

Best Practice Perancangan Fasilitas Data Center

September 2008

Disusun oleh :

Diah Eka Yulianti

Hafda Bayu Nanda

Didistribusikan sebagai OpenContent License (OPL) merujuk <http://opencontent.org/opl.shtml> kecuali beberapa materi yang dijadikan rujukan dalam dokumen ini yang berkemungkinan mensyaratkan pola lisensi lain sebagaimana disebutkan masing-masing.

Penyangkalan : Dokumen ini dibuat sebagai mana adanya. Resiko yang ditimbulkan akibat penggunaan dokumen ini diluar tanggungjawab penyusun

DAFTAR ISI

<i>DAFTAR TABEL</i>	v
<i>DAFTAR GAMBAR</i>	vi
<i>DAFTAR ISTILAH</i>	vii
<i>PENDAHULUAN</i>	9
2.1 Latar Belakang.....	9
2.2 Rumusan Masalah.....	9
2.3 Tujuan.....	9
2.4 Ruang Lingkup dan Batasan.....	9
2.5 Metodologi.....	10
<i>ILUSTRASI DAN PERANCANGAN DATA CENTER</i>	11
2.1 Pengertian Data Center.....	11
2.2 Kriteria Perancangan Data Center.....	13
2.3 Tier pada Data Center.....	13
2.4 Disaster Recovery pada Data Center.....	14
2.5 Framework Disaster Recovery Plan pada Data Center.....	15
.....	16
2.6 Next Generation Data Center.....	17
2.6.1 Konsolidasi Data Center.....	17
2.6.2 Virtualisasi Data Center.....	18
2.6.3 Otomatisasi Data Center.....	18
<i>ANALISIS DAN PERANCANGAN DATA CENTER</i>	19
3.1 Analisis Perancangan Business Continuanance Infrastructure.....	20
3.2 Pemilihan Lokasi.....	21
3.3 Evaluasi Struktur Bangunan.....	22
3.4 Ruang Pendukung.....	22
3.6 Sistem Listrik Data Center.....	24
3.6.1 Perencanaan Sistem Listrik Secara Umum.....	24
3.6.2 Pemilihan Power DC dan AC.....	26

3.6.3 Standby Power dan Sistem EPS.....	27
3.6.3 Pelabelan dan Dokumentasi.....	29
3.6.4 Instalasi dan Grounding.....	29
3.6.5 Testing dan Verifikasi.....	31
3.6.6 Masalah Umum Sistem Listrik.....	31
3.7 Sistem Pendingin Data Center.....	32
3.7.1 Tipe-tipe Konfigurasi Distribusi Udara.....	33
3.7.2 Pendefinisian Kebutuhan Sistem Pendingin.....	33
3.7.3 Perangkat Sistem Pendingin.....	33
3.7.4 Metode Pendinginan pada Data Center.....	36
3.7.5 Sistem Fire Suppression.....	38
3.7.6 Penempatan Perangkat pada Data Center untuk Menjaga Aliran Udara Dingin.....	40
3.7.7 Masalah Umum Sistem Pendingin Data Center.....	41
3.8 Sistem Pengkabelan.....	42
.....	42
3.8.1 Desain Topologi Sistem Pengkabelan Data Center.....	42
.....	43
3.8.2 Tipe Sistem Pengkabelan Data Center.....	44
3.8.3 Karakteristik Kabel.....	45
3.8.4 Kebutuhan Konektivitas Kabel dan Terminasi Kabel.....	45
3.8.5 Redundansi Jaringan.....	46
3.8.6 Pemasangan Struktur Kabel.....	47
3.8.7 Pelabelan Sistem Pengkabelan Terstruktur.....	47
3.8.8 Test dan Verifikasi Pengkabelan Terstruktur.....	48
3.8.9 Manajemen Kabel.....	48
3.8.10 Elemen Dasar Struktur Sistem Pengkabelan Data Center.....	48
3.8.11 Jalur Sistem Pengkabelan Data Center.....	49
3.8.12 Masalah Umum.....	49
3.9 Desain Layout Ruangan pada Data Center.....	51
3.9.1 Penentuan Grid Lantai.....	51

3.9.2 Penentuan Layout Ruangan untuk Komponen Fisik Data Center.....	51
3.9.3 Topologi Ruangan pada Data Center.....	54
3.10 Desain Infrastruktur Jaringan Data Center.....	57
Instalasi Overhead.....	57
Instalasi Raised-Floor.....	58
Masalah Umum Instalasi Overhead atau Raised-Floor.....	59
Kabinet dan Rak.....	59
IV. MANAJEMEN DATA CENTER.....	60
V. PENUTUP.....	62
DAFTAR PUSTAKA dan REFERENSI.....	vii
LAMPIRAN - CHECKLIST PERANGKATAN DATA CENTER.....	1
A. Pemilihan Lokasi.....	1
B. Ruang Pendukung.....	1
C. Sistem Listrik.....	2
Perencanaan Sistem Listrik Secara Umum.....	2
Checklist Kebutuhan Energi Listrik Data Center.....	4
D. Sistem Pendingin.....	11
Perkiraan Output Panas pada Perangkat Dingin Data Center.....	11
Sistem Fire Suppression.....	11
Best Practices Pengaturan Perangkat Pendingin.....	12
E. Sistem Pengkabelan.....	13
Jalur Pengkabelan.....	13
F. Pengaturan Layout Ruangan.....	16
G. Instalasi Raised-Floor.....	17
H. Pengaturan Kabinet/Rak.....	18

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1 Tier pada Data Center.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabel 2 Tipe Konfigurasi UPS.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabel 3 Karakteristik Sistem Grounding yang Efektif.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabel 4 Perangkat Pendingin Data Center.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabel 5 Metode Pendinginan Data Center.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabel 6 Perbandingan Direct-Connect Cabling dan Distributed Cabling.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabel 7 Perbandingan Jenis Terminasi Kabel Antara Copper Cabling Terminator dan Fiber Cabling Terminator.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabel 8 Pelabelan yang Mungkin untuk Setiap Kabel.....</i>	<i>47</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Servis Utama Data Center.....	12
Gambar 2	Stakeholder untuk solusi Data Center.....	12
Gambar 3	Siklus Testing Disaster Recovery Plan.....	15
Gambar 4	Virtualisasi storage ((a) sebelum dan (b) sesudah).....	17
Gambar 5	Ahiran Aktivitas dalam Perancangan Infrastruktur Data Center.....	20
Gambar 6	Ruang Pendukung.....	22
Gambar 7	Perencanaan Sistem Listrik pada Data Center.....	24
Gambar 8	Distribusi Kebutuhan Listrik dari PDU melalui circuit panel.....	25
Gambar 9	Tipe Konfigurasi UPS (a) Capacity (N) (b) Isolated redundant (c) Parallel redundant ($N+1$).....	28
Gambar 10	(a) EPO standar (kedalaman 6"-9") dan (b) EPO dengan kedalaman 2".....	29
Gambar 11	Contoh Data Center Grounding.....	30
Gambar 12	Ahiran Distribusi Udara.....	35
Gambar 13	Room Oriented Cooling System.....	37
Gambar 14	Row Oriented Cooling System.....	37
Gambar 15	Hot and Cold Aisle.....	40
Gambar 16	Topologi Pengkabelan pada Data Center.....	43
Gambar 17	Tipe Sistem Pengkabelan Data Center.....	44
Gambar 18	Pewarnaan pada Cable Jackets.....	48
Gambar 19	Peletakkan komponen pada grid santai (a) yang tidak tepat dan (b) yang tepat.....	51
Gambar 20	Penempatan Air Handler pada grid santai.....	52
Gambar 21	LAYOUT Umum Ruangan pada Data Center.....	53
Gambar 22	Topologi Tipikal Data Center.....	55
Gambar 23	Topologi Reduced Data Center.....	56
Gambar 24	Topologi Data Center Terdistribusi.....	57

DAFTAR ISTILAH

Istilah	Pengertian
AC	<i>Alternating current</i> (arus bolak-balik), arus listrik dimana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara bolak-balik. Berbeda dengan listrik arus searah dimana arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah dengan waktu.
cabinet	Kotak yang menyertakan peralatan-peralatan koneksi, terminasi, kabel, dan peralatan lain.
cross-connect	Fasilitas yang memungkinkan terminasi elemen-elemen kabel dan interkoneksinya.
cross-connection	Suatu skema koneksi antara kabel-kabel, subsistem, dan peralatan yang menggunakan <i>patch cords</i> atau <i>jumper</i> yang terpasang untuk menghubungkan perangkat keras pada masing-masing ujungnya.
data center	Suatu bangunan atau bagian dari bangunan yang fungsi utamanya untuk menempatkan ruang komputer dan ruang-ruang pendukungnya.
DC	<i>Direct current</i> (arus searah), aliran arus listrik yang konstan dari potensial tinggi ke potensial rendah.
entrance room atau space	Ruang tempat penggabungan inter atau intra fasilitas-fasilitas <i>backbones</i> bangunan.
equipment distribution area	Ruang komputer yang ditempati oleh rak-rak atau cabinet.
EPO system	Sistem yang digunakan untuk menurunkan arus bagi seperangkat perangkat elektronik atau keseluruhan instalasi dari satu titik dengan cara menekan <i>button</i> dari sistem tersebut.
horizontal cabling	Pengkabelan antara dan termasuk outlet telekomunikasi/konektor dan <i>horizontal cross-connect</i> .
horizontal cross-connect	Sebuah <i>cross-connect</i> dari <i>horizontal cabling</i> ke pengkabelan yang lain.
horizontal distribution area	Suatu wilayah dalam ruang computer tempat dimana <i>horizontal cross-connect</i> .
interconnection	Suatu skema koneksi yang menggunakan perangkat keras yang terkoneksi untuk koneksi langsung dari suatu kabel ke kabel yang lain tanpa <i>patch cord</i> atau <i>jumper</i> .
jumper	Sebuah pemasangan dari <i>twisted-pairs</i> tanpat konektor, digunakan untuk menggabungkan sirkuit/link telekomunikasi pada <i>cross-connect</i> .
link	Sebuah jalur transmisi antara dua titik, tidak termasuk peralatan terminal, <i>work area cables</i> , kabel-kabel peralatan
main cross-connect	Sebuah <i>cross-connect</i> untuk kabel <i>backbone</i> level pertama, <i>entrance cables</i> , dan kabel-kabel peralatan.
main distribution area	Suatu wilayah dalam ruang komputer tempat dimana <i>cross-connect</i> dilokasikan.
patch cord	Potongan dari kabel dengan <i>plug on</i> pada satu atau kedua ujungnya.
patch panel	Sistem koneksi perangkat keras yang memfasilitasi terminasi kabel dan administrasi pengkabelan menggunakan <i>patch cords</i> .
plenum	Bagian ruangan dimana satu atau lebih pipa udara dikoneksikan dan itu membentuk bagian dari sistem distribusi udara.
star topology	Sebuah topologi dimana kabel-kabel telekomunikasi didistribusikan pada titik tengah.
UPS	Perangkat yang menjaga keberlangsungan persediaan aliran listrik untuk seluruh komponen yang membutuhkannya dari sumber yang terpisah-pisah ketika tidak adanya utilitas power yang mengalir

<i>zone distribution area</i>	Suatu wilayah dalam ruang komputer dimana <i>zone outlet</i> atau sebuah titik konsolidasi ditempatkan.
<i>zone outlet</i>	Peralatan yang terkoneksi pada <i>zone distribution area</i> yang menterminasi <i>horizontal cable</i> memungkinkan koneksi <i>equipment cable</i> ke area distribusi.

I. PENDAHULUAN

2.1 Latar Belakang

Data center menjadi salah satu komponen penting dalam lingkungan bisnis yang ada saat ini. Sebagai inti dari layanan bisnis, *data center* diharapkan mampu memberikan pelayanan seoptimal mungkin, sekalipun dalam keadaan terjadinya suatu bencana sehingga bisnis dalam perusahaan tersebut tetap bertahan dan keuntungan bagi perusahaan akan terus mengalir. Berangkat dari peran *data center* yang begitu signifikan, kemudian dikaitkan dengan berbagai isu yang ada pada *data center* akhir-akhir ini, terutama masalah *Disaster Recovery Planning*, kajian mengenai *data center* menjadi salah satu topik menarik dalam lingkungan bisnis.

Berbagai *best practice* mengenai *data center* telah dikemukakan di beberapa jurnal atau artikel dan sudah cukup berhasil untuk diterapkan di perusahaan-perusahaan disesuaikan dengan kebutuhan. Selain itu adanya beberapa standar yang sudah disusun oleh organisasi seperti TIA-942 (*Telecommunication Industry Association*) membantu menciptakan suatu *data center* yang ideal bagi suatu perusahaan. Kajian *data center* kali ini akan mencoba memberikan gambaran global dan spesifik mengenai *data center* yang akan dikaitkan dengan *best practice* dan standar-standar yang tersedia sehingga menghasilkan suatu arahan yang jelas dari segi perancangan *data center* ideal.

2.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah dijelaskan maka dirumuskan masalah utama dalam kajian ini, yaitu bagaimana melakukan perancangan yang sesuai dengan kriteria *best practice* dan standar sebuah *data center* untuk aspek-aspek tertentu sehingga dapat menghasilkan suatu *data center* yang ideal bagi perusahaan.

2.3 Tujuan

Tujuan umum dari adanya kajian mengenai *data center* adalah memberikan pemahaman terhadap segala aspek yang ada di dalam *data center*. Sedangkan tujuan khusus yang ingin dicapai antara lain:

1. Memberikan petunjuk rancangan ideal suatu *data center* yang akan dibangun berdasarkan kriteria *best practice* dan standar yang ada.
2. Membantu evaluasi *data center* yang sudah dimiliki sebuah perusahaan sesuai dengan kriteria *best practice* yang telah dianalisis.

2.4 Ruang Lingkup dan Batasan

Kajian yang akan dilakukan merupakan kajian umum (berdasarkan lingkungan bisnis umum) yang kemudian akan didetailkan beberapa spesifikasi, sehingga dapat diterapkan untuk berbagai jenis perusahaan disesuaikan dengan proses/layanan bisnis yang dimiliki oleh perusahaan.

2.5 Metodologi

Dalam melakukan kajian terhadap *data center* ini digunakan metodologi sebagai berikut:

1. **Studi literatur**

Metode ini dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari berbagai literatur baik yang berupa buku (*textbook*), jurnal dan artikel ilmiah, maupun *website* yang berhubungan dengan *data center*. Pelaksanaan metodologi ini berlangsung terus hingga tahap perancangan telah selesai.

2. **Diskusi**

Metode ini melengkapi metode studi literatur untuk mengetahui sejauh mana pemahaman yang didapat dari hasil studi literatur dan menjadi ajang bertukar pikiran bagi seluruh pihak yang terlibat dalam kajian ini. Pelaksanaan ini melibatkan pembimbing dan seluruh karyawan yang ada.

3. **Analisis**

Analisis dilakukan terhadap berbagai kriteria perancangan *data center* meliputi seluruh aspek yang ada sehingga data ditentukan kriteria mana saja yang memang harus diimplementasikan dalam perancangan *data center*. Pelaksanaan analisis berbarengan dengan studi literatur yang dilakukan penulis.

4. **Pembuatan tabel checklist evaluasi / tabel petunjuk perancangan**

Pembuatan tabel *checklist* evaluasi/tabel petunjuk rancangan yang merupakan bagian dari tahap perancangan akan memanfaatkan hasil dari analisis.

II. LANDASAN KAJIAN PERANCANGAN DATA CENTER

2.1 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 catudaya, pengatur udara, pencegah bahaya kebakaran dan biasanya dilengkapi pula dengan sistem pengamanan fisik.

Servis utama yang secara umum diberikan oleh *data center* adalah sebagai berikut:

1. ***Business Continence 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 elektrik yang dibutuhkan, pengaturan infrastruktur jaringan yang *scalable*, pengaturan sistem pendingin dan *fire suppression*.

2. ***DC 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*, *firewalls*, *IDSs* dan *host IDSs*, fitur-fitur keamanan pada *Layer 2 (datalink 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 & correction*, dan mungkin juga menyediakan *congestion control* tambahan. Sedangkan *layer 5* menyediakan 11 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 *server farms* dan perangkat layanan, memungkinkan akses media, mendukung sentralisasi yang *reliable*, *loop-free*,

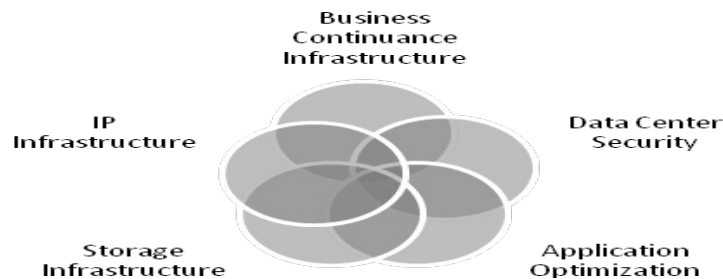
predictable, dan *scalable*. Sedangkan pada layer 3, isu yang terkait adalah memungkinkan *fast-convergence routed network* (seperti dukungan terhadap *default gateway*).

Kemudian juga tersedia layanan tambahan yang disebut *Intelligent Network Services*, meliputi fitur-fitur yang memungkinkan *application services 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*.

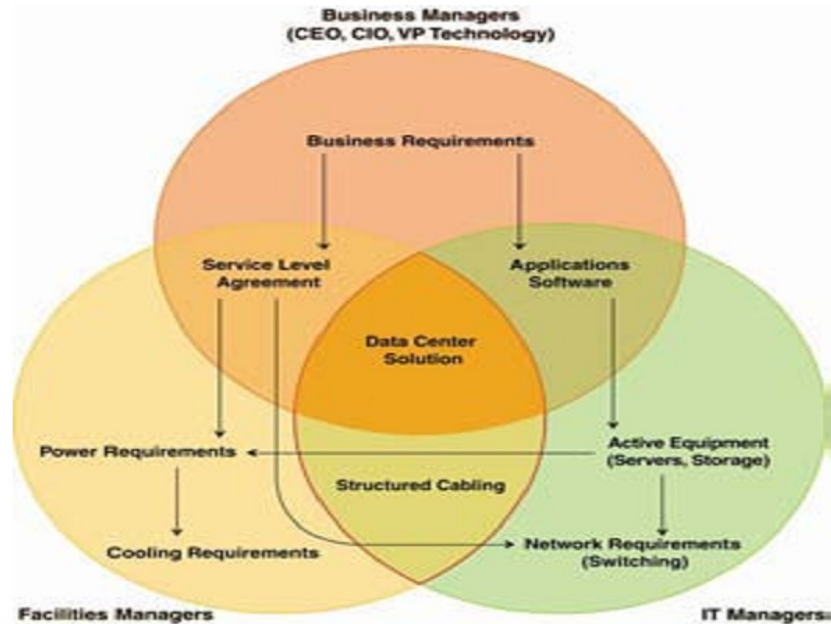
5. Media Penyimpanan

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

Gambar berikut menunjukkan servis utama yang disediakan oleh arsitektur *Data Center* yang saling berkaitan:



Gambar 1 Servis Utama *Data Center*



Gambar 2 *Stakeholder* untuk solusi *Data Center*

Berbagai pihak yang ikut terlibat dalam perencanaan dan pembangunan suatu data center, diantaranya adalah:

1. Arsitektur dan para *engineer*
2. Konsultan (konsultan teknologi dan konsultan bisnis)
3. *End user*
4. Perusahaan manufaktur/vendor terkait

2.2 Kriteria Perancangan Data Center

Dalam melakukan perancangan terhadap sebuah data center, harus diperhatikan kedua hal tersebut dengan tujuan mendapatkan data center sesuai dengan kriteria berikut:

- **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.

- **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.

