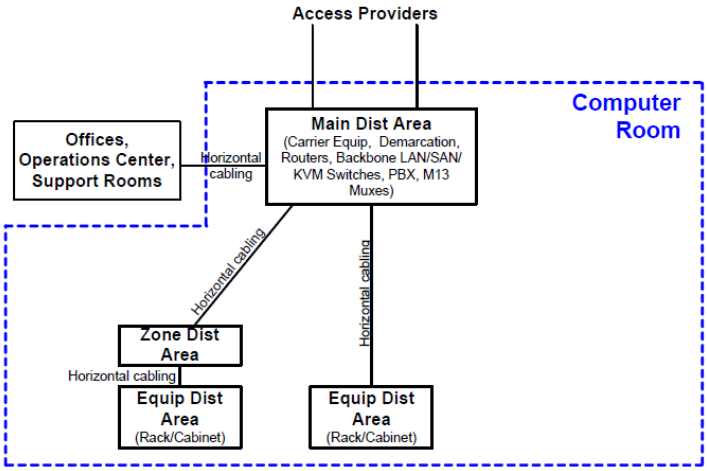
Merupakan topologi *data center* ukuran sedang yang terdiri dari sebuah *entrance room*, satu ruangan telekomunikasi atau lebih, satu MDA(*main distribution area*), dan beberapa HDA(*horizontal distribution area*).



Gambar 4. 4 *Typical Data Center Topology*

2. *Reduced Data Center Topologies*

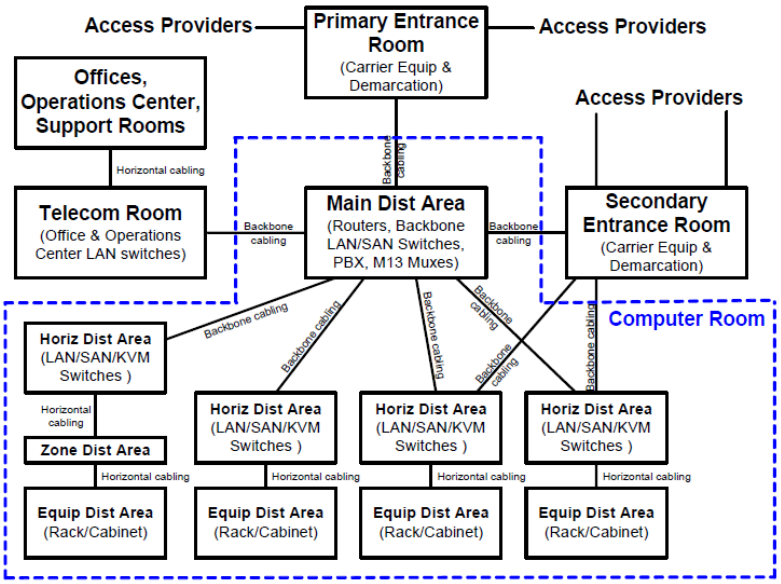
Merupakan topologi *data center* ukuran kecil yang dapat menggabungkan MC(*main cross-connect*) dan HC(*horizontal cross-connect*) kedalam sebuah MDA. Ruang telekomunikasi untuk kabel pada area pendukung dan *entrance room* pun bisa juga digabungkan kedalam MDA.



Gambar 4. 5 *Reduced Data Center Topologies*

3. *Distributed Data Center Topologies*

Topologi ini diperuntukan untuk *data center* skala besar. Terdiri dari dua *entrance room*. *Entrance room* utama tidak memiliki koneksi secara langsung ke HDA sedangkan *entrance room* kedua diberi izin untuk dihubungkan secara langsung ke HDA. Penghubungan dari *entrance room* kedua ke hda tidak dianjurkan, kecuali dengan alasan untuk memenuhi batasan panjang tarikan kabel maksimum dan kebutuhan redundansi.



Gambar 4. 6 *Distributed Data Center Topologies*

Data center pusair merupakan *data center* kecil dan cocok menggunakan topologi pengkabelan kecil seperti *reduced data center topology*. Penggunaan topologi pengkabelan pada *data center* usulan sudah tepat sesuai kondisinya.