- **Security**

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

2.3 Tier pada Data Center

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 *tiernya* menawarkan tingkat availabilitas yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan suatu *data center* menurut TIA 942 (*Telecommunication Industry Association*). Berikut diberikan tabel spesifikasi setiap *tier*:

Tabel 1 Tier pada Data Center

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 plan), namun masih rentan terhadap	Tidak rentan

			gangguan tidak terencana	
Keadaan power and cooling distribution	<i>Single path with no redundancy</i>	<i>Single path with redundant component (N+1)</i>	<i>Multiple power and cooling distribution path</i> tetapi hanya satu <i>path</i> yang aktif, termasuk komponen yang <i>redundant (N+1)</i>	<i>Multiple active power and cooling distribution path</i> termasuk komponen yang redundan (2(N+1), yaitu 2 UPS dengan setiap UPS memiliki redundansi N+1)
Ketersediaan raised floor, UPS, generator	Bisa ada maupun tidak	Harus punya <i>raised floor</i> , UPS dan generator	-	-
Waktu implementasi	3 bulan	3-6 bulan	15-20 bulan	15-20 bulan
Downtime tahunan	28.8 jam	22.0 jam	1.6 jam	0.4 jam
Cara untuk melakukan maintenance preventif	Harus di <i>shutdown</i> keseluruhan	Hanya untuk <i>power path</i> dan beberapa bagian lain dari infrastruktur yang memerlukan proses <i>shutdown</i>	Memiliki kapasitas tambahan dan distribusi yang cukup untuk menampung beban yang dipunyai sistem utama ketika sistem tersebut di <i>maintenance</i>	
Skala data center yang cocok dibangun	Kecil	Sedang	Besar (skala <i>enterprise</i>)	Skala <i>enterprise</i>

2.4 Disaster Recovery pada Data Center

Data center merupakan denyut nadi bisnis suatu perusahaan, bila suatu saat terjadi gangguan atau bencana alam yang tidak dapat diprediksi sebelumnya 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 semua *data center* adalah **manajemen bencana yang baik dan telah teruji** sehingga sewaktu-waktu hal tersebut terjadi tidak menimbulkan dampak yang terlalu merugikan perusahaan. Dibagi menjadi dua kategori besar, yaitu:

Business Continuity Plan (BCP): rencana yang fokus untuk mempertahankan kelangsungan fungsi bisnis saat gangguan terjadi dan sesudahnya.

Disaster Recovery Planning (DRP): 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.

Sejumlah *data center* yang ideal bagi perusahaan sudah seharusnya memiliki suatu *Disaster Recovery Center* sebagai *back-up* dari *data center* utama, dengan kriteria pembangunan suatu DRC adalah sebagai berikut: **Scalable, Configurability, Compatibility, Manageability, Availability, Reliability, Distributability, Serviceability, Stability dan Interoperability.**

Namun yang perlu diperhatikan adalah **batasan biaya**, bagi suatu perusahaan menyediakan suatu DRC dengan keadaan yang sama dengan *data center* utama (asumsi bahwa *data center* utama memenuhi kondisi ideal) merupakan hal yang cukup memberatkan. Oleh karenanya suatu DRC tidak akan memenuhi kondisi ideal sepenuhnya.



Gambar 3 Siklus Testing *Disaster Recovery Plan*

2.5 Framework *Disaster Recovery Plan* pada *Data Center*

Analisis Risiko
(*Risk Assessment*)
Aktor: unit IT

- Input : keadaan sistem komputer yang tersedia pada perusahaan
- Output 1: list kemungkinan resiko yang mengancam sistem normal beserta evaluasi waktu kemungkinan adanya pelayanan IT yang khusus
- Output 2: list ancaman yang menyebabkan sistem outage, beserta frekuensi ancaman
- Output 3: list tingkat (low, medium, high)
- Output 4: list probabilitas ancaman dan akibat dari adanya ancaman
- Total output: list komprehensif dari semua kemungkinan ancaman, dengan solusi dan biaya untuk masing-masing ancaman (draft DRP)
- Contoh: sebuah perusahaan memberi peringkat untuk gempa bumi sebagai ancaman medium dan menimbulkan dampak yang tinggi, sedangkan kegagalan perangkat karena putusnya sambungan energi memiliki tingkat probabilitas yang tinggi untuk terjadi serta dampak yang tinggi pula.

Penetapan Anggaran
Aktor: Unit IT dan unit bisnis

- Input: Draft DRP beserta MAOT dari keseluruhan komponen dalam sistem (berapa lama bisnis bertahan dan terus berjalan ketika ancaman terjadi pada sistem)
- Proses:
 - Deteksi awal kegiatan yang bisa dilakukan sebelum semua ancaman terjadi (tindakan preventif - kriteria *data center* ideal)
 - Hitung dampak biaya yang ditimbulkan akibat *downtime* terhadap suatu bisnis
 - Anggaran biasanya sekitar 2-15% dari anggaran IT.
 - Lesson learned : Emerson says, "dollars spent in prevention are worth more than dollars spent in recovery."

Pengembangan Rencana

- Input: Draft DRP dan draft anggaran
- Proses :
 - Mendetailkan DRP yang ada
 - Mendirikan tim *recovery* (dari staf IT) dan petakan kewajiban masing-masing anggota dalam tim, spesifikasikan siapa yang akan memperbaiki dan melakukan rekonstruksi
 - Menspesifikasikan proses *recovery* data secara detail termasuk prosedur komunikasi untuk reponden inisial
 - Membuat *outline* prioritas dari *recovery*, urutan mana yang harus dilakukan *recovery* terlebih dahulu?
 - Membuat checklist/prosedur tes untuk memverifikasi semua yang sudah *direcovery* ulang atau belum
 - Sistem *recovery* yang dibangun harus dites terlebih dahulu, dikonfigurasi, dan dites ulang selama 24 jam sebelum dilakukan launching.

Test, test dan test

- Lakukan test sesering mungkin (secara berkala) terhadap DRP yang sudah disusun untuk mengetahui segala kekurangan yang ada pada DRP yang telah disusun
- Lakukan perbaikan bila perlu untuk mendapatkan penilaian yang benar terhadap prosedur *recovery*.
- Melakukan perbaikan prosedur secara walk-through dan periodik dengan tim *recovery* yang akan meyakinkan bahwa setiap orang akan memahami peran masing-masing dalam tim.
- Memvalidasi bahwa semua yang dirancang berjalan sesuai rencana
- Lakukan record terhadap hasil tes untuk keperluan update DRP yang telah disusun.
- Suatu DRP yang ada akan selalu direexamine setiap tahunnya pada level yang cukup tinggi, karena seiring dengan bertambahnya aplikasi, hardware atau software pada jaringan, maka ke semua elemen tsb hrs diikutkan ke dalam rencana. Mencakup apakah masih memerlukan setiap bagian yang ada pada rencana? Apakah masih perlu ada yang ditambahkan? Bagaimana keadaan anggaran?

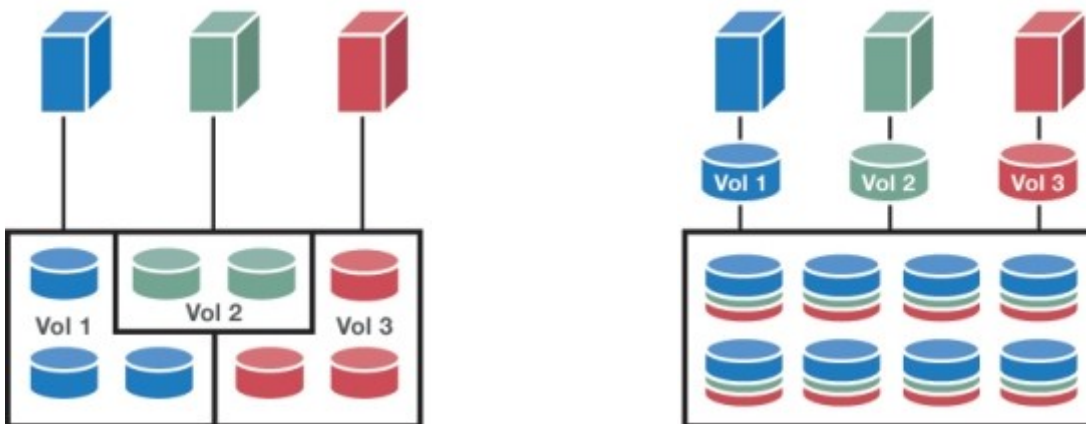
2.6 Next Generation Data Center

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:

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:

1. Konsolidasi, mengandung pengertian sentralisasi dan standarisasi 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



Gambar 4 Virtualisasi storage ((a) sebelum dan (b) sesudah)

2.6.1 Konsolidasi Data Center

Konsolidasi dapat dilakukan terhadap bagian *front-end* dari suatu jaringan data dan penyimpanan *back-end* dari infrastruktur jaringan. Tujuan konsolidasi adalah mencapai suatu efisiensi yang jauh lebih besar dari segi administratif dan meningkatkan utilisasi serta ke depannya akan meningkatkan ROI dan

menurunkan biaya kepemilikan cabang-cabang *data center* yang ada. Konsolidasi meliputi *server*, *storage*, dan SAN ataupun *data center* secara keseluruhan.

2.6.2 Virtualisasi Data Center

Virtualisasi dapat meningkatkan produktifitas, utilisasi dan ketahanan bisnis serta keamanan yang lebih baik dan manajemen yang lebih mudah, dengan memisahkan lingkungan aplikasi dari beberapa *constraints* perangkat keras khusus. Melalui virtualisasi *computing*, *network* dan *storage* dapat dialokasikan sesuai dengan kebutuhan organisasi.

2.6.3 Otomatisasi Data Center

Otomatisasi mengatur *data center* sebagai suatu kesatuan sistem yang kohesif dengan memfasilitasi ketersediaan suatu *resource* ketika ada bagian lain yang sedang melakukan aksi penyelesaian masalah atau memudahkan perbaikan terhadap ancaman keamanan.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN DATA CENTER

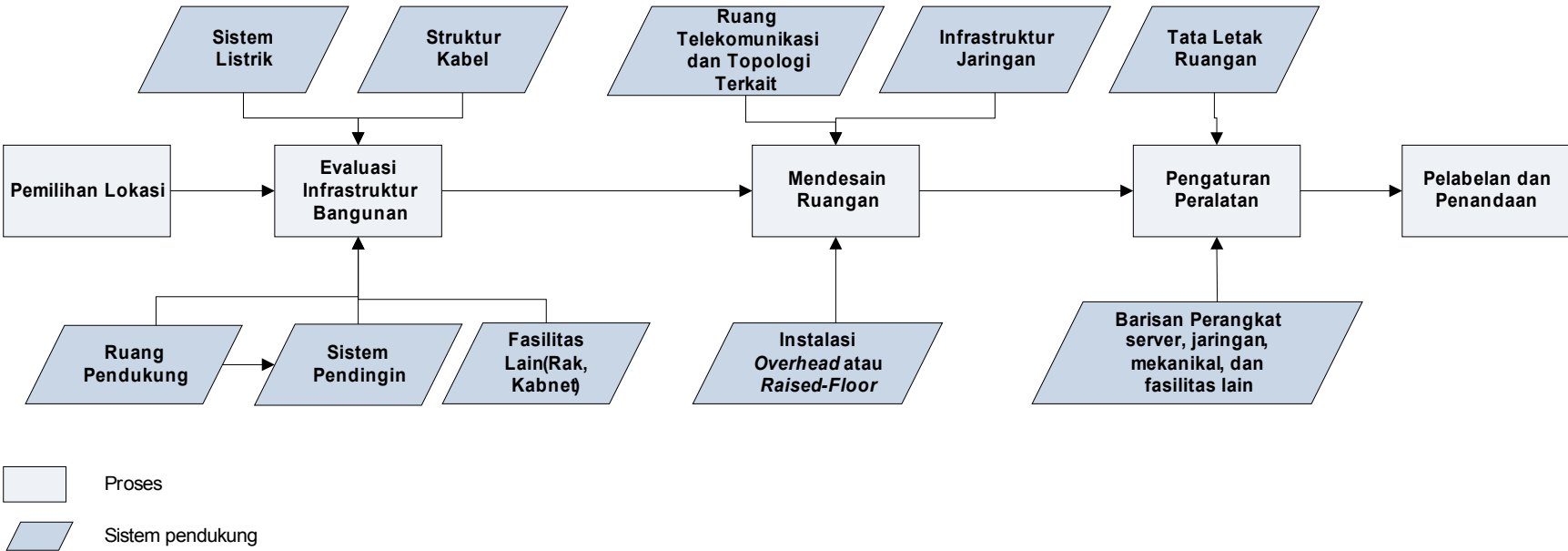
Berdasarkan servis utama sebuah *data center* dalam penjelasan diatas, maka dalam analisis kali ini akan dijelaskan mengenai bagaimana merancang *data center* yang ideal dengan cara mendetailkan kriteria *best practice* dan standar-standar yang ada untuk beberapa aspek.

Berikut langkah-langkah yang dilakukan untuk merancang sebuah *data center* yang ideal dilakukan sebagai berikut:

1. Memperkirakan kebutuhan perangkat jaringan dan telekomunikasi, kebutuhan *power* dan kebutuhan *cooling* untuk *data center* pada kapasitas yang semaksimal mungkin. Antisipasi juga pertumbuhan kebutuhan yang mungkin dengan rasio yang sesuai (kebijakan perusahaan dipadukan dengan pertumbuhan kebutuhan yang disebutkan pada standar).
2. Menentukan kebutuhan ruangan untuk setiap kebutuhan pada nomor 1.
3. Memperkirakan aspek-aspek yang terkait dengan kebutuhan utama diatas seperti keamanan setiap perangkat, *grounding* pada sistem listrik, perlindungan elektrik, dan kebutuhan fasilitas lain berdasarkan pada arsitek dan *engineer*. Menyediakan kebutuhan untuk pusat operasional, *loading dock*, ruang penyimpanan, area staging, dan area pendukung lainnya. Koordinasikan rencana DC sebelumnya.
4. Menentukan layout ruangan yang ada termasuk penempatan ruang utama dan ruang masuk.

3.1 Analisis Perancangan Business Continuity Infrastructure

Berdasarkan landasan kajian yang ada maka akan diberikan pemaparan mengenai data center ideal untuk setiap aspek yang ada di data center kemudian akan diturunkan menjadi *guideline* perancangan *data center* untuk dalam bentuk tabel kriteria.



Gambar 5 Aliran Aktivitas dalam Perancangan Infrastruktur Data Center

3.2 Pemilihan Lokasi

Lokasi merupakan faktor terpenting dalam perancangan *data center*. Sebuah lokasi *data center* yang ideal adalah lokasi yang menawarkan berbagai kualitas seperti berikut :

1. Perlindungan dari bahaya.
2. Akses yang mudah.
3. Fitur-fitur yang mengakomodasi pertumbuhan dan perubahan dimasa depan.
4. Opsi untuk pemulihan dari bencana (*Disaster Recovery Option*).
5. Mendukung *key desain strategies* (*robust*, modular, fleksibel, dan standar).
6. Memperhatikan masalah *latency network*.
7. Aspek untuk *redundancy*.

Langkah pertama ketika mengevaluasi lahan kosong yang cocok untuk *data center* adalah penentuan bagaimana lahan tersebut dipetakan (***zoning***). *Zoning* mengontrol apakah *data center* diijinkan untuk dibangun disana. Hal ini berkaitan dengan peraturan pemerintah untuk penggunaan lahan dan juga aspek keamanan *data center* itu sendiri. Harus diperhatikan juga lokasi yang berada disekitar area *data center*, apakah berupa perumahan, kawasan industri, perkantoran, atau lahan pertanian. Sehingga bisa mengantisipasi dari awal kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi dimasa depan.

Zoning masih harus tetap dilakukan, walaupun membangun *data center* pada bangunan yang sudah ada sebelumnya. Selain itu, juga harus memperhatikan kode-kode bangunan, kontrol standar bangunan, dan peraturan pemerintah yang lain menyangkut properti dalam bangunan.

Selain itu, lokasi *data center* yang dipilih hendaknya terhindar dari resiko-resiko seperti berikut ini:

1. Bencana alam
Bencana alam yang sering terjadi adalah seperti: gempa bumi, banjir, kebakaran, tanah longsor, dll. Walaupun itu diluar kekuasaan kita, tetap saja diperlukan upaya-upaya untuk meminimalisir kemungkinan tersebut.
2. Polusi
Polusi yang berlebihan berupa partikel asap dari kebakaran, pabrik, pestisida, dan lain-lain, dapat merusak server dan peralatan-peralatan Data Center lainnya.
3. Interfensi elektromagnetik

Interferensi elektromagnetik dapat ditimbulkan dari sinyal telekomunikasi, bandara, dan kereta api listrik. Interferensi yang berlebihan dapat mengganggu server dan peralatan jaringan.

4. Getaran

Getaran yang cukup besar dapat terjadi didekat rel kereta api, bandara, kawasan industri, konstruksi jalan, dll.

5. Suasana politik

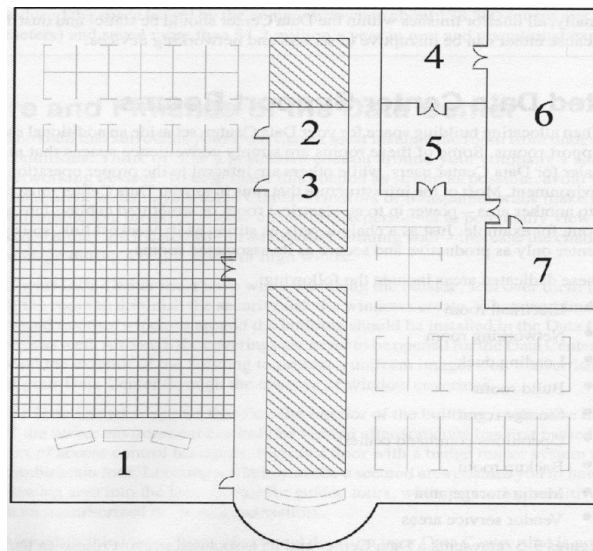
Suasana politik harus benar-benar diperhitungkan, karena kejadiannya sangat tidak bisa untuk ditebak dan disebabkan oleh faktor manusia.

3.3 Evaluasi Struktur Bangunan

Setelah ditentukan lokasi yang tepat untuk *data center*, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah identifikasi infrastruktur untuk *data center* dari berbagai aspek, meliputi ruang pendukung yang dimiliki *data center*, sistem listrik, struktur kabel.

3.4 Ruang Pendukung

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



Gambar 6 Ruang Pendukung

1. **Ruang Listrik** (area 7), dipisahkan dari ruang server untuk menghindari interferensi elektromagnetik.
2. **Ruang Jaringan** (area 3), merupakan area terpusat tempat dimana semua struktur kabel data berakhir.

3. **Loading Dock** (area 6), merupakan tempat untuk menerima peralatan yang baru datang untuk *data center*.
4. **Build Room/Staging Area** (area 5), merupakan tempat *administrator* atau *network engineer* untuk membangun dan mengkonfigurasi peralatan yang akan digunakan bagi *data center*, menyimpan peralatan sementara sampai proses konfigurasi suatu peralatan tersebut selesai.
5. **Ruang Penyimpanan (storage room)** (area 4), digunakan sebagai penyimpanan peralatan untuk jangka waktu yang lebih lama. Sehingga tidak mengambil ruangan di dalam ruang *data center*.
6. **Operations Command Center (control room)** (area 1), tempat dimana karyawan memonitor server *data center*.
7. **Backup Room** (area 2), ruang kerja bagi personil pendukung seperti vendor yang melakukan *backup* dan memonitor server di *data center*.
8. **Media Storage Area** (area 2), untuk menyimpan *magnetic, optical*, atau media lain yang digunakan untuk melakukan *backup* dari *server* dalam *data center*.
9. **Vendor Service Areas**, ruangan khusus bagi vendor dalam melakukan sejumlah pekerjaan yang signifikan dalam *data center*, sebaiknya disediakan ruangan khusus untuk mereka, sehingga mereka tidak terlalu lama berada dalam ruang *data center*.

Pada ruang-ruang pendukung ini harus diperhatikan bagian yang menjadi penyekat antar ruangan. Sekat ruangan bisa dibuat permanen atau tidak asalkan bisa menutup rapat ruangan dari ruang komputer. Hal ini dimaksudkan agar sistem pendingin ruangan dapat bekerja maksimal.

3.6 Sistem Listrik Data Center

Kebutuhan energi sebuah *data center* didapat dari sistem listrik yang dalam hal ini disediakan oleh PLN. Kebutuhan akan listrik pun akan terus bertambah seiring bertambahnya energi yang dibutuhkan oleh *data center*. Ada 4 pertimbangan umum yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah kebutuhan energi yang terus bertambah pada *data center*, yaitu:

1. Membuat **sistem energi** (sistem energi dapat berupa sistem listrik, sistem pembangkit energi lainnya) yang **modular** sehingga dapat dengan mudah beradaptasi dengan pertumbuhan atau perubahan kebutuhan energi.
2. **Pre-engineered**, terapkan solusi identifikasi energi yang standar sehingga meminimalkan perencanaan dan perenkayasaan yang akan dilakukan sendiri guna mempercepat pembangunan dan pengimplementasian pada *data center*.
3. Memilih **sistem energi** dengan fitur **mistake-proofing** dan **sedikit titik kegagalan** yang dapat meningkatkan availabilitas.
4. Menerapkan **sistem manajemen energi** yang menyediakan visibilitas dan pengontrolan energi pada berbagai level.

Sistem listrik untuk sebuah *data center* merupakan sumber energi utama sampai saat ini (baik untuk operasional utama dan *back-up*). Oleh karenanya perancangan sistem listrik harus se-robust mungkin untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik *data center* dan ketika sewaktu-waktu dapat terjadi gangguan listrik yang telah atau tidak diprediksi sebelumnya, hal tersebut perlu diantisipasi. Pada bagian selanjutnya akan diberikan tabel *guideline* penyusunan sistem listrik yang ideal untuk *data center*.

3.6.1 Perencanaan Sistem Listrik Secara Umum



Tujuan dari pembuatan sistem energi yang menggunakan modular, sesuai dengan standar, *hot swappable*, dan terbukti handal dapat mengurangi MTTR (*Mean Time to Recover*). Perencanaan komponen listrik secara umum dijelaskan sebagai berikut:

1. Pendefinisian Kebutuhan Energi Listrik dan Pendistribusiannya

Kebutuhan energi listrik dihitung untuk setiap ruangan yang berbeda-beda (biasanya dikategorikan berdasarkan fungsionalitas ruangan). Misalkan pada ruangan server, dihitung jumlah lokasi kabinet server di ruangan tersebut kemudian menghitung sumber energi

Gambar 7 Perencanaan Sistem Listrik pada Data Center – Sistem Listrik

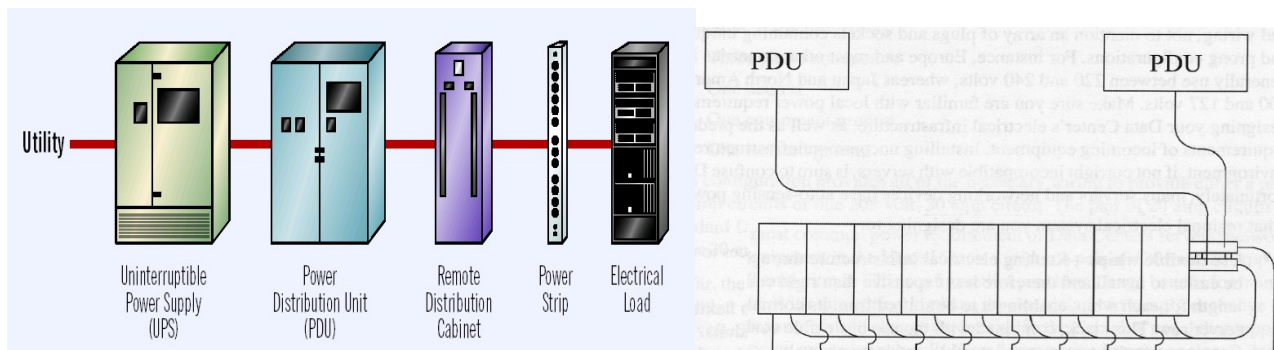
maksimum yang dibutuhkan agar keseluruhan server tersebut dapat beroperasi (apabila server tersebut hidup semua dalam keadaan normal). Formula dasarnya adalah:

$$\text{(jumlah tegangan dalam volts * satuan arus listrik (amps))/1000 = kilovolt amps (kva)}$$

Untuk lebih akurat maka dapat dilakukan perhitungan untuk penambahan kebutuhan listrik untuk mengatasi keadaan kritikal atau saat terjadi penambahan server. Selain server, maka kebutuhan energi lain yang akan dilihat adalah perangkat jaringan, *air handler*, *overhead light*, *badge access reader*, dan perangkat yang membutuhkan energi listrik untuk beroperasi.

Setelah jelas berapa energi listrik keseluruhan yang diperlukan, maka langkah selanjutnya adalah merancang pendistribusian energi listrik ke seluruh perangkat. Ada dua cara untuk mendistribusikan energi listrik dalam ruang *data center*, yaitu:

- a. **Distribusi secara langsung dari PDU ke setiap lokasi kabinet**, dipandang lebih fleksibel melalui saluran kabel yang tersedia karena tidak melalui perantara apapun. Namun untuk *data center* yang berkapasitas besar hal ini tidak mungkin dilakukan karena akan tidak efisien dari segi pengkabelan.
- b. **Distribusi melalui *panel circuit***, dari PDU akan menuju ke *panel circuit* kemudian dari tempat tersebut akan didistribusikan ke masing-masing lokasi kabinet. Jauh lebih efisien dari segi pengkabelan karena untuk jarak yang jauh antara lokasi kabinet server dengan PDU, hanya membutuhkan satu kabel yang panjang, baru kemudian dari panel sirkuit disalurkan ke masing-masing kabinet server dengan kabel yang berjarak pendek.



Gambar 8 Distribusi Kebutuhan Listrik dari PDU melalui *circuit panel*

Untuk mencapai tingkat reliabilitas yang tinggi maka saluran listrik ke lokasi kabinet server dijalankan dari sumber yang berbeda sehingga perubahan terhadap komponen-komponen listrik, pengkabelan, dan alternatif terminasi didasarkan pada kebutuhan energi secara lokal, tegangan yang biasa dipakai berapa, namun tetap perhatikan desain yang baik untuk sistem listrik keseluruhan (kolaborasi dari modul-modul listrik yang ada). Kemudian perhatikan juga mengenai reduksi kebutuhan energi didalam ruangan, misalnya setiap kabinet server akan memiliki dua *power strip* dan akan ada *receptable* yang berbeda juga disetiap server. Pendefinisian kebutuhan listrik juga memasukkan perkiraan tambahan kebutuhan di masa mendatang. Pada bagian perancangan diberikan *checklist* kebutuhan listrik yang dapat dikustomisasi.

2. Pendefinisian Perangkat Listrik yang Dibutuhkan

Setelah melakukan pendefinisian kebutuhan listrik maka langkah selanjutnya adalah menentukan perangkat listrik apa saja yang akan dipakai dengan memanfaatkan hasil kebutuhan listrik total. Perencanaan perangkat listrik yang dibutuhkan melihat ke-4 pertimbangan umum yang dijelaskan sebelumnya. Sertakan pendefinisian perangkat keamanan untuk sistem listrik dari mulai pengamanan fisik sampai non-fisik, contoh sistem pengamanan untuk sistem listrik antara lain adalah sistem EPO (*Emergency Power Off*).

3. Implementasi Perangkat Listrik pada *Data Center*

Implementasi sebaiknya dilakukan secara paralel, karena sistem listrik telah dirancang secara modular, sehingga akan lebih cepat dan mudah. Implementasi akan meliputi seluruh perangkat listrik dan pengkabelan yang digunakan termasuk juga implementasi perangkat keamanan listrik, pelabelan dan dokumentasi, serta redundansi dari sistem listrik. Redundansi sistem listrik mengandung konsep $n+1$, dimana n adalah jumlah sistem atau item yang diperlukan untuk menjaga kelangsungan operasional spesifik, yang berarti bahwa kegagalan terhadap sistem tunggal dapat ditolerir.

4. *Maintenance*

Tahap implementasi bukan akhir dari pembangunan sistem listrik pada *data center*, siklus selanjutnya adalah *maintenance* terhadap sistem listrik yang sudah dibuat. Siklus akan berputar terus ketika ada perubahan atau penambahan baru.

Ketentuan-ketentuan perencanaan sistem listrik *data center* diberikan dalam bentuk tabel *checklist* pada bagian perancangan.

3.6.2 Pemilihan Power DC dan AC

Distribusi power pada data center untuk perangkat IT pada data center atau ruang jaringan dapat menggunakan **power AC atau DC**. Namun pada implementasinya, penggunaan distribusi power didominasi oleh AC. Power AC didistribusikan pada tegangan lokal **120V, 208V, atau 230V** sedangkan untuk power DC didistribusikan pada standar tegangan telekomunikasi sebesar **480V**. Sehingga beberapa kelompok perangkat seperti *internet hosting site* (tempat terpasangnya perangkat telekomunikasi) pada *data center* memakai power DC (setidaknya hanya 10% dari kebutuhan keseluruhan yang menggunakan DC), namun untuk kelompok perangkat lainnya menggunakan power AC. Pertimbangan pemilihan antara AC dan DC mencakup ditampilkan dalam tabel berikut:

Kriteria	AC	DC
Efisiensi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efisiensi sistem UPS AC sekitar 88%-93%. ▪ Melewati beberapa tahapan konversi pada tegangan yang lebih tinggi dan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efisiensi instalasi DC power berkisar dari 88%-93%. ▪ Menghilangkan beberapa tahapan konversi yang dapat menghilangkan

	<p>mengurangi arus dimana membuat efisiensi dari semikonduktor menjadi lebih tinggi</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tegangan AC harus ditransformasikan untuk tegangan tinggi misalnya dari 480V ke 230V sehingga kehilangan energi listrik yang diderita akan lebih besar. 	<p>sebagian energi yang dibawa (hal ini terjadi pada pembangkitan UPS, distribusi power, dan utilisasi dari energi perangkat) namun DC menjadi tidak efisien dibandingkan AC untuk perangkat IT karena beroperasi pada tegangan rendah dan arus yang tinggi.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ DC dapat langsung berjalan pada tegangan 480V. ▪ Untuk menghasilkan <i>power</i> yang sama dengan AC maka distribusi tegangan DC membutuhkan sekitar 4X arus yang digunakan untuk distribusi AC, kemudian juga distribusi DC membutuhkan 16X tembaga AC.
Biaya	Biaya untuk instalasi power DC lebih rendah dari AC untuk sistem UPS dengan perkiraan sekitar 20-30%. Namun, ada tambahan <i>engineering</i> yang harus dilakukan serta biaya distribusi akan meningkatkan biaya implementasi power DC secara keseluruhan.	
Kompatibilitas	Perangkat telekomunikasi berbasis packet-switched seperti <i>server, storage, routers</i> . Kemudian AC juga diperuntukkan bagi kebanyakan perangkat lainnya yang membutuhkan listrik seperti monitor, storage NAS atau PC	Perangkat telekomunikasi berbasis circuit-switched seperti <i>voice switches</i> untuk kabel tembaga
Realibilitas	Perbandingan realibilitas antara DC dan AC sangat bergantung pada asumsi independen yang dibuat untuk masing-masing s	

3.6.3 Standby Power dan Sistem EPO

Standby Power

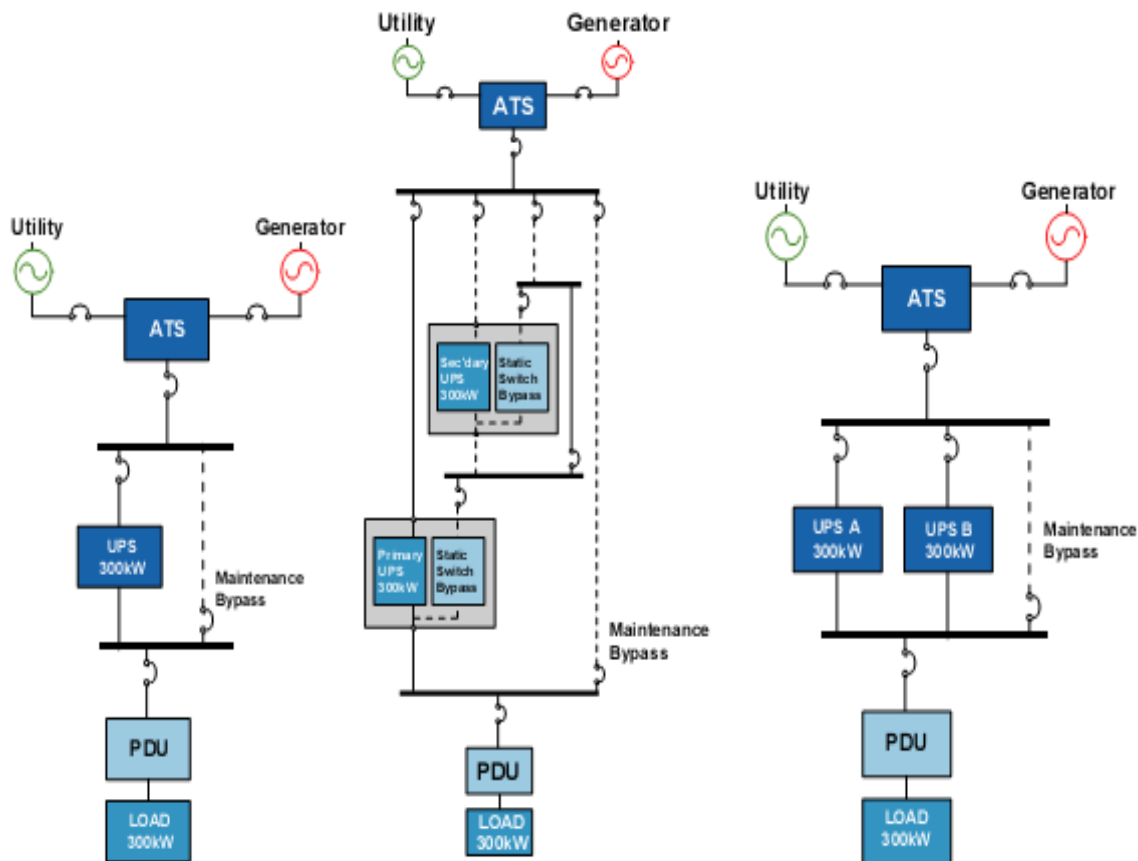
Sistem listrik yang berperan sebagai *standby power* pada DC merupakan sumber tenaga *back-up*-an ketika sistem listrik utama mengalami kegagalan. *Standby power* yang dibuat mempertimbangkan 3 aspek yaitu **redundansi**, **kesederhanaan**, dan **biaya**. Berbagai perangkat terkait dengan *standby power* pada data center antara lain adalah:

1. Baterai

2. Generator
3. Lampu penanda (*monitoring lights*)
4. UPS (*Capacity, Isolated redundant, parallel redundant (N+1), distributed redundant, system-plus-system/ 2N, 2N+1*), konfigurasi UPS berdasarkan biaya dan availabilitasnya dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Tipe Konfigurasi UPS

UPS Configuration	Availability Ranking	“Tier” Classification*
Capacity (N)	1 = Lowest	Tier I
Isolated redundant	2	Tier II
Parallel redundant (N+1)	3	
Distributed redundant	4	Tier III
System-plus-system (2N, 2N+1)	5 = Highest	Tier IV

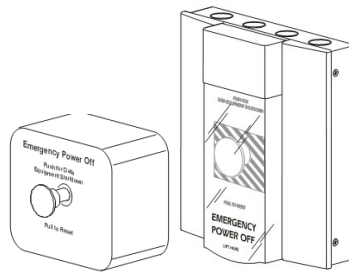


Gambar 9 Tipe Konfigurasi UPS (a) *Capacity(N)* (b) *Isolated redundant* (c) *Parallel redundant(N+1)*

Seberapa lama infrastruktur *standby power* dapat menyokong beban listrik suatu *data center* dinamakan *run time*, dan prinsip utama yang dipegang untuk menentukan *run time* suatu lingkungan server *data center* adalah dengan asumsi bahwa keseluruhan ruangan akan berada dalam keadaan maksimum (penjelasan detail dapat dilihat pada bagian perancangan *data center*).

Sistem EPO

EPO adalah mekanisme keamanan yang bertujuan untuk menurunkan power sekumpulan perangkat listrik atau keseluruhan ruangan pada keadaan darurat, untuk melindungi personel dan fasilitas lainnya. Situasi yang memungkinkan terjadinya aktivasi EPO adalah kebakaran atau banjir. Sistem EPO pada *data center* adalah sebuah subsistem yang diharapkan tidak pernah digunakan, subsistem yang dikhususkan untuk menangani semua redundansi dan *fault tolerance* yang dibangun pada *network-critical physical infrastructure* (NCPI). Operasi EPO adalah penyebab utama terjadinya *shutdown* secara keseluruhan, oleh karenanya desain untuk sistem EPO harus mencegah segala kemungkinan terjadinya tindakan yang tidak disengaja. Contoh sistem EPO yang umum dipasang antara lain diberikan pada gambar berikut:



Gambar 10 (a) EPO standar (kedalaman 6"-9") dan (b) EPO dengan kedalaman 2"

3.6.3 Pelabelan dan Dokumentasi

Sistem listrik pada DC tanpa pelabelan dan dokumentasi yang baik akan dapat membahayakan *user* DC karena kabel-kabel pada DC bisa saja bertegangan sangat tinggi. Oleh karenanya, maka diterapkan sistem pelabelan dan dokumentasi yang baik untuk sebuah DC. Kriteria yang harus dipenuhi untuk pelabelan dan dokumentasi adalah **jelas, konsisten, tidak ada yang ambigu** dan **up-to-date**. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada bagian perancangan.

3.6.4 Instalasi dan *Grounding*

Instalasi: tata cara pemasangan jaringan kelistrikan dengan memenuhi standar baku PLN (dalam hal ini diameter kabel, jenis kabel, dll).

Instalasi kabel ke tiap catuan daya harus terdiri dari 3 (tiga kabel):

1. *Phasa* (tegangan AC)
2. *Netral* (*ground* dari PLN)
3. *Ground* (kabel yang ada di lokasi meteran PLN)

Instalasi listrik yang baik dapat menghindarkan kemungkinan fatal yang mungkin terjadi terhadap rusaknya peralatan atau bahkan jiwa manusia apabila terjadi hubungan singkat pada salah satu peralatan.

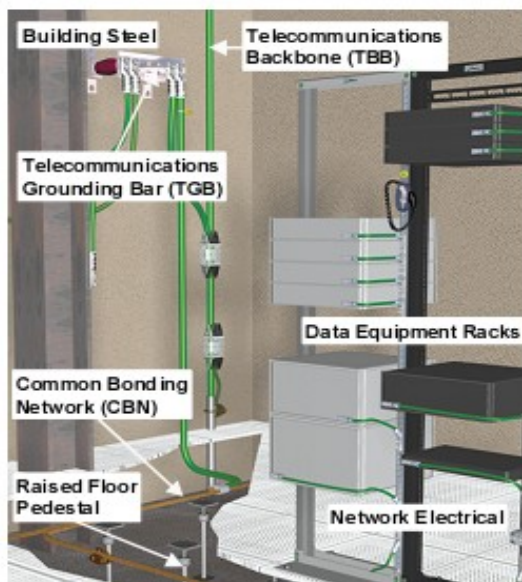
Yang dimaksud dengan **grounding** sendiri adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik, petir, arus listrik yang tidak diinginkan yang dapat membahayakan perangkat server, jaringan dan perangkat lainnya. Standar *grounding* untuk *data center* tercantum dalam beberapa dokumen antara lain: **TIA-942**, **J-STD-607-A-2002** dan **IEEE Std 1100 (IEEE Emerald Book)**, **IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment**.