1.1.7 Evaluasi Desain *Computer Room*

Analisis desain *computer room* merupakan analisis yang terdiri dari *raised floor*, *cable tray* dan *step* tangga.

1.1.7.1 Evaluasi *Raised Floor*

Ada tiga jenis bahan yang sering digunakan yaitu *calcium sulphate panel* berbahan sejenis zat kapur, *wooden panel* berbahan partikel kayu sejenis serbuk kayu, *cementitious* atau *light concrete panel* berbahan semen atau beton ringan. Sedangkan berdasarkan finishing permukaan *raised floor* terbagi menjadi dua yaitu *raised floor* tipe bare yaitu terbuat dari bahan plat besi dan harus difinishing menggunakan karpet *tile/vinyl* dan *raised floor* tipe HPL(*high pressure laminated*) yaitu panelnya telah dilapisi dengan bahan *vinyl* anti statis dan tidak perlu difinishing lagi atau siap digunakan.

Pada *data center* usulan, menggunakan *panel raised floor* tipe *HPL* dengan bahan *calcium sulphate* yang memiliki katahanan terhadap api dan beban berat. Dengan *raised floor* maka ruang kosong dibawahnya dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti instalasi perkabelan, data dan komunikasi, pemipaan dan control sistem sehingga ruangan terlihat rapi secara estetika. Selain itu juga berperan penting untuk sirkulasi udara AC dengan sistem *down flow*. Pemilihan jenis *raised floor* sudah tepat sesuai kebutuhan spesifikasi *tier* 1 yaitu dapat menahan beban berat serta dapat mendukung metode pendinginan *row oriented cooling system.* Selain itu desain *data center* usulan juga sudah memenuhi kriteria tinggi *raised floor* yang ditetapkan untuk *tier* 1 yaitu minimal 30cm sedangkan desain usulan menggunakan tinggi 35 cm yang artiinya bawah desain usulan sudah lebih dari cukup dalam memenuhi standar *tier* 1.

1.1.7.2 Evaluasi Sistem *Cable Tray*

Cable tray data center terdiri dari *overhead* yang digantung diatas dan *under floor* yang terletak dibawah *raised floor*. Jenis c*able tray* yang biasa digunakan adalah jenis *cable ladders* tipe *telco, cable tray* tipe *center spine* dan *cable tray* tipe *wire basket*. Dalam pemilihan *cable tray* harus yang berventilasi agar tidak menghalangi aliran udara pada *raised floor*, memiliki kedalaman maksimum 15 cm dan berbahan solid, seperti alumunium atau logam lainnya. Pada sistem *cable tray* usulan sudah tepat sesuai kaidah sistem *cable tray* TIA yaitu menggunakan *cable tray* jenis *wire basket* yang memiliki ventilasi besar dan mempunyai kedalaman kurang dari 15 cm.

Menurut TIA, *cable tray* untuk kabel listrik ditempatkan diarea *cold aisles* atau bisa dibawah kabinet, sedangkan *cable tray* untuk kabel telekomunikasi ditempatkan diarea *hot aisles.* Ini dimaksudkan agar *cable tray* yang menampung banyak kabel seperti kabel telekomunikasi tidak menghalangi udara dingin yang akan keluar di *perforated tile.*

1.1.7.3 Evaluasi *Step* Tangga

Step tangga digunakan sebagai perantara untuk mengatasi tinggi lantai yang berbeda. Ada dua jenis perantara yang dapat digunakan yaitu *ramp* dan *step* tangga. Kekurangan penggunaan *ramp* adalah menghabiskan *space* pada *computer room* dan pada *data center* usulan lebih memilih *step* tangga karena tidak menghabiskan *space* yang banyak dengan ukuran *computer room* yang kecil.