Tujuan utama dari adanya *grounding* adalah menciptakan jalur yang *low-impedance* terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*, dimana gelombang listrik dan *transient voltage* tersebut akan dialirkan ke tanah untuk meredamnya. Penerangan, arus listrik, *circuit switching* dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik atau *transient voltage*. Sistem *grounding* yang efektif akan meminimalkan efek tersebut. Karakteristik sistem *grounding* yang efektif dapat diturunkan sebagai berikut:

Tabel 3 Karakteristik Sistem *Grounding* yang Efektif

Karakteristik	Keterangan
Intentional	Semua koneksi yang terdapat pada data center harus merupakan koneksi yang sudah direncanakan sebelumnya dengan kaidah-kaidah tertentu.
Visually verifiable	Sistem <i>grounding</i> yang dibuat haruslah dapat diverifikasi secara langsung
Sesuai dengan ukuran	TIA-942 menyediakan <i>guideline</i> untuk setiap komponen pada <i>data center</i> .
Mengalihkan semua gangguan listrik yang diakibatkan oleh arus listrik berbahaya dari perangkat	Semua komponen metal harus ditahan/diikat oleh <i>sistem grounding</i> , dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

Gambaran *grounding* pada suatu *data center* sebagai berikut:



Gambar 11 Contoh *Data Center Grounding*

Isu yang paling penting terkait dengan kelangsungan listrik antara lain adalah **susunan rak dan kabinet**, **perlindungan electrostatic discharge (ESD)**, dan **susunan grounding, server, dan power strip**, dimana akan diterangkan lebih detail pada poin-poin yang ada pada tabel bagian perancangan sistem *grounding*.

Signal Reference Grid merupakan sistem *grounding* kedua pada *data center*. Gridnya juga dibuat dari tembaga, yang secara khusus dapat meredam frekuensi yang tinggi. Jika ingin mengimplementasikannya maka

hubungkan *signal reference grid* dari tempat pejalan kaki pada *data center* dan pada setiap PDU serta *air handler*.

3.6.5 Testing dan Verifikasi

Testing dilakukan untuk setiap komponen secara individu dan kolaborasi seluruh komponen yang ada (sistem *standby generator*, sistem UPS, dan *automatic transfer switch*). **Tes minimum** yang harus dilakukan adalah **tes dengan skenario kegagalan utilitas perangkat**, apakah mampu dilakukan restorasi ke *power* normal. Khusus untuk pengetesan komponen individual harus dilakukan pada sistem yang redundan, untuk menghindari hilangnya/rusaknya beberapa informasi penting ketika terjadi *downtime*. Sistem ditest dengan menggunakan beban tertentu yang biasanya disimpan dalam tempat yang disebut *load banks*. Beberapa jenis tes yang harus dilakukan untuk memverifikasi kekurangan dan memperbaikinya serta memastikan bahwa sistem dalam keadaan baik, dapat dilihat pada bagian perancangan.

3.6.6 Masalah Umum Sistem Elektrik

Masalah umum yang sering terjadi pada sistem elektrik di data center adalah pemasangan sistem listrik yang salah dan tidak umum antara lain ketiadaan *labeling* dan dokumentasi, kemudian sistem pengawasan tidak berjalan dengan baik atau adanya ketidaklengkapan pemasangan infrastruktur listrik sehingga dapat mengakibatkan tidak berfungsinya sistem listrik.

Sistem elektrik yang dimiliki oleh *data center* menimbulkan suatu masalah bagi lingkungan karena konsumsi listrik bagi sebuah *data center* sangatlah banyak dan berdampak pada emisi CO₂. Hingga tahun 2020 kontribusi emisi CO₂ akan meningkat hingga 4 kali lipat seiring dengan meningkatnya konsumsi listrik untuk menghidupi *data center* yang berkembang secara signifikan (McKinsey & Co). Untuk mengatasi hal ini maka diadakannya suatu program yang diberi nama **Corporate Average Data Efficiency (CADE)** yang merupakan efisiensi penggunaan *data center* khususnya untuk perusahaan-perusahaan besar. Proses efisiensi ini sangat beragam, mulai dari penggunaan *software* virtualisasi hingga perangkat pengendali proses pendinginan yang terintegrasi. Selain itu penggunaan alternatif sumber energi juga mulai dipertimbangkan untuk menuju *Green Data Center*, misalnya menggunakan tenaga matahari (*solar energy*).

3.7 Sistem Pendingin *Data Center*



Gambar Atas: Koridor Dingin

Gambar Samping: Koridor Panas



Sistem pendingin pada *data center* dibuat untuk menjaga kestabilan temperatur yang cocok untuk *data center*. Keadaan temperatur dan kelembapan yang harus dijaga di dalam *data center*:

- Temperatur kering: **20°C - 25°C (68°F-77°F)**, dengan rata-rata keadaan temperatur normal diset menjadi **22°C±1°C**.
- Kelembapan relatif: **40%-50%**, dengan titik normal berada pada **45%±5%**.
- Titik embun maksimum: **21°C (69.8°F)**
- Perubahan maksimum yang boleh terjadi dari batas suhu sekarang adalah sebesar **5°C(9°F)** per jam.

Desain sistem pendingin harus terencana dengan baik agar aliran udara dari perangkat pendingin mengalir dengan arah parallel ke barisan kabinet/rak. Kriteria umum desain sistem pendingin pada *data center* yang harus dipenuhi, adalah sebagai berikut:

- Memiliki skalabilitas dan adaptabilitas yang sangat baik
- Sudah terstandarisasi
- Sederhana namun cerdas
- Manajemen yang baik

3.7.1 Tipe-tipe Konfigurasi Distribusi Udara

Yang perlu diperhatikan dalam mendesain sistem pendingin adalah jalur yang jelas dari sumber pendingin ke server/perangkat pada *data center*. Ada 3 jenis aliran distribusi udara yang terjadi, yaitu: ***flooded***, ***locally ducted***, dan ***fully ducted***. **APC White Paper 55, “Air Distribution Architecture Options for Mission Critical Facilities”** memberikan gambaran mengenai ke-9 metode aliran udara disertai *trade-off* untuk masing-masing aliran.

3.7.2 Pendefinisian Kebutuhan Sistem Pendingin

Menentukan kebutuhan sistem pendingin yang dibutuhkan untuk sebuah *data center* diperlukan input berupa jumlah panas yang dihasilkan dari perlengkapan IT dan sumber panas lainnya di *data center*. Pengukuran kebutuhan menggunakan standar watts. Kemudian setelah *output* panas didefinisikan maka pertimbangan-pertimbangan berikut harus diperhatikan:

1. Ukuran beban pendingin dari perangkat (termasuk perangkat penghasil energi)
2. Ukuran beban pendingin untuk gedung
3. Sistem pendingin harus dapat mengantisipasi efek humidifikasi, redundansi bila diperlukan, dan untuk kebutuhan masa mendatang

3.7.3 Perangkat Sistem Pendingin

Kegiatan pengaturan temperatur dan sirkulasi udara yang dikenal sebagai **HVAC (*heating, ventilation, air conditioning*)**, bertujuan untuk menjaga agar temperatur tetap dalam keadaan rendah dan konstan

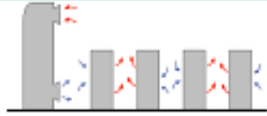
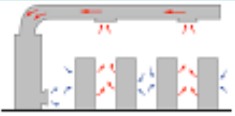
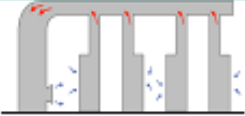
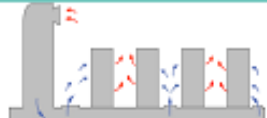
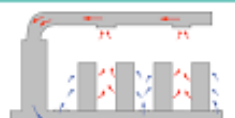
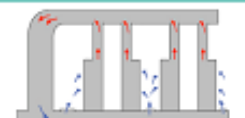
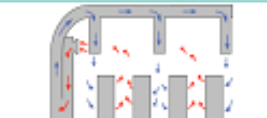
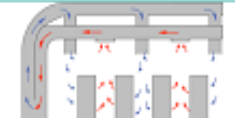

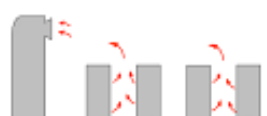
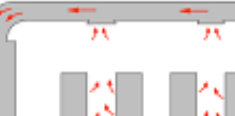
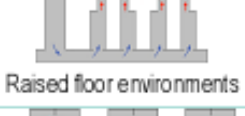
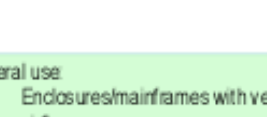
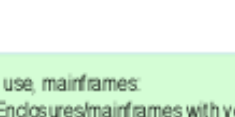
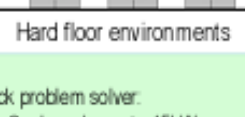
serta menyebarkan titik-titik panas yang dibuat oleh suatu kelompok perangkat yang dalam hal ini terletak di *data center*. Temperatur yang rendah sangat diperlukan untuk efisiensi operasi server dan perangkat jaringan untuk menghindarkan dari fluktuasi.

Sistem pendingin pada *data center* pada prinsipnya adalah sistem aliran udara *dingin*, yang terbagi menjadi tiga perangkat utama yaitu **air handler**, **chiller**, dan **menara pendingin**. Selain itu, juga ada perangkat pendingin tambahan

Tabel 4 Perangkat Pendingin *Data Center*

Perangkat Pendingin Data Center	Fungsi dan Keterangan Lainnya
Perangkat Utama	
Air handler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk mensirkulasikan udara di dalam <i>data center</i>. ▪ <i>Air handler</i> diinstall baik di dalam <i>data center</i> atau di koridor yang berdekatan dengan menghubungkannya dengan saluran khusus yang memungkinkan terjadinya pertukaran udara. ▪ <i>Air handler</i> harus mempunyai sistem filter untuk menangkap debu atau polutan lainnya untuk meningkatkan kualitas udara <i>data center</i>.
Chiller	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berfungsi untuk menyimpan kumparan dalam <i>air handler</i> agar tetap dingin. Terdiri dari tiga komponen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaporator (mengubah bahan pendingin cair menjadi gas dan mendinginkan air yang bersirkulasi dari dan ke <i>air handler</i>) ○ Kompresor (mengubahnya menjadi tekanan tinggi) ○ Kondenser (mengubah uap menjadi cairan kembali, menghilangkan panas dan mengembalikannya menjadi cairan dingin ke evaporator). ▪ Chiller diletakkan di luar ruangan <i>data center</i> (dapat diletakkan pada di lantai atau di atas atap).
Menara pendingin	Berfungsi untuk mendinginkan <i>chiller</i> .
House Air	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dipakai untuk <i>data center</i> yang hanya memiliki sedikit kabinet server, dapat digunakan <i>air</i>

	<p><i>conditioner</i> yang biasa dipakai pada gedung.</p> <ul style="list-style-type: none"> Adanya pengesetan penyediaan sistem pendingin melalui waktu secara otomatis.
Makeup Air	<ul style="list-style-type: none"> Didapat dari luar, untuk proses di dalam <i>chiller</i> Pastikan tidak ada kebocoran untuk pipa penyaluran <i>makeup air</i> ke dalam <i>chiller</i>

	Flooded Return	Locally Ducted Return	Fully Ducted Return
Flooded Supply	 <ul style="list-style-type: none"> Small LAN rooms <40kW: Cools racks to 3kW Simple installation Low cost 	 <ul style="list-style-type: none"> General use Cools racks to 3kW No raised floor needed Low cost/lease of install 	 <ul style="list-style-type: none"> Hot rack problem solver: Cools racks to 8kW No raised floor needed Increased CRAC efficiencies
Locally Ducted Supply	 <p>Raised floor environment</p>	 <p>Raised floor environment</p>	 <p>Raised floor environment</p>
	 <p>Hard floor environment</p>	 <p>Hard floor environment</p>	 <p>Hard floor environment</p>
Fully Ducted Supply			 <p>Raised floor environments</p>
			 <p>Hard floor environments</p>
	<ul style="list-style-type: none"> General use Enclosures/mainframes with vertical airflow Raised floor with poor static pressure 	<ul style="list-style-type: none"> General use, mainframes: Enclosures/mainframes with vertical airflow Raised floor with poor static pressure 	<ul style="list-style-type: none"> Hot rack problem solver: Cools racks up to 15kW Specialized installation

Gambar 12 Aliran Distribusi Udara

Hal lain yang harus diperhatikan adalah:

- Kebutuhan sistem pendingin

Terkait dengan redundansi untuk perangkat pendingin, redundansi yang dapat dilakukan terkait dengan sistem pendingin adalah memasang lebih dari satu *air handler*, kemudian juga sediakan menara pendingin tambahan untuk setiap *chiller*. Selain itu, persediaan air yang dibutuhkan untuk menciptakan udara dingin harus diamankan secara ekstra antara lain dengan membangun kontainer penyimpan air dan lakukan konfigurasi infrastruktur pendingin dan *fire suppression*.

▪ Tekanan Udara

Tekanan udara pada *data center* harus dijaga pada level tertentu yang disebut sebagai tekanan statis. DC didesain untuk memiliki tekanan antara 0.2-0.5 in. wc. Untuk menjaga agar tekanan udara tetap stabil maka periksa seluruh ruangan apakah telah tertutup dengan baik dan yakin bahwa tidak ada lubang sedikit pun. Jangan letakkan perforated tile dekat-dekat dengan DC *air handler*, karena kebanyakan *handler* membutuhkan buffer sekitar 36-42 in (91.4-106.7 cm).

▪ Kelembapan

Kelembapan sendiri merupakan konsentrasi uap air di udara, yang penting untuk dijaga terkait dengan sistem HVAC *data center* adalah kelembapan relatif dalam ruangan *data center*. Kelembapan relatif adalah persentase perbandingan dari jumlah uap air yang ada di udara dengan jumlah uap air di udara kering. Perangkat server dan jaringan dapat berfungsi pada rentang level kelembapan yang cukup panjang yaitu sekitar 20%-80%. Menjaga kelembapan relative dalam keadaan normal berfungsi untuk mencegah terjadinya karatan pada beberapa perangkat di *data center* karena penguapan (kelembapan tinggi) atau mencegah munculnya elektrostatis pada beberapa perangkat metal (kelembapan yang rendah). Cara yang dilakukan adalah melengkapi AH dengan kemampuan *humidification* atau melalui penggunaan unit-unit *humidification* yang terpisah dari AH. Kelembapan relatif yang memungkinkan untuk suatu ruangan *data center* adalah sekitar 45%-55%, yaitu level kelembapan relative normal sebesar 50% dengan tingkat sensitivitas sekitar 10%, yang memungkinkan variasi pada level kelembapan sehingga komponen infrastruktur tidak konstan berada level tersebut.

3.7.4 Metode Pendinginan pada Data Center

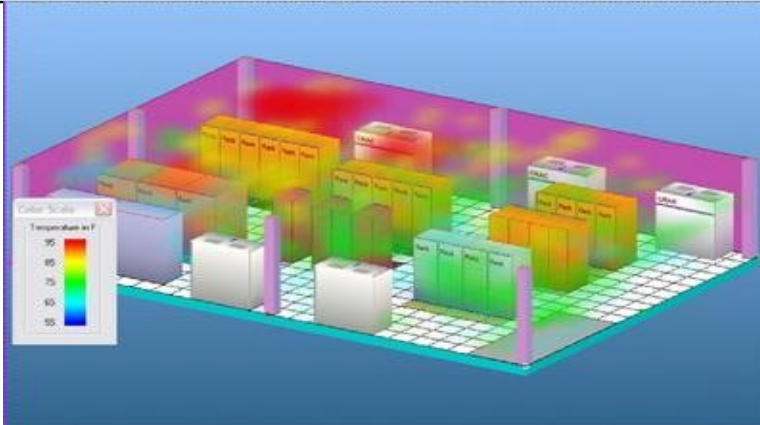
Sumber : Blog Go Green Data Center oleh Iwan Setyawan

Diberikan beberapa metode pendinginan data center yang umum digunakan, yaitu:

Tabel 5 Metode Pendinginan Data Center

Room Oriented Cooling System	Row Oriented Cooling System	Rack Oriented Cooling System
Mendinginkan seluruh ruangan data center menggunakan CRAC/PAC yang disebar di pinggir-pinggir ruangan data center	Membuat jalur udara panas dan jalur udara dingin (hot aisle dan cold aisle)	CRAC/PAC tidak lagi disebar di sisi-sisi ruang datacenter tapi sudah disebar di barisan rack servernya

Room Oriented Cooling System

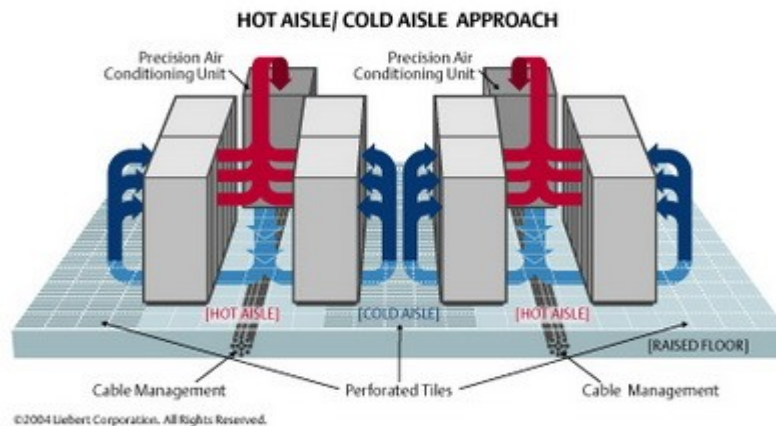


Menunjukkan daerah yang perangkat sedikit lebih dingin dan daerah yang lebih padat perangkatnya lebih panas. Akibatnya udara yang hangat bisa kembali masuk ke dalam server

Gambar 13 *Room Oriented Cooling System*

- Masih konvensional dan kurang efektif karena udara panas dan udara dingin bercampur serta *flow* udara dingin yang dibutuhkan oleh perangkat kurang tepat, yaitu beberapa area bisa sangat dingin, beberapa area lainnya temperaturnya tinggi.
- Menimbulkan udara hangat akibat bertemunya udara panas dan dingin berdampak pada meningkatnya proses kondensasi sehingga humiditinya jadi lebih lembab.
- Lebih rumit jika ada keperluan penambahan kapasitas di posisi tertentu, analisa redudansinya juga lebih kompleks, jika salah perhitungan, apabila salah satu CRAC/PAC mati perangkat IT di ruang datacenter bisa overheat.
- Secara anggaran, sering *oversizing* karena performansi sistem sulit diprediksi dan tidak efektifnya penggunaan udara dingin yang keluar dari CRAC/PAC ke perangkat IT.

Row Oriented Cooling System



Gambar 14 *Row Oriented Cooling System*

- Udara dingin disalurkan di *cold aisle* (bagian depan rack server), kemudian dihisap oleh server untuk menurunkan panas di dalam server dan udara panasnya dibuang ke belakang rack server kemudian udara panas naik ke atas lalu di hisap oleh CRAC/PAC di tepi2 ruang datacenter.
- Posisi CRAC/PAC berada pada jalur *hot aisle* agar udara panas yang naik bisa dihisap oleh CRAC/PAC tanpa bercampur dengan udara dingin dulu. Dengan cara ini lebih efisien karena udara yang dihisap server untuk mendinginkan suhu processor di dalam ruang server adalah udara dingin yang tidak tercampur udara panas.
- Penggunaan CRAC/PAC di setiap baris ini bisa dibidang modular karena bisa menggunakan CRAC/PAC yang kapasitasnya lebih kecil dan cukup untuk mendinginkan 2 baris rack server saja.

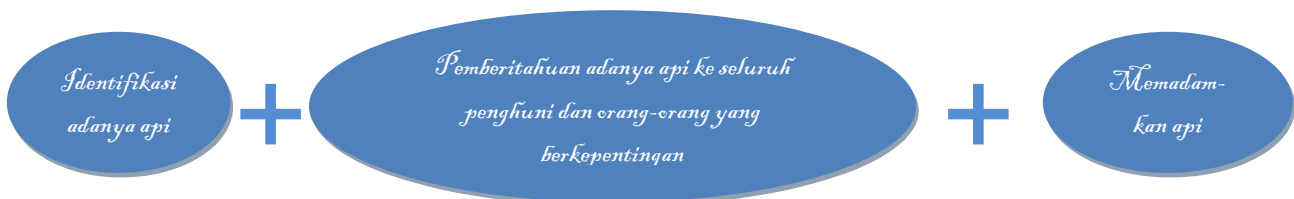
Rack Oriented Cooling System



- *Tingkat efisiensi paling tinggi*
- *CRAC/PAC sudah tersebar di barisan rack servernya, di dalam barisan rack-rack server ini di sisipkan cooling system yang mendinginkan udara panas di belakang server dan menghembuskan ke sisi depan server*
- *Menutup jalur udara panas (hot containment aisle) agar tidak bercampur dengan jalur udara dingin, semua udara panas di dalam hot containment ini akan didinginkan oleh CRAC yang ada di samping rack server.*

3.7.5 Sistem Fire Suppression

Solusi perlindungan *data center* dari api mempunyai tiga tujuan utama, yaitu:



Pasang sistem *fire suppression* yang komprehensif di *data center* untuk mencegah terjadinya api atau menanggulangi api yang sudah terlanjur muncul. Khusus untuk *data center* menggunakan ***gaseous***



suppressant yang tidak akan melukai server. Material *suppression* yang umum adalah Inergen dan Argonite, dua jenis gas mulia; FM-200 dan HFC-227 (dibuat dari heptafluoropropane); dan FE13 atau HFC-23 (yang menyerap panas dari api). Namun harus disesuaikan untuk izin penggunaan bahan-bahan tersebut dengan regulasi pemerintah yang ada di suatu negara. Lengkapi dengan instalasi sistem penyemprot air (*sprinkler*). Suplai air akan dikirimkan ke dalam ruangan melalui rute pipa yang telah dibuat. Peletakkan *fire suppression tank* yang tepat adalah pada area yang jarang orang berlalu lalang namun mudah untuk ditemukan.

Secara umum, sistem *fire suppression* terdiri atas elemen-elemen sebagai berikut:

1. Deteksi panas yang linier (kabel sensor panas), ditempatkan sepanjang tray wire dan jalur elektrik baik di atas maupun di bawah raised-floor. Alarm pada sensor dibunyikan pada sistem kontrol bukan untuk memicu bekerjanya sistem *fire suppression*
2. Deteksi tipe spot secara intelligent
3. Deteksi asap
4. Portabel fire extinguisher
5. Agen pembersih sistem fire suppression
6. Pull station, perangkat sinyal, dan sistem kontrol

Dari lima kelas *handheld extinguisher*, yang paling tepat untuk dipasang pada *data center* adalah *handheld extinguisher* tipe C (untuk kebakaran yang diakibatkan oleh sistem listrik). Material CO₂ dan *halogenated* adalah material *suppression* yang dipilih karena meninggalkan sedikit sisa ketika sudah tidak digunakan lagi.

Komponen minimum *fire suppression* yang harus digunakan pada *data center* sederhana sekalipun adalah sebuah sistem *sprinkler* biasa (yang bertindak sebagai *pre-action sprinkler*) dengan *clean-agent fire extinguishers* yang cocok. Kemudian meningkat kepada level yang lebih tinggi, maka sistem *fire suppression* yang lebih canggih akan meliputi *air sampling smoke detection systems*, *pre-action sprinkler systems*, dan *clean agent suppression systems*.

Sistem peringatan proteksi dini sangat penting untuk menghindari kerusakan dan kehilangan yang dapat terjadi selama status kebakaran belum benar-benar terjadi (atau awal terjadinya kebakaran), karena kerusakan peralatan yang signifikan dapat semata-mata terjadi karena asap atau pembakaran produk-produk lain menyerang peralatan elektronik. Contoh sebuah sistem peringatan proteksi dini adalah *air sampling smoke detection systems* yang menyediakan proteksi level lain untuk ruang computer dan fasilitas-fasilitas pintu masuk terkait, ruang mekanik, dan ruang listrik. Sistem itu juga disediakan sebagai

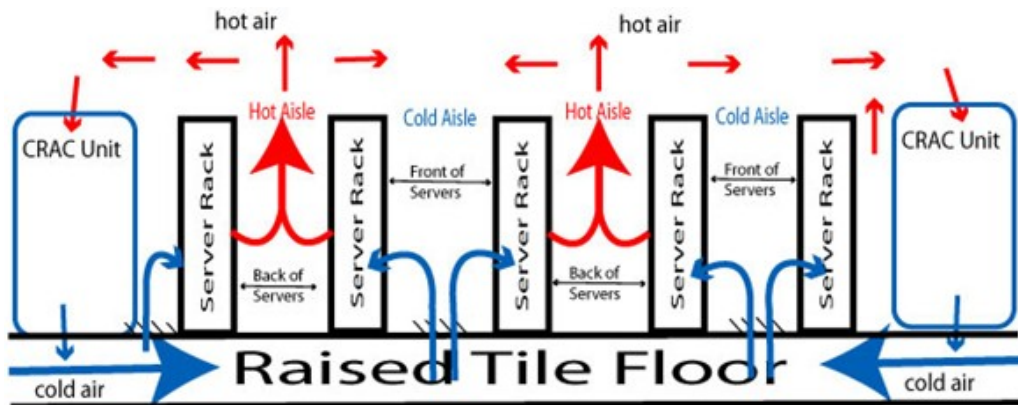
pengganti *smoke detectors* biasa, karena kesensitifannya dan kapabilitas deteksinya jauh melampaui detektor konvensional.

3.7.6 Penempatan Perangkat pada *Data Center* untuk Menjaga Aliran Udara Dingin

Penempatan perangkat pada *data center* akan mempengaruhi aliran udara yang terjadi pada *data center*, kemudian perancangannya akan terkait dengan *layout* ruangan yang sudah ditetapkan, susunan kabinet, dan perangkat dingin apa saja yang ada. Pengaturan *layout* ruangan dan penempatan berbagai perangkat di *data center* dapat mengoptimalkan fungsi sistem pendingin pada *data center* bahkan hingga tipe lantai yang digunakan ataupun tipe kabinet yang akan di-*deploy*. Kunci utama untuk mengurangi panas adalah menyebarkan udara di sekitar ruangan.

Hot spot merupakan hal yang harus dihilangkan pada *data center* agar aliran udara dingin tersebar merata di seluruh ruangan *data center*. Oleh karenanya, harus didesain dengan sumber panas yang terjadi di lokasi-lokasi yang telah diprediksi, sehingga proses pendinginan dapat langsung diarahkan ke titik tersebut. Hal ini disebut sebagai *hot and cold aisle*. Ketentuan lebih lanjut dapat dilihat pada bagian *checklist* perancangan. Untuk menciptakannya, dilakukan langkah sebagai berikut:

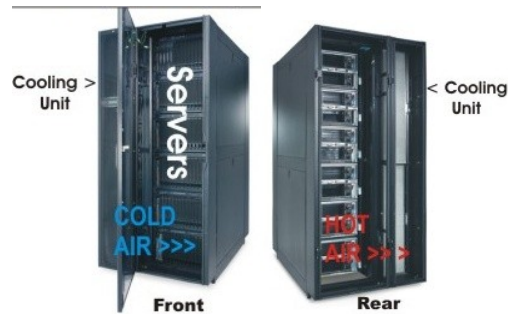
1. Letakkan barisan server berurutan dengan arah berhadapan-hadapan (*back of server* dan *front of server*).
2. Pasang perforated floor tile di depan setiap lokasi kabinet server.
3. Pasang saluran pada atap yang dimulai dengan pemasangan lubang angin diatas *aisle* dibelakang setiap barisan server dan menghubungkan kembali ke lubang air handler.



Gambar 15 Hot and Cold Aisle

Desain kabinet server yang dapat meningkatkan aliran udara dingin pada ruangan data center antara lain adalah kabinet dengan dinding tebal pada kedua sisinya. Digunakan pada hubungan dengan perangkat mengeluarkan panas pada bagian belakang, membantu membuat saluran pembuangan ke hot aisles.

Ada lagi *liquid-cooled cabinet*, prinsip kerjanya sama dengan peran air handler pada data center. Keuntungannya adalah kabinet dispesifikkan untuk mendinginkan sumber panas yang ada didekatnya bukan mengatur aliran udara yang terjadi di luar kabinet server.



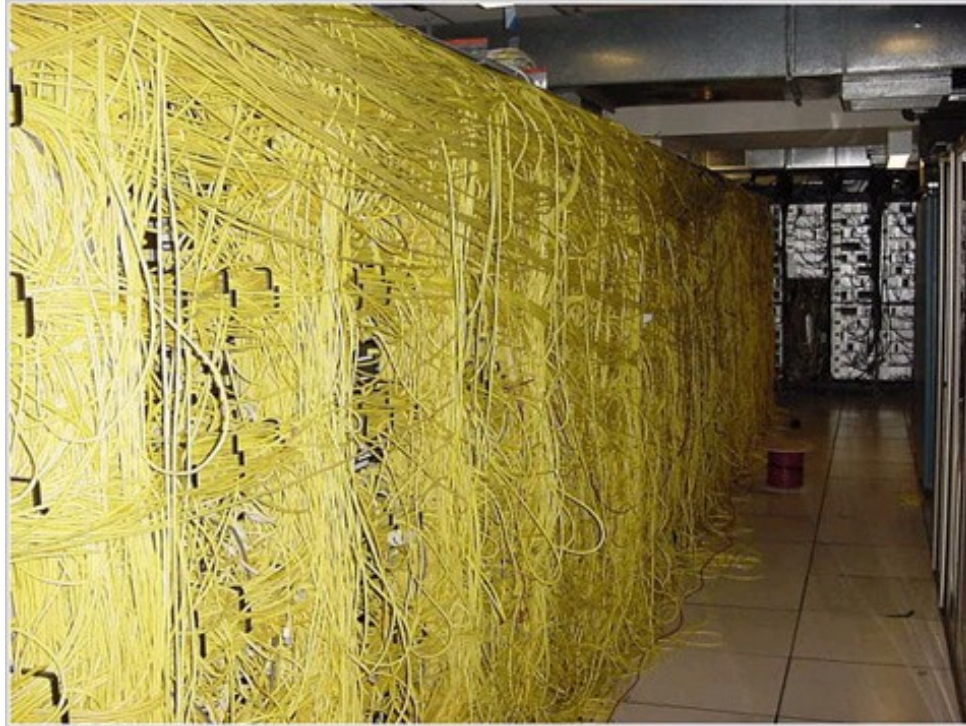
Diharapkan dengan menerapkan *practice* yang ada, maka *data center* dapat tetap beroperasi dengan optimal pada beban puncak sekalipun.

3.7.7 Masalah Umum Sistem Pendingin *Data Center*

Ada beberapa hal yang harus dihindari selama konstruksi ruangan server terkait dengan sistem pendingin ruangan.

1. Mengabaikan pemasangan *perforated tile* (dipasang dengan tidak teratur)
2. *Pipa chilled water* terkadang tidak terisolasi dengan baik, sehingga kemungkinan besar terjadi kebocoran.

3.8 Sistem Pengkabelan



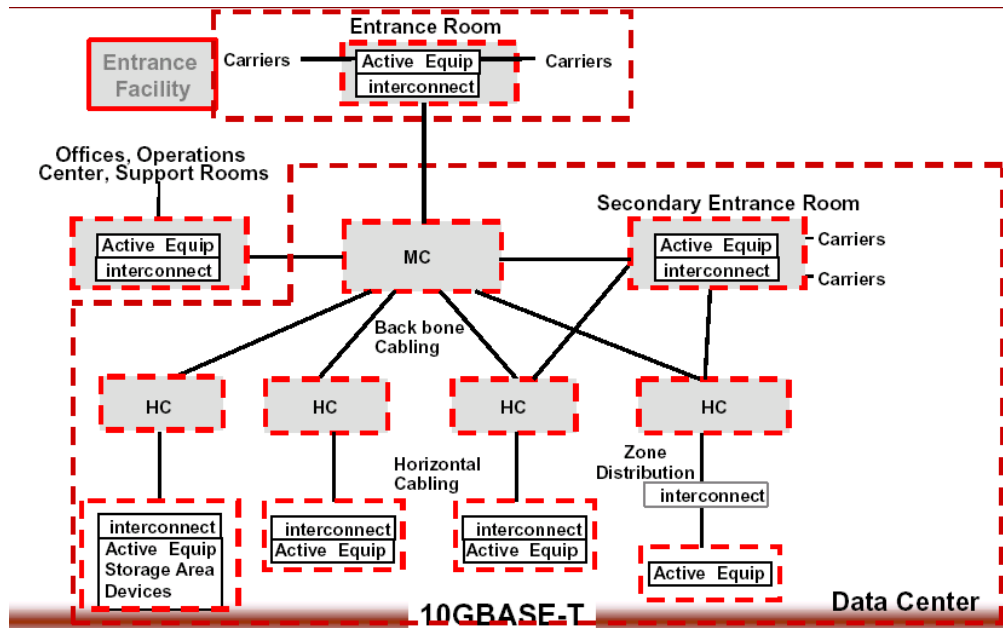
Cabling Disaster

3.8.1 Desain Topologi Sistem Pengkabelan Data Center

Elemen dasar dari struktur sistem pengkabelan pada data center adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengkabelan horizontal (*horizontal cabling*)
2. Sistem pengkabelan *backbone* (*backbone cabling*)
3. Cross-connect pada pintu masuk (*entrance room*) atau (*main distribution area*)
4. *Main cross-connect* (MC) pada area distribusi utama (*main distribution area*)
5. *Horizontal cross-connect* (MC) pada ruang telekomunikasi, HDA atau MDA.
6. *Zone outlet* atau konsolidasi titik pada *zone distribution area*
7. Outlet pada area distribusi perangkat (*equipment distribution area*)

Gambar dibawah ini merepresentasikan berbagai elemen fungsional yang terhubung dengan sistem pengkabelan pada *data center*.



Gambar 16 Topologi Pengkabelan pada Data Center

Sistem pengkabelan dalam data center menjadi salah satu hal yang paling rumit untuk merancang. Sistem pengkabelan mengambil peran dalam komunikasi antar item di dalam *data center* atau ke dunia luar. Kriteria sistem pengkabelan yang baik antara lain adalah

1. **“Overwhelming”** (“berlimpah”) dan **well-structured** dalam artian yang mampu menyediakan konektivitas yang luas (*wide channel-capacity*) dan terstruktur dengan baik (sesuai dengan ketentuan).
2. **Sederhana**, yang berarti struktur pengkabelan yang dibuat tidak rumit sehingga memudahkan relokasi atau *maintenance*.
3. **Scalable** dan **fleksibel**, dapat mengakomodasi kebutuhan mendatang dan perubahan yang terjadi, serta keragaman dari aplikasi *user* (servis yang dimiliki *data center*).

Namun adanya batasan seperti ruangan yang cukup terbatas dan kehadiran server-server yang akan terus *online* membuat rancangan sistem pengkabelan untuk data center harus benar-benar diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang optimal agar nanti ketika ada perubahan tidak akan mengganggu operasional data center *online*. Sistem pengkabelan juga berpengaruh terhadap *usability* dari *data center* dari segi **pemilihan media kabel**, **berapa koneksi yang disediakan**, dan **bagaimana terminasi kabel yang diatur**. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penyusunan sistem pengkabelan pada *data center*, yaitu:

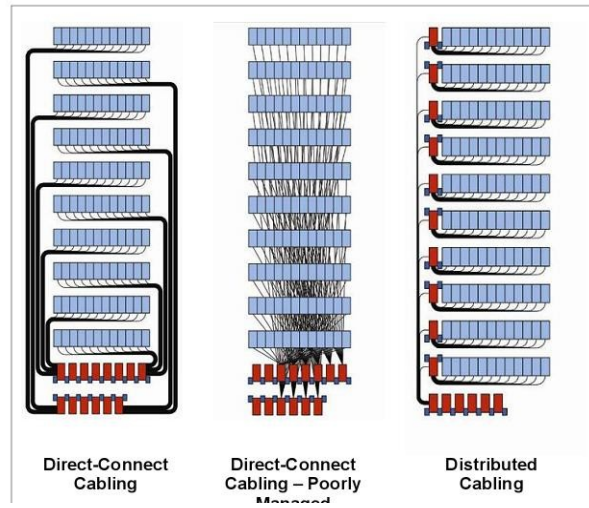
1. Bangun seluruh sistem pengkabelan yang terstruktur di awal konstruksi *data center*
2. Sebisa mungkin gunakan kabel yang pendek, terkait dengan layout perangkat pada *data center*
3. Pilih media kabel yang tepat untuk koneksi tertentu
4. Populasi penghuni (ukuran wilayah atau jumlah fasilitas yang ada wilayah tersebut)

5. Rekomendasi atau spesifikasi vendor perangkat

3.8.2 Tipe Sistem Pengkabelan Data Center

Ada dua jenis pendekatan sistem pengkabelan yang umum ada pada *data center*. Sistem pengkabelan pada jaringan dimulai dari pembangunan suatu barisan untuk menempatkan perangkat jaringan utama pada lingkungan server atau dikenal dengan nama barisan jaringan (*network row/ room distributor/special distribution framework/home row/ main street/ network hub*).

Kemudian dari barisan jaringan ini akan dibangun suatu sistem pengkabelan terstruktur untuk menjalankan barisan server. Perbandingan kedua pendekatan dalam sistem pengkabelan diberikan pada tabel berikut:



Gambar 17 Tipe Sistem Pengkabelan Data Center

Tabel 6 Perbandingan Direct-Connect Cabling dan Distributed Cabling

Direct-Connect Cabling	Distributed Cabling
Mengarahkan langsung kabel terstruktur ke setiap server yang ada di lokasi kabinet	Melalui <i>network substation</i> yang terletak pada lokasi strategis di <i>data center</i> (misalnya di akhir setiap baris)
Cocok untuk ruang server berukuran kecil, < 25 lokasi kabinet server	Kabel terstruktur dari <i>network row</i> menuju ke lokasi kabinet server akan melalui <i>network substation</i> terlebih dahulu
Karena memungkinkannya terjadi koneksi langsung maka performansi cukup baik ketika keadaan normal	Koneksi harus melewati <i>patching field</i> tambahan pada setiap <i>network substation</i> , sehingga akan menyebabkan sedikit penurunan sinyal, sebisa mungkin jangan dibuat terlalu banyak titik terminasi pada perjalanan kabel untuk performansi yang lebih baik
Menjaga tempat yang seyogyanya untuk lokasi kabinet server namun karena banyaknya kabel yang terlibat dan tidak terorganisasi dengan baik maka dapat mengurangi aliran udara dibawah <i>raised-floor</i>	Mengambil tempat yang seyogyanya dapat dipakai untuk lokasi kabinet server; di sisi lain mengurangi kabel yang menuju <i>network row</i> secara signifikan dan meningkatkan aliran udara dibawah <i>raised-floor</i>
Tidak ada biaya tambahan untuk perangkat tambahan	Membutuhkan lebih banyak perangkat jaringan (<i>highly available</i>), memperbesar biaya
	Membatasi <i>scope downtime single server row</i>

	(ketika ada kejadian bahwa perangkat jaringan rusak misalnya atau infrastruktur pada satu lokasi kabinet mengalami masalah), dapat segera melakukan relokasi server ke barisan lain yang didukung oleh perangkat jaringan dan infrastruktur yang sama. Selain itu, juga memungkinkan koneksi server yang teragregasi.
--	---

3.8.3 Karakteristik Kabel

Dalam menentukan jenis fisik kabel yang akan digunakan maka perlu mengetahui terlebih dahulu karakteristik masing-masing kabel. Ada dua jenis yang umum dipakai dalam sistem pengkabelan, yaitu *copper* dan *fiber*.

Copper Cabling

Copper sangat cocok untuk mengantarkan data pada jarak yang dekat. Performanya hanya dapat terjamin sampai sekitar 100 m. *Copper* terdiri dari empat pasang kawat, yang dipelintir sepanjang kabel, putaran sangat penting terkait cara kerja kabel, jika kawat terurai-urai, maka kabel akan lebih rentan terhadap gangguan. Kabel *Copper* mempunyai dua konfigurasi :

- *Solid cables*: memberikan performansi yang lebih baik dan tidak terlalu rentan terhadap gangguan.
- *Stranded cables*: lebih fleksibel dan lebih murah, dan biasanya hanya digunakan dalam pembangunan *patch cord*.

Copper lebih hemat untuk digunakan pada sistem pengkabelan jarak pendek pada *data center*.

Fiber-Optic Cable

Kabel *Fiber* terdiri dari lima elemen:

- *Core*: merupakan setipis rambut yang mampu membawa cahaya.
- *Cladding*: yang menyelimuti *core*, mengandung dan merefraksikan cahaya
- *Coating*: terbuat dari plastik yang melindungi *core* dan *cladding* dari debu atau goresan
- *Strengthening Fibers*: untuk melindungi *core* pada saat instalasi
- *Jacket*: membungkus semua material tadi kedalam plastik

Fiber optic lebih hemat untuk digunakan pada sistem pengkabelan jarak jauh pada *data center*. Ada juga yang dinamakan *multimode fiber* (digunakan untuk konektivitas jarak sedang, seperti dalam kebanyakan lingkungan *data center* atau diantara ruangan dalam satu gedung) dan *singlemode fiber* (digunakan untuk konektivitas jarak jauh, seperti antar bangunan pada kampus yang luas atau antara situs).