1.1.8 Evaluasi *Rack* dan Kabinet

Power strip pada kabinet terdiri dari dua jenis yaitu vertikal dan horisontal. Adapun hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *power strip* adalah memiliki feature monitoring pemakaian daya hingga per outlet yang berfungsi untuk mengetahui daya yang terpakai per outlet, *features* alarm berfungsi untuk memberi

peringatan jika terjadi *overload*, pengendali outlet jarak jauh (remote via internet) berfungsi untuk monitoring secara realtime lewat online/website, serta features proteksi *circuit breaker* yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mematikan listrik jika terjadi *overload* Adapun gambar dari *power strip* tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 7 *Power Strip* Horisontal (kiri) dan Vertikal (kanan)

Dari gambar 4.7 maka dapat disimpulkan bahwa *power strip* vertikal lebih efektif dibanding horisontal untuk penggunaan dalam kabinet. Pada *data center* usulan sudah tepat menggunakan *power strip* vertikal dengan feature pendukung seperti diatas.

1.1.9 Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran

Berdasarkan pemasangannya, sistem proteksi terdiri dari dua jenis yaitu *portable* dan permanen. Sistem proteksi *portable* merupakan sistem pemadam api manual sedangkan permanen merupakan sistem pemadam api otomatis yang sudah ditempatkan secara permanen. Dalam memilih alat pemadam api harus memenuhi kriteria seperti, otomatis jika terdeteksi adanya api, bereaksi sangat cepat dalam memadamkan api (kurang dari 10 detik), terdaftar sebagai standar **NFPA2001**, aman

untuk manusia, lingkungan dan perangkat *data center*. Pada *data center* usulan telah menggunakan alat pemadam api yang terstandariasi **NFPA2001** dan menggunakan pemasangan jenis permanen/otomatis untuk proteksi kebakaran yang lebih responsif.

1.1.10 Evaluasi Pelabelan

Pelabelan wajib diperlukan untuk mempermudah *troubleshooting* jika terjadi masalah pada *data center*. Pelabelan mengikuti standar internasional seperti ANSI/TIA/EIA-606-A yang terdiri dari pelabelan *rack* dan kabinet, *patch panel* dan *patch cord*. Dengan mengikuti pelabelan sesuai standar internasional maka didapat format baku yang lebih baik untuk diimplementasikan kedepan jika ada perubahan topologi pada *data center*.

1.1.11 Perbandingan *Data Center* Usulan Dengan TIA *Tier* 1

Untuk mengetahui apakah desain usulan sudah memenuhi kriteria *tier* 1 TIA maka dilakukan perbandingan seperti pada tabel 4.4. Dan adapun status dalam penilaiannya terdiri dari simbol "✓" jika terpenuhi dan simbol "–", "x" jika tidak/belum terpenuhi.

Tabel 4. 4 Mapping *Data Center* Usulan dengan TIA *Tier* 1

KEBUTUHAN	*TIER* 1	Kondisi Usulan	Status
Parkir			
Penyediaan lahan parkir untuk penyewa *data center* didalam gedung	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	*Data center* pusair bukan *colocation data center*	✓
Konstruksi Bangunan			
Tipe konstruksi	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	*Offices building*	✓
Kebutuhan Tahan Api			
Lapisan dinding eksterior bangunan	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan	Beton	✓

	struktur (boleh dipenuhi/tidak)		
Lapisan dinding interior bangunan	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Tidak menggunakan banyak lapis dinding	-
Lapisan bukan dinding eksterior bangunan	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Tidak menggunakan banyak lapisan dinding	-
Rangka struktural bangunan	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Beton	✓
Partisi dinding interior selain *computer room*	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Sudah memenuhi aturan dasar tahan api	✓
Partisi dinding interior *computer room*	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Sudah memenuhi aturan dasar tahan api	✓
Shaft Enclosures	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Tidak ada	-
Lantai dan lantai langit-langit	Diijinkan sesuai aturan dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)	Beton	✓
Atap dan atap langit-langit	Diijinkan sesuai aturan	Menggunakan rangka struktural kayu	-