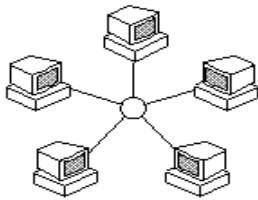
3.8.4 Kebutuhan Konektivitas Kabel dan Terminasi Kabel

Konektivitas Kabel

Server dan peralatan jaringan membutuhkan sejumlah besar konektivitas. Satu cabinet server yang diisi dengan peralatan membutuhkan lusinan koneksi atau hanya beberapa koneksi saja. Berikut beberapa opsi untuk menentukan berapa banyak struktur kabel yang harus disediakan pada data center, yaitu:

- Menyusun peralatan berdasarkan tipe server
- Menyusun peralatan berdasarkan fungsi dan kelompok kerja

Untuk membangun konektivitas jaringan dengan kabel perhatikan topologi jaringan yang digunakan,



dapat memanfaatkan berbagai macam topologi jaringan, seperti *star-and-ring topology* sesuai dengan kebutuhan. Keterbatasan ruang merupakan tantangan terbesar dalam menyediakan sejumlah besar konektivitas pada *data center* atau ketika tiba saatnya untuk memperbesar kapasitas *data center*.

Kriteria membangun konektivitas kabel pada *data center* adalah sebagai berikut:

- Menampung koneksi maksimum pada ruang yang ada
- Memberikan perlindungan fisik pada kabel
- Mudah diakses oleh pengguna *data center*
- Dapat diperbesar dimasa depan

Terminasi Kabel

Tabel 7 Perbandingan Jenis Terminasi Kabel Antara *Copper Cabling Terminator* dan *Fiber Cabling Terminator*

Copper Cabling Terminator	Fiber Cabling Terminator
<i>Copper cabling</i> berakhir pada konektor dan <i>jacks</i> yang disebut RJ-45s	Terdapat tiga jenis konektor dan <i>jacks</i> yang digunakan untuk menterminasi kabel fiber : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Subscription Channel (SC) jack</i> • <i>Mechanical Transfer Registered Jack (MT-RJ)</i> • <i>Lucent Connector (LC) Jack</i>

3.8.5 Redundansi Jaringan

Network redundancy disediakan dengan struktur kabel yang bekerja pada lebih dari satu peralatan jaringan. Struktur kabel merupakan infrastruktur yang terpisah tempat dimana sifatnya fleksibel untuk perangkat jaringan. Masing-masing kabel menyediakan *path*-nya masing-masing, hanya perlu peralatan jaringan tambahan untuk membuatnya redundan.

3.8.6 Pemasangan Struktur Kabel

Secara umum untuk pertama kalinya, pastikan semua instalasi kabel telah selesai secara profesional dan kontraktor yang akan memasang struktur kabel telah dilatih terlebih dahulu dan berpengalaman melakukan itu. Karena kabel berjalan dari ruang jaringan harus melewati dinding *data center*, membutuhkan kontraktor untuk memperbaiki celah ini sehingga menyerupai peringkat *fire resistance* sebagai sisa dari dinding.

Penyatuan Pengkabelan yang Terstruktur

Struktur kabel dalam *data center* harus disatukan ke dalam ikatan berdasarkan tujuan. Hal ini mempermudah identifikasi, perbaikan, atau penghilangan kabel seperti yang dibutuhkan. Tentukan ukuran maksimal untuk setiap ikatan kabel, ukuran umum adalah 12 kabel per ikat, dengan alasan :

- Merupakan ukuran yang dapat diatur yang menempati ruang minimal dalam *plenum*.
- Bisa cocok melalui ubin lantai yang kecil potongannya.
- Konsisten dengan 12 pengelompokan pada *Data Center Infrastructure Components*.

Radius Belokan Kabel Minimum

Tidak ada standar keseluruhan dalam industri kabel untuk radius belokan kabel minimum. Standar individual dispesifikasikan oleh manufaktur kabel. Standar umum yang paling mendekati adalah sebagai berikut:

- **Copper**, standar TIA menyebutkan kategori 5 kabel menahan 1 inci (2,5 cm) radius belokan kabel dalam kondisi tertentu.
- **Fiber**, radius belokan kabel paling tidak 10 kali diameter kabel, yang biasanya bekerja disuatu tempat diantara 1,2 dan 2 inci (3 dan 5,1 cm).

Penempatan Fiber

Ketika kabel fiber dipasang, penting untuk mengorientasikan helaian kabel dengan cara yang konsisten untuk mengurus sistem. *Transceiver* pada server, peralatan jaringan, dan peralatan lain distandardisasi sehingga *transmitter* dan *receiver*nya selalu ditempatkan pada posisi yang relatif sama terhadap *keyway*.

3.8.7 Pelabelan Sistem Pengkabelan Terstruktur

Struktur kabel yang paling komprehensif di dunia hanya akan berguna jika dilakukan pelabelan. Setiap tempat dalam *data center* dimana kabel diterminasi harus secara jelas dilabeli dengan lokasi **start** dan **end** dari kabel. Pertimbangan dalam hal penggunaan warna yang berbeda-beda untuk kabel dan komponen sebagai ilustrasi yang cukup baik mengenai bagaimana *data center* diorganisasikan. Pelabelan dilakukan terhadap *cable jacket*, ketentuan pelabelan pada kedua jenis kabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Pelabelan yang Mungkin untuk Setiap Kabel

Kabel Copper	Kabel Fiber
--------------	-------------

<ul style="list-style-type: none">▪ Nama manufaktur▪ Ukuran dari kabel cooper▪ <i>Pair Count</i>▪ <i>Category rating</i>▪ <i>Sequential length marikings</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ Nama manufaktur▪ Ukuran fiber dan tipe (contoh : 50/125 mikro meter MM)▪ Sequential length markings
--	---



Gambar 18 Pewarnaan pada *Cable Jackets*

3.8.8 Test dan Verifikasi Pengkabelan Terstruktur

Performansi transmisi pada sistem pengkabelan bergantung pada karakteristik kabel, keterhubungan perangkat keras, jumlah koneksi, *patch cords*, dan pengkabelan *cross-connect* serta proses instalasi dan *maintenance* yang tepat. Ketika struktur kabel sudah dipasang, minta kontraktor kabel untuk mengetes semua komponen untuk memastikan keseluruhan sistem, *copper* dan fiber, apakah keduanya mencapai level performansi sesuai yang diharapkan. Prosedur umum yang digunakan untuk melakukan pengetesan dan verifikasi antara lain:

- Menyediakan dokumentasi secara lengkap mengenai peralatan apa yang digunakan dan prosedur pengujian apa yang dilakukan terhadap apa. Catat manufaktur dan nomor model, dan kapan perlengkapan terakhir dikalibrasi.
- Lakukan tes pada keseluruhan sistem kabel, tidak hanya individual komponen.
- Berikan hasil tes dalam bentuk *hardcopy* dan *computer-readable format*.

3.8.9 Manajemen Kabel

Manajemen kabel bertujuan untuk menjaga kerapian dan keteraturan *data center*. Manajemen kabel dikustomisasi sesuai dengan lingkungan server biasanya. Manajemen kabel akan terkait dengan bentuk rak yang digunakan, begitu pula jalur masuk kabel.

3.8.10 Elemen Dasar Struktur Sistem Pengkabelan Data Center

Pendefinisian elemen dasar struktur sistem pengkabelan pada data center diacu dari TIA-942 (Telecommunication Industry Association-942). Sistem pengkabelan pada *data center* akan terdiri dari infrastruktur kabel yang akan melingkupi produk atau vendor yang beragam.

Horizontal Cabling

Sistem pengkabelan horizontal terdiri dari kabel-kabel yang tersusun secara horizontal, terminasi mekanikal, dan *patch cords (jumper)*. Pengertian horizontal disini adalah sistem pengkabelan akan berjalan secara horizontal baik diatas lantai ataupun di bawah atap. Ada beberapa servis atau sistem yang harus diperhatikan ketika mendesain suatu sistem pengkabelan secara horizontal, yaitu:

- 1) Servis telekomunikasi meliputi suara, modem dan faksimile
- 2) Perlengkapan dasar *switching*
- 3) Koneksi manajemen komputer dan telekomunikasi
- 4) Koneksi keyboard/video/mouse (KVM)
- 5) Komunikasi data
- 6) Wide Area Network (WAN)
- 7) Local Area Network (LAN)
- 8) Storage Area Network (SAN)
- 9) Sistem pemberian isyarat lainnya pada gedung (seperti kebakaran, keamana, energi, HVAC, EMS, dan lainnya)

Sistem pengkabelan secara horizontal dapat dibuat dalam bentuk *under-floor* atau *overhead*.

Topologi yang dapat dipasang pada *horizontal cabling* pada data center adalah topologi star, maksudnya adalah

Jarak yang ditempuh pada sistem pengkabelan horizontal adalah

Backbone Cabling

Fungsi dari sistem pengkabelan *backbone* adalah untuk menyediakan koneksi antara *main distribution area*, *horizontal distribution area*, dan merupakan *entrance area*. Sistem pengkabelan *backbone* terdiri dari **kabel backbone, main cross-connect, horizontal cross-connect, terminasi mekanikal, dan patch cord (jumper)** yang digunakan untuk koneksi silang backbone-to-backbone. Sistem pengkabelan secara backbone harus mendukung kebutuhan konektivitas yang berbeda, misalnya LAN, WAN, SAN, saluran komputer, dan koneksi console perangkat. Pada dasarnya performansi transmisi tergantung dari karakteristik kabel, perangkat keras yang terhubung, patch cord dan kabel *cross-connect*, jumlah koneksi, dan perlakuan fisik terhadap kabel tersebut.

3.8.11 Jalur Sistem Pengkabelan Data Center

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan jalur kabel antara lain adalah pertimbangan arsitektural (arsitektur ruangan yang digunakan: raised-floor atau overhead), kapasitas (pemenuhan kebutuhan dan perkiraan pertumbuhan), jarak pemisahan antara kabel power dan kabel data, aksesibilitas dan keamanan termasuk perlindungan khusus terhadap kabel fiber dan perlindungan kabel dari adanya api.

3.8.12 Masalah Umum

Berikut adalah beberapa kesalahan pemasangan struktur kabel yang harus dihindari pada sistem pengkabelan dilingkungan server, diantaranya:

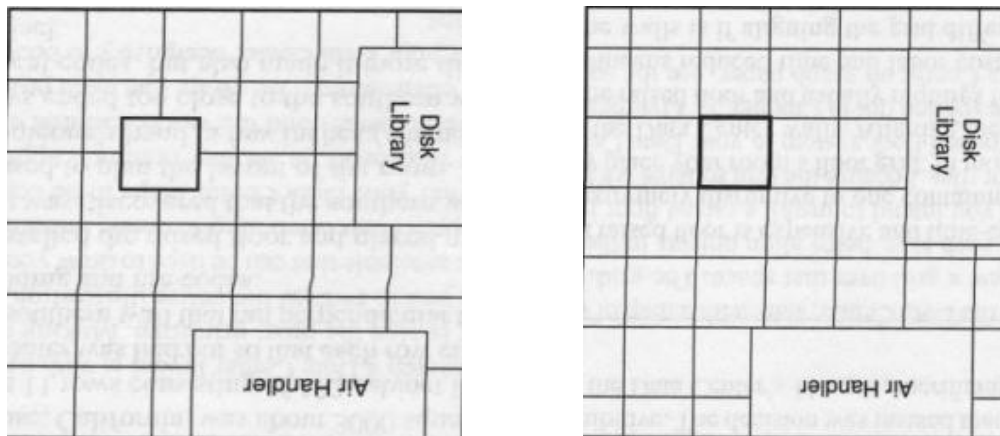
- Struktur kabel dirutekan tidak rapi dalam kabinet jaringan (tidak dikelompokkan dengan baik).
- Struktur kabel yang tidak tepat dipesan dan dipasang.
- Penghitungan *strand* dianggap hanya sebagai penghitungan *port* atau sebaliknya.
- Pelabelan koneksi tidak lengkap atau tidak jelas.
- Kotak multimedia tidak dirakit sempurna.

3.9 Desain Layout Ruangan pada *Data Center*

Proses desain ruangan pada *data center* mencakup topologi ruangan pada *data center*, kemudian dikaitkan dengan desain infrastruktur jaringan dan penentuan instalasi *overhead* atau *raised-floor*.

3.9.1 Penentuan Grid Lantai

Untuk mendesain *data center*, mulai dengan peta area bangunan untuk menempatkan dan menggambar *grid* pada seluruh ruangan. *Grid* merupakan persegi dengan ukuran 61 cm pada masing-masing sisi, yang dapat membantu meluruskan objek-objek pada ruangan dan memudahkan peletakkan seluruh komponen pada ruangan. Pastikan peta *data center* area mempunyai akurasi tinggi dan detail yang digambarkan berada pada proporsi yang sebenarnya. Karena hanya dengan kesalahan beberapa inch saja, permasalahan bisa muncul. Contoh desain *grid* lantai:



Gambar 19 Peletakkan komponen pada *grid* lantai (a) yang tidak tepat dan (b) yang tepat

3.9.2 Penentuan Layout Ruangan untuk Komponen Fisik *Data Center*

Perangkat Mekanik

Terdapat tiga komponen terbesar dalam *data center*, yaitu *Power Distribution Units* (PDU), *Air Handlers*, dan kontainer *fire suppressant*, karena peralatan mekanik ini paling banyak memakan tempat, oleh karena tempatkan perlengkapan besar ini pertama kali pada peta *data center*.

1. **Power Distribution Units (PDU)**

PDU berbagai macam dalam ukuran dan model, tergantung pada berapa banyak *circuit breakers* yang dimilikinya. Ukuran yang biasa dipakai adalah sekitar 2,1 meter (lebar) dan 91,4 cm (tinggi).

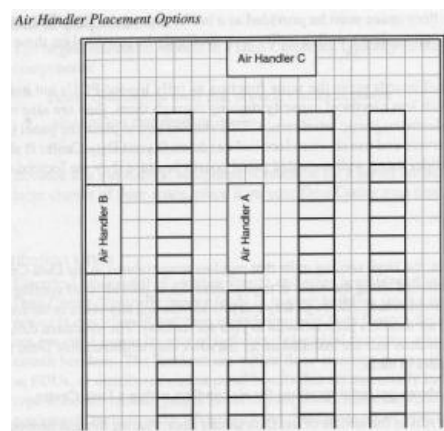
Ketika menempatkan PDU harus diperhatikan dua faktor, yaitu:

- Perutean kabel listrik
- Interferensi gelombang elektromagnetik

Pertama, lebih dekat unit ditempatkan pada lokasi server, lebih pendek kabel listrik yang dibutuhkan. Sehingga lebih gampang untuk merutekan kabel listrik dan lebih murah. Kedua, PDU menghasilkan interferensi elektromagnetik sehingga jangan sampai terlalu dekat juga menempatkannya dekat lingkungan server. Tujuan yang ingin dicapai adalah mendapatkan perutean kabel listrik yang pendek dengan interferensi yang tidak membahayakan perangkat server.

2. Air Handlers

Biasanya ditempatkan sepanjang dinding dan tegak lurus terhadap baris server sehingga menghasilkan pendinginan yang maksimal. Jika ditempatkan sejajar dengan baris server, struktur kabel data dan kabel listrik berkemungkinan menghalangi sirkulasi udara. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 20 Penempatan *Air Handler* pada grid lantai

3. Fire Suppression Tanks

Jika memilih untuk menggunakan ini, sediakan ruang untuk silinder berisi *fire suppressant* yang akan tersebar kedalam *data center* pada saat kebakaran. Ukuran dan area yang dibutuhkan untuk menempatkan silinder ini berbeda tergantung berapa banyak dan tipe *suppressant* yang dikandungnya.

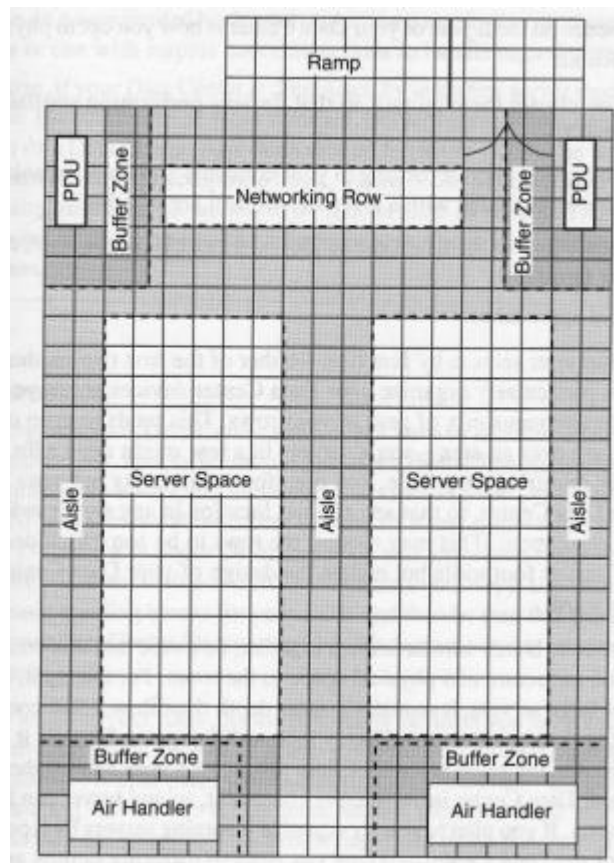
Buffer Zones

Ketika mendesain *data center* jangan lupa untuk menyediakan *clearance area*. PDU, *air handlers*, dan *storage closets* membutuhkan jarak yang cukup untuk pintu dan panel akses supaya bisa terbuka. Jadi, *clearance* harus disiapkan dalam ruangan. Khusus untuk PDU, sediakan *clearance area* minimal 1,2 meter disekitarnya, untuk terhindar dari interferensi elektromagnetik. Sedangkan untuk *air handlers* membutuhkan *clearance area* sekitar 2,4-3 meter untuk memungkinkan penggantian periodik dari *shaft* utamanya.

Gang-gang (*Aisles*)

Aisles adalah kunci utama dari *data center*. Ketika didesain secara maksimal, *aisles* memungkinkan orang dan peralatan untuk berpindah atau dipindahkan dengan mudah dan membuat sirkulasi udara yang baik. Jika memungkinkan, buat *aisles* 1,2 meter antara barisan server dan 1,5 meter atau lebih untuk jalan utama.

Berikut merupakan gambaran umum *layout mechanical equipment, buffer areas, dan aisles*:



Gambar 21 Layout Umum Ruangan pada *Data Center*

Barisan Perangkat Server

Equipment rows berfungsi untuk menempatkan server dan peralatan jaringan. Seluruh infrastruktur sistem ruangan lain dikoneksikan disini. Pada baris ini, terdapat kabel listrik dan kabel data, *air handler* yang menghembuskan udara dingin, dan *fire suppression* yang akan memberikan perlindungan.

Kunci yang mempengaruhi desain *data center* adalah bagaimana caranya menyusun server. Biasanya server-server dikelompokkan sesuai kriteria tertentu, seperti:

- Berdasarkan fungsi masing-masing server.
- Berdasarkan organisasi internal perusahaan, server yang berkaitan dengan satu departemen disatukan.
- Berdasarkan tipe dan model.

Semuanya adalah pendekatan yang valid dan tergantung kebutuhan perusahaan mau implementasi yang mana dan jangan lupa untuk selalu menyediakan ruang tambahan untuk mengantisipasi pertumbuhan server. Orientasi arah server dilakukan secara selang seling (*front-back*), terkait dengan penciptaan *hot and cold aisles*.

Barisan Perangkat Jaringan

Tidak semua lokasi kabinet dalam *data center* adalah untuk server. Ada yang digunakan untuk *networking equipment* yang membuat server dapat berkomunikasi satu sama lain. Ketika masih memungkinkan untuk menyalurkan *networking devices* melalui *data center*, lebih baik untuk mengelompokkan peralatan-peralatan utama pada baris tersendiri dan kemudian dihubungkan dengan server, diilustrasikan seperti pada gambar layout umum peletakkan komponen pada ruangan *data center*. Orientasi arah perangkat jaringan dilakukan secara selang seling (*front-back*), terkait dengan penciptaan *hot and cold aisles*.

3.9.3 Topologi Ruangan pada *Data Center*

Ruangan pada *data center* khususnya ruang telekomunikasi harus ditujukan untuk mendukung sistem pengkabelan yang baik dan peletakkan peralatan telekomunikasi yang tepat. Ruang telekomunikasi *data center* terdiri atas:

1. *Entrance room*

Entrance room merupakan ruang yang digunakan sebagai antarmuka antara sistem kabel *data center* dan kabel antar gedung.

2. *Main distribution area* (MDA)

MDA termasuk *main cross-connect* (MC), sebagai titik pusat pendistribusian untuk sistem kabel *data center* dan dapat juga termasuk *horizontal cross-connect* ketika area peralatan disediakan langsung dari MDA. Setiap *data center* minimal harus punya satu MDA.

3. *Horizontal distribution arean* (HDA)

HAD digunakan untuk melayani area perangkat ketika HC tidak berlokasi di MDA. HAD bisa berada dalam ruangan komputer, atau dalam ruangan khusus dalam ruang komputer.

4. *Equipment distribution area* (EDA)

EDA merupakan ruangan yang dialokasikan untuk perangkat akhir, termasuk sistem komputer dan peralatan telekomunikasi. Area ini tidak boleh ditujukan untuk dijadikan sebagai *entrance room*, *main distribution area* atau *horizontal distribution area*.

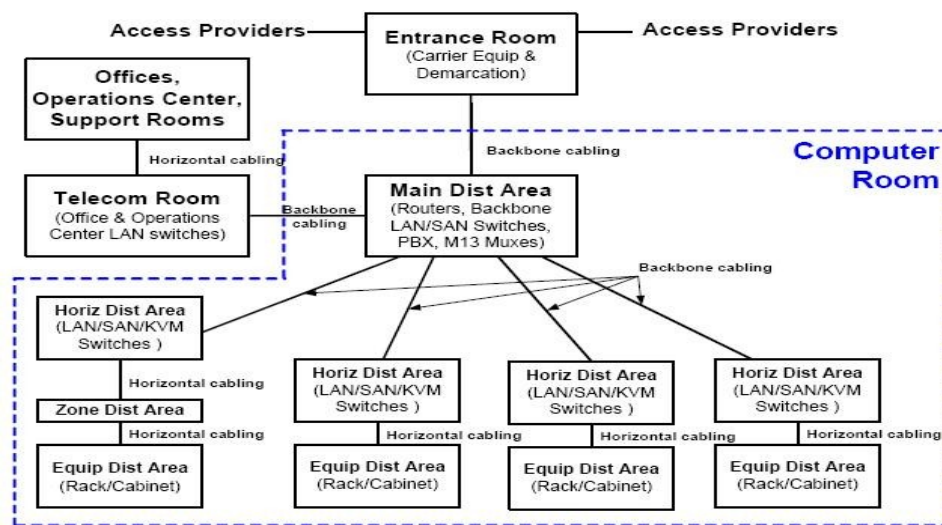
5. *Zone distribution area (ZDA)*

Merupakan titik interkoneksi opsional diantara sistem pengkabelan horizontal, area ini berlokasi antara HDA dan EDA untuk fleksibilitas karena memungkinkan rekonfigurasi yang cukup sering.

Berikut merupakan beberapa pilihan topologi *data center* yang data dipilih sesuai dengan kebutuhan:

1. Topologi tipikal *data center*

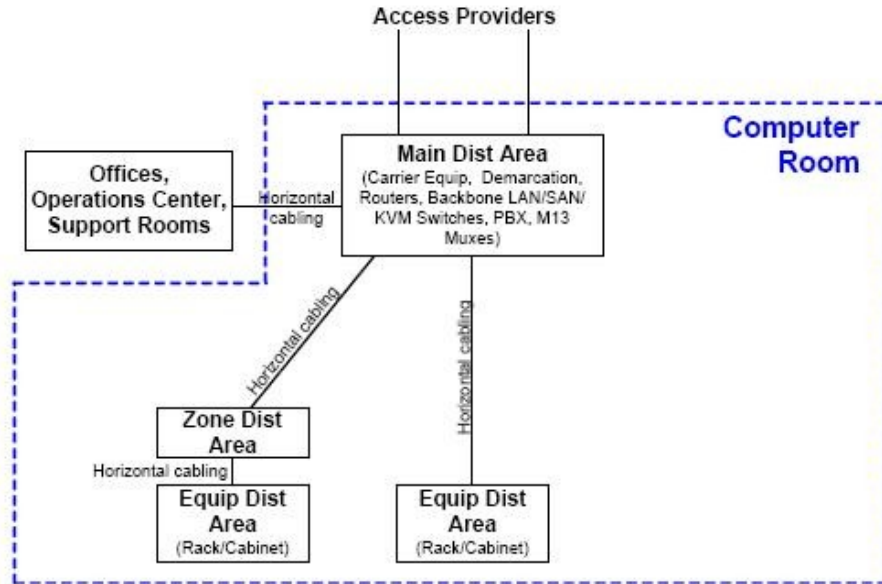
Terdiri atas satu *entrance room*, satu atau lebih *telecommunications rooms*, satu *main distribution area*, dan beberapa *horizontal distribution areas*, diberikan pada gambar berikut :



Gambar 22 Topologi Tipikal Data Center

2. Topologi *reduced data center*

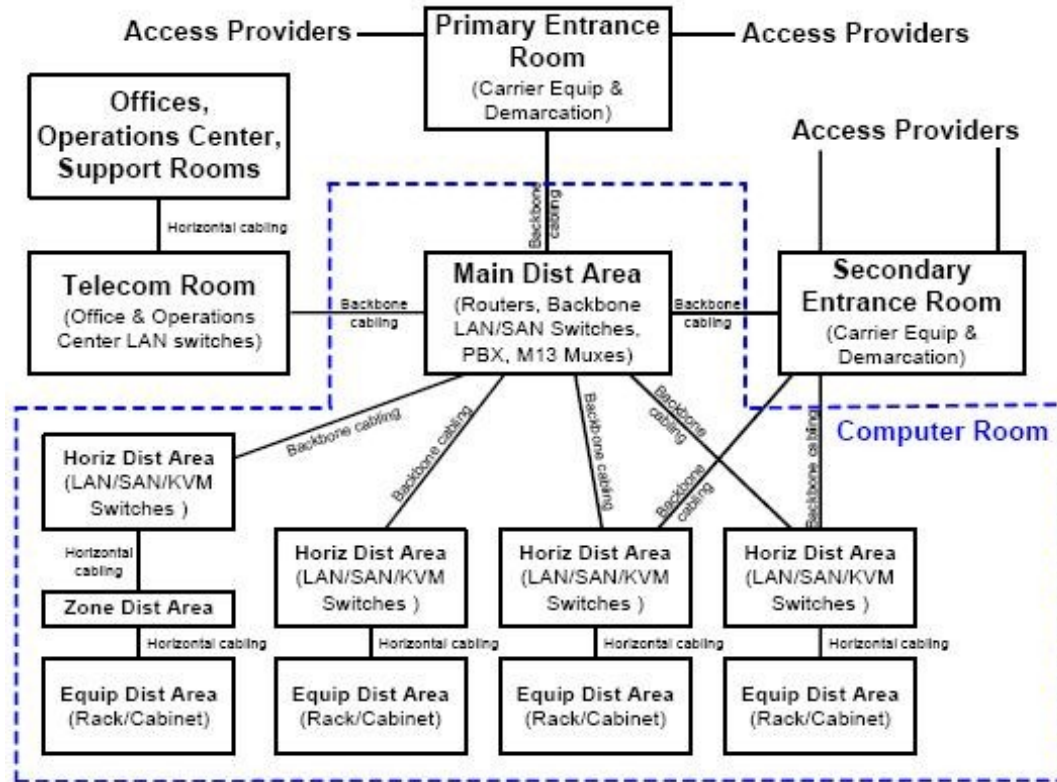
Desainer *data center* dapat mengkonsolidasikan *main cross-connect* dan *horizontal cross-connect* dalam satu *main distribution area*, kemungkinan sekecil satu kabinet atau rak. *Telecommunications room* untuk pengkabelan ke *support areas* dan *entrance room* juga bisa dikonsolidasikan ke *main distribution area* dalam topologi *reduced data center*. Topologi ini biasa diterapkan untuk *data center* yang kecil dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 23 Topologi *Reduced Data Center*

3. Topologi *data center* terdistribusi

Multiple *telecommunication rooms* mungkin akan dibutuhkan untuk *data center* dengan ruang kantor yang besar atau terpisah dan ruang pendukung. Pembatasan jarak sirkuit membutuhkan *multiple entrance rooms* untuk *data center* yang luas. *Entrance room* tambahan dihubungkan ke *main distribution area* dan *horizontal distribution areas* yang mendukung mereka menggunakan *twisted-pair cables*, *optical fiber cables*, dan *coaxial cables*. Topologi *data center* dengan *multiple entrance room* ditunjukkan oleh gambar berikut. *Entrance room* utama tidak boleh terhubung langsung dengan HDA. *Entrance room* kedua diijinkan untuk terhubung langsung dengan HDA.



Gambar 24 Topologi Data Center Terdistribusi

3.10 Desain Infrastruktur Jaringan Data Center

Terdapat dua pilihan dalam instalasi *data center* pada ruangan, yaitu *over-head* atau *raised floor*. Masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Instalasi Overhead

Pada instalasi *overhead*, struktur kabel dan pipa listrik dirutekan diatas atap, dengan cara menggantung (*false ceiling*) dan berakhir tepat diatas barisan-barisan server. Saluran ventilasi dan pendingin disalurkan dari atas loteng gantung, kemudian diarahkan ke lingkungan server dibawahnya dengan melewati ventilasi yang dapat diatur.

Keuntungan instalasi *overhead*:

- Lebih murah
- Membutuhkan ruang yang relatif kecil
- Lebih cocok diterapkan pada gedung yang punya ruang lebih pendek.
- *Cable trays, ladder racks, dan raceways* lebih murah dari pada *raised floor installation*.

Komponen-komponen pada instalasi *overhead*:

1. Kabel data dan kabel listrik

2. *Cable trays* atau *ladder racks*

Instalasi *Raised-Floor*

Pada instalasi *under-floor* dibuat *grid* yang ditinggikan dari lantai, tempat dimana struktur kabel, kabel listrik, dan udara dingin dirutekan. *Sprinkler piping* dan *leak detection* mungkin dilokasikan juga disini. Kebanyakan *data center* dibangun dengan tipe ini. Diluar biayanya yang relatif mahal, *raised floor* memberikan keuntungan-keuntungan berupa:

- Meciptakan ruang untuk mengalirkan udara dingin.
- Menjaga ratusan atau ribuan *patch cord* dan kabel listrik yang diluar pandangan, sehingga mengurangi kemungkinan untuk rusak atau tercabut tidak sengaja.
- Infrastrukturnya lebih mudah diakses.

Komponen-komponen pada *raised-floor*:

1. Ketinggian lantai

Ada bebapa faktor yang mempengaruhi tinggi lantai yang ideal untuk *raised floor*, diantaranya: ukuran dan bentuk lingkungan server, jumlah peralatan yang ditampungnya, berapa banyak udara dingin yang ingin dilewatkan, dan berapa banyak infrastruktur yang akan dilewatkan dibawah lantai. Makin tinggi lantai, makin besar sirkulasi udara yang bisa ditampung. Sehingga makin banyak udara dingin yang dialirkan ke permukaan lantai. Tinggi minimalnya adalah 2,6 m dari lantai ke halangan seperti *sprinklers*, lampu, atau kamera.

2. *Ramp* dan lift

Asumsikan permukaan *raised-floor data center* ditinggikan dari permukaan lantai, terdapat dua mekanisme untuk membawa peralatan ruang, yaitu *ramps* dan lift. *Ramps* adalah pilihan yang paling populer. Panjangnya ditentukan oleh tinggi dari *raised-floor* dan kemiringan yang digunakan untuk mencapai tinggi tersebut.

3. Kemampuan menahan beban

Lebih banyak berat yang dapat ditahan oleh lantai Data Center, lebih banyak peralatan, besar dan kecil, yang memungkinkan dipasang dalam ruangan. Kemampuan lantai menahan beban harus cukup untuk menahan peralatan yang terdistribusi ataupun terpusat termasuk kabel dan media lainnya. kapasitas minimum lantai untuk menahan berat terdistribusi adalah 7,2 kPA(150 lbf/ft²), kapasitas yang direkomendasikan adalah 12kPA (250 lbf/ft²).

4. Tipe ubin lantai

Tiga tipe ubin lantai dalam sistem *raised-floor*: *blanks*, *perforated*, dan *notched*. Ubin lantai tersebut terdapat pada satu ukuran standar (2 kaki (61 cm kubik)) dan biasanya terbuat dari baja, dengan kayu atau beton pada tengahnya, atau tuangan aluminium.

5. Kontrol terhadap listrik statis

Panel *raised-floor* sebaiknya mempunyai kualitas *static-control*. Karena *static* (listrik statis) bisa merusak peralatan elektronik yang sensitif. *Static-control* membantu mengurangi tegangan yang ditimbulkan oleh orang yang jalan sepanjang permukaan lantai.

6. Subfloor

Jika menggunakan sistem *raised-floor*, pastikan bahwa *subfloor*-nya ditutup rapat. Ini mencegah *data center air handler* mengaduk debu beton yang bisa membahayakan server dan peralatan jaringan lainnya.

Masalah Umum Instalasi *Overhead* atau *Raised-Floor*

Masalah umum pada instalasi *overhead* atau *raised-floor* adalah sebagai berikut:

- Potongan ubin tidak diukur dengan sempurna dan salah lokasi penempatannya.
- Pemilihan material kabel yang kurang bagus.
- Sistem *raised-floor* yang dibuat tidak cukup kuat untuk mengakomodasi peralatan.

Kabinet dan Rak

Susunan kabinet dan rak pada *data center* akan menentukan aliran udara yang terjadi di dalam suatu ruangan *data center* dilihat dari susunan kabinet dan perangkat yang diinstal pada rak. Teknologi *next-generation* pada *data center* (teknologi *blade server*) akan meningkatkan kepadatan perangkat dan pengkabelan pada *data center*. Dengan rak atau kabinet *server* yang tertata dengan teratur maka aliran udara dingin dapat diciptakan. Salah satu ketentuan yang mengatur mengenai rak dan kabinet adalah standard TIA/EIA-310-D (yang mengatur *deployment* dari rak dan kabinet *server*). Pengaturan terkait dengan rak dan kabinet antara lain meliputi:

1. Struktur dan desain dari rak tersebut (lebar dan tinggi rak, struktur bahan rak).
2. Peletakkan komponen didalam rak dan susunan kelompok-kelompok rak yang ada.
3. Pemasangan rak dan kabinet

IV. MANAJEMEN DATA CENTER

Dengan meningkatnya ketergantungan perusahaan pada infrastruktur IT yang kompleks (*data center*), maka sudah menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk melakukan manajemen *data center* sehingga efektif dan efisien. Kompleksitas infrastruktur IT yang ada pada *data center* diharapkan tidak sampai membuat semua yang berjalan menjadi di luar kendali, meningkatkan *cost maintenance*, dan menurunkan level servis melainkan haruslah memaksimalkan *uptime*, meminimalkan kemungkinan *outage*, dan mengoptimalkan kapasitas terhadap konstrain sumber daya.

Manajemen terhadap *data center* dilakukan terhadap lingkungan fisik maupun virtual *data center*. Secara umum manajemen *data center* mencakup:

1. Bagaimana mengoptimalkan seluruh sumber daya yang ada di DC (ruang, penggunaan energi)?
2. Bagaimana DC dibuat sedemikian sehingga dapat mengantisipasi kejadian tidak terduga (putusnya aliran listrik sementara)?
3. Bagaimana DC dibuat sedemikian sehingga dapat mencegah kerusakan akibat bencana alam?
4. Bagaimana mengkoordinasikan *change management* terhadap seluruh elemen organisasi pada DC?

Secara umum, sistem manajemen pada *data center* dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Sistem manajemen *data center* yang *multiple*

Sistem manajemen jenis ini sudah lama ditinggalkan oleh kebanyakan perusahaan, dimana setiap komponen memiliki sistem sendiri untuk mengaturnya.

2. Sistem manajemen *data center* yang menyeluruh (holistik)

Sistem manajemen yang terintegrasi, setiap komponen menjadi bagian (modul) dari sistem pengaturan terintegrasi. Sudah banyak *software* yang menyediakan pengaturan terintegrasi untuk seluruh aspek pada *data center*, baik yang sifatnya *proprietary* ataupun yang sifatnya *open source*. *Software* manajemen *data center* akan meliputi *software* untuk memonitor keadaan jaringan dan perangkatnya dilengkapi dengan sistem untuk memonitor keadaan perangkat-perangkat keras lainnya yang ada di dalam *data center*.

Untuk *software* yang sifatnya *open source* masih sangat minim yang mampu menyediakan sistem untuk mengatur *data center* secara menyeluruh dan terintegrasi. Salah satu contoh *software open source* yang mungkin dapat diimplementasikan adalah **IT-SPICEWORKS**, yang memberikan kelengkapan dalam hal monitoring jaringan dan perangkatnya serta perangkat/asset lainnya. Karena sifatnya yang modular dan open maka pihak perusahaan dapat melakukan modifikasi sesuai kebutuhan.

V. PENUTUP

Data center sebagai pusat infrastruktur IT menjadi “urat nadi” dari sebuah bisnis perusahaan terutama yang bagi perusahaan yang bisnisnya tertumpu pada IT. Operasional IT pada *data center* merupakan aspek yang sangat krusial untuk sebagian besar kegiatan perusahaan terkait dengan kelangsungan bisnis perusahaan-perusahaan tersebut (*business continuity*). Jika suatu sistem tidak berfungsi sebagaimana mestinya, maka bisnis perusahaan mungkin terganggu atau terhenti sepenuhnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk menyediakan infrastruktur yang *reliable* untuk operasional IT, dengan tujuan meminimasi kemungkinan terjadinya gangguan/kegagalan.

Memiliki suatu *data center* ideal merupakan hal yang dapat meminimasi hal tersebut. *Data center* ideal merupakan sebuah sistem yang terencana dan terdesain dengan baik dan sesuai dengan kriteria umum *data center* ideal (*availability, scalability and flexibility, dan security*). Tiga langkah besar untuk mendapatkan *data center* yang ideal, yaitu:

1. Melakukan studi kelayakan dan kajian terkait dengan kebutuhan yang ada
2. Mendesain suatu solusi (mencakup semua servis: *switching, SAN dan server networking*)
3. Mendeliver suatu solusi dengan optimal

Ada banyak aspek yang harus diperhatikan dalam pembangunan suatu *data center*, secara umum diberikan sebagai berikut:

1. Kapasitas, terkait dengan penentuan ukuran ruangan dan banyaknya perangkat yang dibutuhkan
2. Pengembangan, terkait dengan pendefinisian kemampuan *data center* untuk dikembangkan
3. *Uptime*, terkait dengan waktu aktif *data center* beroperasi, keadaan perangkat dan operasi yang selalu *available* dan *reliable* serta aman.
4. *Outages*, terkait dengan kemungkinan *data center* mengalami gangguan mendadak sehingga perlu adanya konsep redundansi.
5. Investasi, terkait dengan anggaran, sehingga pengadaan perangkat-perangkat dapat lebih diefisiensikan.
6. Lokasi, terkait dengan jarak *data center* dengan kantor-kantor yang menggunakannya serta keadaan spesifik lokasi tersebut (termasuk keadaan fisik dan sosial lingkungan).

Suatu studi kelayakan atau kajian mengenai *data center* dilakukan dengan tujuan mendapatkan panduan yang jelas dalam mendesain *data center* ideal. Pada dokumen ini, hasil kajian diberikan dalam dua bentuk yaitu uraian umum mengenai desain fasilitas *data center* dan tabel *checklist* sebagai pendetailan uraian umum.