	dasar/standar dalam pembuatan struktur (boleh dipenuhi/tidak)		
Komponen Bangunan			
Plafon Dalam Area *Computer room*			
Tinggi Plafon	Minimum 2,6 meter	2,5 meter	-
Atap			
Kelas	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	Sudah memenuhi aturan dasar sipil	✓
Tipe	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	Sudah memenuhi aturan dasar sipil	✓
Ketahanan terhadap terpaan angin	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar dalam pemasangan atap (minimum wajib dipenuhi)	Sudah memenuhi aturan dasar sipil	✓
Kemiringan atap	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar dalam pemasangan atap (minimum wajib dipenuhi)	Sudah memenuhi aturan dasar sipil	✓
Pintu Dan Jendela			
Penilaian Fire Stop	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ketahanan api (minimum wajib dipenuhi)	Sudah memenuhi aturan dasar tahan api	✓
Ukuran Pintu	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ukuran pintu (minimum wajib dipenuhi) dan tidak kurang dari 1	1,20 meter (lebar) dan 2,13 meter (tinggi)	✓

	meter (lebar) dan 2,13 meter (tinggi)		
Penggunaan pintu interlock, portal atau *hardware* yang didesain untuk mencegah *piggybacking / pass back*	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar keamanan akses (minimum wajib dipenuhi)	Menggunakan *access door* di *computer room*	✓
Administrative Offices			
Pemisahan api dari area lain *data center*	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ketahanan api (minimum wajib dipenuhi)	Tidak ada ruang pendukung *administrative office*	-
Restrooms* and *break room areas			
Pemisahan api dari *computer room* dan ruang pendukung	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ketahanan api (minimum wajib dipenuhi)	Sudah menggunakan partisi tahan api	✓
UPS and *Battery Rooms*			
Pemisahan api dari *computer room* dan area lain *data center*	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ketahanan api (minimum wajib dipenuhi)	Sudah menggunakan partisi tahan api	✓
Kebutuhan *Exit Corridors*			
Pemisahan api dari *computer room* dan ruang pendukung	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ketahanan api (minimum wajib dipenuhi)	Tidak ada *exit corridors*	-
Lebar	Disesuaikan dengan aturan dasar/standar ukuran pintu (minimum wajib dipenuhi)	Tidak ada *exit corridors*	-
Kontrol akses keamanan dan monitoring di			
Generators	Kunci Level Industri	Tidak menggunakan kunci (bukan generator skala *entreprise*)	-

UPS, Telephone & MEP *Rooms*	Kunci Level Industri	Tidak ada ruang *UPS, telephone* dan *MEP*	-
Fiber Vaults	Kunci Level Industri	Tidak ada *fiber vaults*	-
Pintu keluar darurat	Kunci Level Industri	Tidak ada pintu darurat	-
Pembukaan jendela eksterior	Pemantauan Secara Tidak Langsung	Pemantauan secara langsung (tidak ada CCTV)	-
Pintu dalam *computer room*	Kunci Level Industri	*Biometric access*	✓
Pintu bangunan perimeter	Pemantauan Secara Tidak Langsung	Pemantauan secara langsung (tidak ada CCTV)	-
Pintu dari lobi ke lantai	Kunci Level Industri	Tidak ada pintu lobi (bukan bangunan *colocation data center*)	-
Struktural			
Pemilihan zona pembangunan tidak rawan gempa	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	Bukan zona rawan gempa	✓
Fasilitas yang dirancang untuk kebutuhan zona rawan gempa	Tidak dibatasi/belum ada aturannya (boleh dipenuhi/tidak)	Tidak ada fasilitas yang dirancang untuk kebutuhan zona rawan gempa	-
Importance Factor - membantu untuk memastikan lebih besar dari desain kode	I = 1	Tidak melakukan metode uji standar	-
Menguatkan *conduit* listrik dan *cable tray*	Mengikuti aturan yang berlaku pemasangan *cable tray*	Tidak ada *cable tray*	✓
Menguatkan saluran sistem mekanik utama	Mengikuti aturan yang berlaku pemasangan saluran mekanik	Tidak ada saluran mekanik (fire sprinkler, alat pendingin, dan lain-lain)	✓
Kapasitas beban lantai	7,2 kPa (150 lbf/sq ft)	Belum bisa memenuhi	-
Kapasitas beban lantai *hanging*	1,2 kPa (25 lbf/sq ft)	Belum bisa memenuhi	-
Ketebalan beton lantai dasar diatas tanah	127 mm	Sudah memenuhi	✓
Ketebalan beton lantai *topping*	102 mm	Sudah memenuhi	✓
Bangunan LFRS (*lateral force resisting system*) yang	Steel/Conc MF	Tidak ada	-

mengidentifikasi perpindahan struktur			
Pertimbangan komposisi bangunan	PT concrete	Tidak ada	-
Pertimbangan komposisi dek	PT concrete	Tidak ada	-
Kelistrikan			
General			
Jumlah jalur pengiriman	1	Sudah memenuhi	✓
Sumber listrik utama *data center*	1 sumber	Sudah memenuhi	✓
Kabel peralatan komputer dan telekomunikasi	1 sumber kabel dengan kapasitas maksimal	Sudah memenuhi	✓
Semua peralatan sistem listrik dilabeli dengan sertifikasi dari tes laboratorium pihak ketiga (penguji standarisasi)	ya	Sudah memenuhi	✓
Titik tunggal kegagalan	Satu atau lebih titik tunggal kegagalan untuk bagian sistem distribusi peralatan listrik dan sistem mekanik	Sudah memenuhi	✓
Sistem transfer beban kritis	ATS dengan *feature bypass maintenance* untuk bagian switch yang mengalami gangguan daya; pertukaran otomatis dari listrik utama ke generator ketika terjadi pemadaman listrik	ATS sudah dipasang secara permanen dan memiliki *feature bypass*	✓
Generator diukur dengan benar sesuai dengan kapasitas UPS yg terpasang	ya	Sudah memenuhi	✓
Kapasitas bahan bakar generator (pada beban penuh)	8 jam (generator tidak dibutuhkan jika UPS mempunyai waktu backup 8 menit)	Sudah memenuhi	✓
UPS			

UPS Redundancy	N	Sudah memenuhi	✓
Topologi UPS	*Single module* atau *parallel non-redundant modules*	*Single modules*	✓
Pengaturan bypass perawatan UPS	Bypass listrik diambil dari sumber listrik yang sama dan modul UPS	UPS sudah menggunakan *features bypass*	✓
Distribusi listrik UPS - level voltase	Tingkat voltase 120/208V keatas untuk beban 1440kVA dan 480V untuk beban lebih besar dari 1440kVA	Sudah memenuhi	✓
Distribusi listrik UPS - *panel board*	*Panel board* menggabungkan standar *thermal magnetic trip breakers*	Sudah menggunakan *panel board* dengan *circuit breaker*	✓
K-factor transformer terpasang di PDU	Ya, tapi tidak dibutuhkan jika transformer pencegahan harmonic digunakan	Tidak ada PDU	-
Komponen *redundant* (UPS)	Desain UPS static	Tidak ada UPS cadangan	-
Grounding	**Diijinkan**	**Tidak ada**	
Sistem proteksi kilat	Berdasarkan analisis risiko mengikuti NFPA 780 dan jaminan kebutuhan	x	x
Grounding pada panel listrik utama dan generator mengikuti NEC(*National Electrical Code*)	ya	x	x
Perlengkapan lighting (277v) neutral terisolasi dari panel listrik utama yang berasal dari transformer lighting untuk isolasi kesalahan *grounding*	ya	x	x
EPO Sistem *Computer Room*	**Diijinkan**		
Aktifasi EPO terletak di pintu keluar dengan hanya	ya	Sudah memenuhi	✓

menshutdown sistem komputer dan telekomunikasi			
Fire suppression system otomatis aktif setelah sistem telekomunikasi dan komputer *shutdown*	ya	Belum terintegrasi	-
EPO Sistem *Battery Room*	**Diijinkan**	Hanya 1 EPO untuk *data center*	
Aktifasi tombol EPO di pintu keluar dengan melakukan penekanan secara manual	ya	x	x
Fire suppression system aktif setelah EPO *shutdown*	ya	x	x
EPO Sistem	**Diijinkan**	**Sudah memenuhi**	
Shutdown listrik UPS diarea *computer room*	ya	Sudah digunakan	✓
Shutdown listrik tegangan AC untuk CRAC dan chillers	ya	Sudah digunakan	✓
Pemenuhan dengan aturan setempat (contoh : Pemisahan sistem untuk UPS dan HVAC)	ya	Tidak ada	-
Sistem Monitoring	**Diijinkan**	Sudah memenuhi	
Display lokal pada UPS	ya	Sudah memenuhi	✓
Battery Configuration	**Diijinkan**		
Rangkaian baterai biasa untuk semua modul	ya	Sudah memenuhi	✓
Waktu minimum siaga dalam beban penuh	5 menit	Sudah memenuhi	✓
Tipe baterai	*Valve regulated lead acid* (VRLA) atau *Flooded type*	VRLA	✓
Tipe Baterai *Flooded*	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Pemasangan	*Rack* atau Kabinet	x	x
Acid spill containment terpasang	ya	x	x
Jadwal pengujian baterai dalam menahan beban penuh	Setiap 2 tahun	x	x
Battery Room	**Diijinkan**	Disatukan diruang mekanik dan listrik	
Pemutus listrik baterai dilokasikan di luar ruang baterai	ya	Sudah memenuhi	✓
Sistem monitoring baterai	Pemantauan melalui UPS	Monitoring dilakukan dengan melihat *display* UPS	✓
Tempat Penyimpanan Rotating Sistem UPS dan Gerator	**Diijinkan**	Tidak ada	

Tangki bahan bakar ditempatkan diruangan yang sama sebagai satu unit	ya	x	x
Sistem Pembangkit Listrik *Standby*			
Kapasitas generator	Kapasitas untuk peralatan komputer, telekomunikasi dan mekanik	Sudah memenuhi	✓
Generator di *single bus* / disatu kabel listrik utama	ya	Sudah memenuhi	✓
Loadbank Untuk Pengujian	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Hanya pengujian modul UPS	ya	x	x
Hanya pengujian generator	ya	x	x
Dipasang permanen	Tidak dapat dipersewakan	x	x
Equipment Maintenance			
Pemeliharaan oleh staf	Pengelolaan dilakukan hanya saat ada staff, dapat dihubungi di waktu lain	Tidak diprioritaskan	✓
Telekomunikasi			
General			
Sistem pengkabelan, *rack*, kabinet dan jalur pengkabelan memenuhi spesifikasi TIA	ya	Sudah memenuhi	✓
Patch panel, *outlets* dan sistem pengkabelan untuk dilabeli mengikuti ANSI/TIA/EIA-606-A and annex B distandar TIA. Rack dan kabinet untuk dilabeli didepan dan belakang	ya	Sudah memenuhi	✓
Mekanik			
General			
Jalur air atau pipa air tidak digabung dengan peralatan *data center* diruang *data center*	Diijinkan tetapi bukan rekomendasi	Tidak ada	-
Saluran lantai pada *computer room* untuk *saluran* air kondensat, air aliran humidifier dan air dari pelepasan sprinkler	ya	Sudah ada saluran untuk aliran air *humidifier* dan kondensat HVAC	✓
Sistem Water-Cooled	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Unit peralatan pendingin area kritikal	Peralatan pendingin tanpa *redundant*	x	x

Humidity control untuk *computer room*	Humidifikasi disediakan	x	x
Layanan listrik untuk peralatan mekanik	1 jalur daya listrik untuk peralatan bertegangan AC	x	x
Heat Rejection	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Dry-coolers (*Otional*)	*Dry cooler* tanpa *redundant*	x	x
Closed-circuit Fluid Coolers (*Optional*)	*Fluid coolers* tanpa *redundant*	x	x
Pompa sirkulasi	Pompa *condenser water* tanpa *redundant*	x	x
Sistem pemipaan	1 jalur sistem *condenser water*	x	x
Sistem *Chilled Water*	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Unit peralatan pendingin area kritikal	Peralatan pendingin tanpa *redundant*	x	x
Humidity control untuk *computer room*	Humidifikasi disediakan	x	x
Layanan listrik untuk peralatan mekanik	1 jalur daya listrik untuk peralatan bertegangan AC	x	x
Heat Rejection	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Sistem pemipaan *chilled water*	1 jalur sistem *chilled water*	x	x
Mesin pompa *chilled water*	Pompa *chilled water* tanpa *redundant*	x	x
Air-cooled chillers	C*hiller* tanpa *redundant*	x	x
Water-cooled chillers	C*hiller* tanpa *redundant*	x	x
Cooling towers	*Cooling tower* tanpa *redundant*	x	x
Pompa c*ondenser water*	Pompa *condenser water* tanpa *redundant*	x	x
Sistem pemipaan *Condenser Water*	1 jalur sistem *condenser water*	x	x
Sistem Air-Cooled	**Diijinkan**	Tidak digunakan	
Unit peralatan pendingin area kritikal / *Condenser Outdoor*	Peralatan pendingin tanpa *redundant*	x	x
Layanan listrik untuk peralatan	1 jalur daya listrik	x	x

mekanik	untuk peralatan bertegangan AC		
Humidity control untuk *computer room*	Humidifikasi disediakan	x	x
Sistem Kontrol HVAC			
Sistem kontrol HVAC	Kegagalan sistem kontrol akan mengganggu pendinginan diarea kritikal	Sudah memenuhi	✓
Sumber listrik untuk sistem kontrol HVAC	1 jalur daya listrik untuk sistem kontrol HVAC	Menggunakan sumber listrik terpisah antara mekanik dengan peralatan komputer, telekomunikasi	✓
Plumbing* untuk *Water-cooled heat rejection	**Diijinkan**	Tidak ada	
Sumber ganda *make-up water*	1 pasokan air, dengan penyimpanan cadangan tidak dilokasi / ditempat	x	x
Titik sambungan ke sistem *condenser water*	1 titik sambungan	x	x
Sistem Bahan Bakar Minyak	**Diijinkan**	Tidak ada	
Tangki penyimpanan jumlah besar	1 tangki penyimpanan	x	x
Pompa tangki penyimpanan dan pemipaan	1 pompa dan 1 pasokan pipa	x	x
Fire Suppression			
Sistem sprinkler api	bila diperlukan	Tidak menggunakan sprinkler dan sudah menggunakan sistem proteksi otomatis	-

Dari mapping yang telah dilakukan terhadap *data center* usulan dengan tabel *tier* 1, maka didapat hasil dari pemappingan yang terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan *Data Center* Usulan

#	Jumlah kriteria wajib	Jumlah kriteria terpenuhi
Arsitektur	2	0
Kelistrikan	15	15
Telekomunikasi	2	2
Mekanik	3	3
Total	**22**	**20**

Pada tabel 4.5 terlihat bahwa total kriteria terpenuhi adalah 20 kriteria dari 22 kritieria wajib dan masih ada 2 kriteria yang harus dicapai. Untuk pencapaian kriteria yang kurang tersebut maka akan disempurnakan dibagian rekomendasi.

1.2 Rekomendasi

Bagian rekomendasi merupakan pemberian saran untuk melengkapi kekurangan kriteria *tier* 1 yang tidak bisa dipenuhi pada bagian desain *data center*. Adapun kekurangan-kekurangan tersebut yang harus dipenuhi adalah.

1. Ruang *data center* harus bisa menahan kapasitas beban lantai minimum 7,2 kPa (150 lbf/sq ft) serta beban lantai *hanging* 1,2 kPa (25 lbf/sq ft). Pada ruang *data center* usulan, kriteria ini belum bisa dicapai karena struktur bangunan *data center* saat ini merupakan struktur bangunan gedung *office* standar. Maka dari itu untuk memenuhi kriteria ini harus didirikannya bangunan baru dengan memperhatikan kapasitas beban lantai yang telah ditetapkan oleh *tier* 1. Sebagai pedoman untuk dilakukannya metode uji kapasitas beban lantai maka dapat menggunakan *standard telcordia gr-63-core.*