DAFTAR PUSTAKA dan REFERENSI

- [APC05] <http://www.apc.com>
*Facilities Consideration for Data Center Network Architecture.*2005.**American Power Conversion WhitePaper Solution.**
- [PAN07] <http://www.panduit.com>
*Whitepaper: Planning Consideration for Data Center Facilities Systems.*2007.**PANDUIT.**
- [TIA05] *TIA STANDARD, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center TIA-942.*2005.
- [BU105] Alger, D.*Build the Best Data Center Facility for Your Business.*2005.**Cisco Press 800 East 96th Street, Indianapolis, IN 46240 USA**
- [ACD03] *AC vs DC for Data Centers and Networks Rooms.*2003.**APC (American Power Consideration)**

LAMPIRAN – CHECKLIST PERANCANGAN DATA CENTER

A. Pemilihan Lokasi

Berikut diberikan ketentuan aktivitas perencanaan yang terkait dengan pemilihan lokasi data center yang memenuhi kriteria data center ideal:

Ketentuan Pemilihan Lokasi	Kondisi Real
Zoning	
Petakan kondisi lingkungan yang ada disekitar <i>data center</i> (apakah suatu perumahan, industri, perkantoran, atau perkebunan, dll) untuk melihat kemungkinan dibangunnya <i>data center</i> pada lokasi tersebut	
Apakah pemerintah setempat mengizinkan lokasi tersebut untuk dibangun sebagai <i>data center</i> ?	
Apakah lokasi tersebut terhindar dari bencana alam (banjir, tanah longsor, gempa bumi,dll) dan bencana yang disebabkan oleh manusia (kerusakan,perusakan,dll)? Tuliskan histori dari kejadian bencana yang pernah terjadi.	
Akses yang Mudah	
Dapat ditempuh dari jalan utama. Berapa jarak yang harus ditempuh dan menggunakan apa?	
Memiliki berbagai jalur alternatif untuk mencapai lokasi <i>data center</i>	

B. Ruang Pendukung

Berikut diberikan ketentuan pembangunan ruang pendukung pada suatu data center ideal:

Ketentuan Ruang Pendukung	Kondisi Real
Ruang Listrik	
Ruang listrik dipisahkan dari ruang server untuk menghindari interfensi elektromagnetik	
Ruang Jaringan	
Area terpusat tempat dimana semua struktur kabel data berakhir	
Loading Dock	
Untuk menerima peralatan yang baru datang untuk <i>data center</i> , sebaiknya diletakkan di bagian depan ruangan <i>data center</i>	
Build Room/Staging Area	
Tempat administrator atau <i>network engineer</i> untuk membangun dan mengkonfigurasi peralatan yang akan digunakan bagi <i>data center</i>	
Ruang Penyimpanan (storage room)	
<i>Staging Area</i> hanya untuk menyimpan peralatan untuk sementara, selama proses konfigurasi, sedangkan storage room digunakan sebagai penyimpanan peralatan untuk jangka waktu yang lebih lama. Sehingga tidak mengambil ruang didalam ruang <i>data center</i> .	
Operations Command Center (control room)	

Tempat dimana karyawan memonitor server <i>data center</i> .	
Backup Room	
ruang kerja bagi personil pendukung seperti vendor yang melakukan <i>backup</i> dan memonitor server di <i>data center</i>	
Media Storage Area	
Untuk menyimpan <i>magnetic, optical</i> , atau media lain yang digunakan untuk melakukan <i>backup</i> dari server dalam <i>data center</i>	
Vendor Service Areas	
Jika vendor melakukan sejumlah pekerjaan yang signifikan dalam <i>data center</i> , sebaiknya disediakan ruangan khusus untuk mereka, sehingga mereka tidak terlalu lama berada dalam ruang <i>data center</i>	

C. Sistem Listrik

Perencanaan Sistem Listrik Secara Umum

Aktivitas perencanaan sistem listrik untuk membangun *data center* ideal secara umum diberikan sebagai berikut:

Aktivitas Perencanaan	Kondisi Real
Pendefinisian kebutuhan energi listrik dan pendistribusiannya	
Dilakukan per ruangan (untuk ruangan jaringan, server dan lainnya), kemudian per ruangan akan dipisahkan per kelompok (misalkan kelompok server A, B dan C)	
Hitung perkiraan pertumbuhan kebutuhan energi untuk jangka waktu tertentu (didefinisikan sekian % dari kebutuhan energi maksimum)	
Penentuan jenis distribusi energi yang akan digunakan (langsung (khusus untuk <i>data center</i> ukuran kecil) atau melalui <i>panel circuit</i> (untuk <i>data center</i> dengan kapasitas yang cukup besar))	
Jumlah jalur pendistribusian energi minimal ada 2 dimana 1 aktif dan 1 pasif	
Utilitas gerbang masuk minimal merupakan <i>dual feed</i> (600 volts atau lebih) dapat dibuat berasal dari substation yang berbeda	
Sistem memungkinkan <i>maintenance</i> yang konkuren (tanpa mematikan operasional utama)	
<i>Power cord</i> untuk perangkat komputer dan telekomunikasi, minimal <i>dual cord feed</i> dengan kapasitas 100%	
Pelabelan perangkat sistem listrik dilakukan sudah sesuai dengan sertifikasi dari pihak yang kompeten	
<i>Data center</i> ideal diharapkan tidak memiliki satu titik kegagalan pun untuk sistem listrik	
<i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) dengan fitur <i>bypass maintenance</i> untuk melayani pertukaran energi secara otomatis dari perangkat utama ke generator ketika terjadi pemutusan aliran listrik secara dadakan	
<i>Switchgear</i> pada sistem distribusi dapat di- <i>shutdown</i> untuk <i>maintenance</i>	

secara <i>bypass</i> tanpa memutuskan tiba-tiba beban utama	
<i>Switchboard</i> harus didesain untuk mendukung beban non-linear dengan konduktor netral sesuai spesifikasi standar IEEE1100-1999.	
Pemisahan kebutuhan listrik	
<i>Panel board</i> akan menerima sumber listrik dari 2 arah, satu dari UPS dan satu lagi dari generator. Kedua panel dipasang secara terpisah pada wilayah masing-masing.	
Bahan sirkuit:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sirkuit cabang pada <i>data center</i> harus berada keadaan <i>watertight flexible metal conduit</i>. ▪ <i>Feeder circuits</i> ke PDU dan panel harus dipasang pada keadaan <i>solid metal conduit</i> atau <i>watertight flexible metal conduit</i>. 	
Desain sumber energi listrik yang terpisah	
Pisahkan sumber energi utama untuk operasional utama dengan operasional sekunder (yang tidak begitu esensial)	
Terapkan prinsip pemisahan untuk semua komponen sistem listrik yang ditujukan untuk suatu bagian tertentu	
Untuk setiap <i>electrical line</i> yang datang harus terpasang <i>Transient Voltage Surge Suppressors (TVSS)</i> sebanyak dua buah (untuk yang primer dan sekunder). Untuk yang primer maka akan menangani <i>transient</i> yang cukup tinggi (<i>kilovolt range</i>) yang disebabkan oleh petir	
Terapkan tindakan preventif terhadap kegagalan yang mungkin terjadi pada sistem listrik	
Implementasi sistem power <i>standby</i>	
Implementasi redundansi untuk semua fungsi yang kritikal	
Infrastruktur sistem listrik yang esensial harus dipisahkan secara fisik dengan yang non-esensial	
<i>Circuit breaker</i> tidak boleh dibagi untuk setiap sistem yang berbeda	
Implementasi sistem <i>Emergency Power Off (EPO)</i> sesuai dengan kriteria (disediakan di tabel perancangan sistem EPO di bawah)	
Kebutuhan listrik untuk penerangan ruangan	
Pembagian kebutuhan penerangan dilakukan dengan membagi menjadi 2 wilayah yaitu ruangan yang spesifik dan area lain yang umum. Sumber listrik yang didapatkan untuk penerangan berasal dari unit panel distribusi yang berbeda.	
Penerangan untuk bidang horizontal minimal sebesar 500 lux (± 50 nyala lilin) dan untuk bidang vertikal minimal sebesar 200 lux (± 20 nyala lilin). Dengan pengaturan jarak antara penerangan kurang lebih 1 m ditengah jalur kabinet	
Maintenance	
Terapkan <i>maintenance</i> untuk sistem yang terpisah secara bergantian dan reguler (pemisahan tergantung dari kebijakan perusahaan, misalnya <i>maintenance</i> untuk sistem listrik perangkat server pada <i>data center</i>)	
Untuk <i>maintenance</i> sistem listrik, gunakan cadangan sistem listrik yang mengambil sumber energi dari sistem listrik redundansi yang telah dibuat	


tanpa mengganggu sumber listrik untuk perangkat yang non essensial (manfaat dari desain sistem listrik yang terpisah)	
Staff maintenance untuk sistem listrik minimal harus ada 24 jam hari kerja dan on-call saat <i>weekend</i> , untuk tier yang lebih tinggi maka harus ada 24 jam dalam 7 hari	
Adanya program <i>maintenance</i> preventif	
Adanya program pelatihan secara komprehensif dan bila perlu adanya prosedur operasi manual untuk melakukan pengontrolan sistem secara bypass	
Manajemen energi infrastruktur secara remote	
Adanya sistem informasi manajemen energi untuk setiap kelompok infrastruktur melalui suatu protokol manajemen SNMP, misalnya untuk Air Handler, PDU, server, perangkat jaringan	
Adanya sistem informasi manajemen energi terpusat untuk semua infrastruktur (juga melalui SNMP)	

Checklist Kebutuhan Energi Listrik Data Center

Kebutuhan energi listrik pada *data center* akan menjadi input bagi perencanaan *data center* ideal. Berikut diberikan *checklist* pendataan kebutuhan energi listrik *data center*:

Kebutuhan Energi untuk Perangkat Listrik					
Beban perangkat IT *)	untuk Data beban untuk setiap perangkat IT berdasarkan tingkat kritikalnya	(beban total dalam VA x 0.67) /1000	#1		kW
Beban perangkat non-IT	untuk Data beban untuk setiap perangkat non-IT dalam satuan VA (termasuk perangkat <i>fire</i> , keamanan, dan sistem <i>monitoring</i>)	(beban total dalam VA x 0.67) /1000	#2		kW
Perkiraan penambahan beban	Dalam satuan VA (dihitungan untuk perangkat IT dan non-IT)	(beban total dalam VA x 0.67) /1000	#3		kW
Terjadinya beban puncak karena variasi pada beban kritikal	Total dari beban kritikal perangkat dalam keadaan stabil	(#1 + #2 + #3) x 1.05	#4		kW
Inefisiensi UPS dan charging baterai	Beban aktual dan beban cadangan	(#1 + #2 + #3) x 0.32	#5		kW
Penerangan	Luas area <i>data center</i>	luas area x 0.002	#6		kW
Beban total kebutuhan listrik		#4+ #5+ #6	#7		kW
Kebutuhan Energi untuk Perangkat Pendingin					
Sistem Pendingin	Beban total #7	Sistem Chiller , #7 x 0.7 Sistem DX, #7 x 1.0	#8		kW
Kebutuhan Energi Total					
Kebutuhan energi total untuk perangkat listrik	Beban total #7 Beban total #8	#7 + #8	#9		kW

dan pendingin			
Kebutuhan Energi Generator (jika dipakai)			
Generator untuk beban kritikal	Beban total #7	(#7 x 1.3)	#10 kW
Generator untuk pendingin	Beban total #8	(#8 x 1.5)	#11 kW
Ukuran generator sesuai dengan beban	Beban total #10 dan #11	#10 + #11	kW

*) : standar penentuan beban dalam VA bermacam-macam biasanya diambil dari website APC .

Standby Power dan Sistem EPO untuk Data Center

Pendefinisian kebutuhan energi cadangan yang jelas pada *data center* sangat diperlukan untuk keperluan *maintenance* dan mengatasi terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan.

Ketentuan Umum <i>Standby Power</i>	Kondisi Real
Kebutuhan beban yang harus dapat ditanggung (kapasitas maksimum beban dalam kva untuk keseluruhan ruangan)	
Perkirakan ukuran infrastruktur untuk dapat menangani 110 sampai 120 % dari kebutuhan maksimum DC serta menyediakan titik aman untuk mengakomodasi kekurangan tenaga.	
Kebutuhan didefinisikan berdasarkan level redundansi yang diinginkan untuk lingkungan server. Jika 2 perangkat penyedia tenaga cadangan perlu untuk <i>N coverage</i> , maka membutuhkan 3 untuk <i>N+1</i> , 4 untuk <i>2N</i> .	
Baterai	
Memperkirakan kebutuhan baterai untuk suatu <i>runtime</i> dengan asumsi bahwa sistem dalam keadaan menggunakan semua sumber dayanya secara maksimum.	
Baterai minimal disediakan untuk dapat menjangkau waktu sampai seluruh sistem <i>dishutdown</i> sesuai prosedur (rata-rata 30 menit – 8 jam)	
Adanya sistem pengawasan baterai (kapasitas baterai dan keadaan baterai baik atau tidak)	
Generator	
Fungsi generator meliputi dua hal yaitu: untuk sistem <i>maintenance</i> dan menjadi sumber utama pada DC untuk waktu tertentu	
Estimasi ukuran generator untuk mendukung setidaknya 10% melebihi kapasitas maksimum DC	
Bila perlu, maka sediakan unit yang cukup untuk level redundansi yang diinginkan.	
Perhatikan hubungan dengan UPS (misalkan terjadi kegagalan listrik secara tiba-tiba maka UPS harus dapat menyuplai power terlebih dahulu sebelum akhirnya dialihkan ke generator, pengalihan dari UPS ke generator inilah yang harus diperhatikan.	

Bila digunakan generator parallel, maka harus mampu melakukan sinkronisasi manual pada saat terjadi kegagalan	
Bahan bakar untuk generator sebaiknya dipakai bensin/solar	
Bila perlu sediakan <i>Transient voltage surge suppression (TVSS)</i> untuk generator	
Penempatan area penyimpanan generator dan bahan bakar, memiliki jarak perkiraan ke area publik yang aksesibel : minimum 9m/ 30ft (ideal) atau 19m/60ft (tier4)	
Sistem penyimpanan <i>fuel</i> generator, harus mampu menyediakan setidaknya dalam rentang waktu 4jam – 60hari.	
Adanya sistem pengawasan dan <i>alarming</i> bagi penyimpanan <i>fuel</i> tersebut.	
Perhatikan regulasi lingkungan yang diterapkan pada area tersebut (misalnya batas tolerir kebisingan suara), terapkan peredam suara jika perlu.	
UPS	
Redundansi UPS yang diterapkan minimal adalah N+1 (lebih ideal jika diberlakukan 2N)	
Pilihan topologi UPS yang digunakan untuk <i>data center</i> ideal antara lain modul redundan yang parallel, modul redundan terdistribusi, dan sistem redundan block	
Energi <i>bypass</i> diambil dari perangkat <i>feed</i> yang sama dan modul UPS (atau diambil dari sistem UPS yang sudah dipesan)	
Level voltage untuk distribusi energi suatu UPS terbagi menjadi 2 jenis yaitu: 120/208V keatas untuk beban 1440kVA dan 480V untuk beban lebih besar dari 1440 kVA	
Panelboard untuk distribusi energi UPS memenuhi standar <i>thermal magnetic trip breaker</i>	
PDU akan dapat memenuhi semua kebutuhan komputer dan perangkat telekomunikasi	
Sistem LBS (Load Bus Synchronization) bertujuan untuk menyimpan output dari dua atau lebih sistem UPS yang akan menyupplai beban kritis yang disinkronisasikan oleh satu sama lain. Lengkapi dengan UPS dengan LBS untuk menjaga operasi yang <i>reliable</i> .	
UPS akan berada pada panel distribusi yang berbeda untuk setiap perangkat komputer dan telekomunikasi	
Tanda Pengawasan	
Berfungsi sebagai tanda monitor ada komponen yang tidak bekerja dengan baik pada <i>data center</i>	
Diinstall baik di dalam maupun di luar DC	
Letaknya sebaiknya berada pada sisi pintu masuk DC, tergantung pada dinding, menggunakan jenis yang <i>large-rotating beacon</i>	
Sebagai keterangan dari maksud <i>monitoring light</i> tersebut, maka tempelkan	

juga <i>signage</i> berupa sedikit penjelasan mengenai apa itu dan apa yang harus dilakukan ketika menyala sertakan juga nomor yang bisa dihubungi ketika terjadi <i>downtime</i>	
---	--

Sistem EPO pada *data center* berfungsi sebagai penyelamat darurat bagi seluruh komponen perangkat keras pada *data center*:

Perancangan Sistem EPO	Kondisi Real
Sistem EPO secara umum	
Sistem EPO akan melakukan <i>shutdown</i> dari <i>power receptacles</i> UPS pada area ruang perangkat komputer jika diaktifkan	
Sistem EPO akan melakukan <i>shutdown</i> AC untuk CRAC dan <i>chiller</i> jika diaktifkan	
Sistem EPO pada ruang perangkat komputer	
<p>Prosedur sistem EPO yang sebaiknya dijalankan ketika terjadi keadaan darurat adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diaktifkan melalui tombol EPO yang terdapat pada pintu keluar dengan kemampuan untuk men-<i>shutdown</i> sistem komputer dan telekomunikasi saja 2. <i>Fire suppressant</i> otomatis akan menyala setelah sistem komputer dan telekomunikasi <i>shutdown</i> 3. Sistem aktivasi alarm kebakaran untuk zone kedua dengan EPO manual akan <i>shutdown</i> 4. Kontrol master yang bertugas memutuskan baterai dan menyalakan <i>suppressant</i> yang berasal dari stasiun yang on selama 24 jam harus ada 	
Sistem EPO untuk ruang baterai	
<p>Prosedur sistem EPO yang sebaiknya dijalankan ketika terjadi keadaan darurat adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diaktifkan melalui tombol EPO yang terdapat pada pintu keluar dengan melepaskan <i>suppressant</i> secara manual 2. <i>Fire suppressant</i> otomatis akan menyala untuk sistem zona tunggal setelah EPO <i>shutdown</i> 3. Sistem aktivasi alarm kebakaran untuk zone kedua harus ada. Tidak terhubung dengan betari pada wilayah pertama dengan <i>suppressant</i> terlepas pada zone kedua. 4. Kontrol master yang bertugas memutuskan baterai dan menyalakan <i>suppressant</i> yang berasal dari stasiun yang on selama 24 jam harus ada 	

Pelebaran dan pendokumentasian khusus untuk sistem listrik dapat dilihat sebagai berikut:

Pelabelan dan Pendokumentasian	Kondisi Real
Penggunaan ketentuan yang sama untuk setiap label dalam satu kelompok	
Ketentuan yang sama misalnya adalah format tulisan yang sama dalam setiap kelompok	
Pembuatan skema pelabelan	
Skema pelabelan berisi ketentuan-ketentuan pelabelan	
Pembuatan peta infrastruktur listrik dalam suatu ruangan	
Misalnya lokasi UPS, lokasi generator	
DC power receptacles	
Beri label : circuit yang dimiliki dan lokasi pada panel <i>circuit breaker</i> darimana mereka berasal	
Panel <i>circuit breaker</i>	
List semua sirkuit yang ada beserta semua lokasi kabinet	
Pemberian kode warna untuk infrastruktur yang paralel	
Pemberian pembedaan warna misalnya dilakukan terhadap kabel listrik yang paralel	
Penandaan terhadap area berbahaya	
Menggunakan pita tanda bahaya untuk menandai perangkat listrik yang harus di jauhi oleh user DC.	
Pembatasan terhadap area bersih	
Outline area bersih di sekitar PDU sehingga orang-orang tahu harus jauh menjauhkan server dari interferensi gelombang elektromagnetik	
Pembuatan peta sirkuit elektrik dalam ruangan	
Penempatan sirkuit elektrik pada <i>blue-print</i> ruangan (<i>as-built</i>) dan <i>highlight</i> pada posisi untuk semua sirkuit dan <i>switches</i> pada ruang listrik	
Pembuatan dokumentasi sistem listrik secara keseluruhan pada ruangan <i>data center</i> lengkapi dengan diagram-diagram yang diperlukan	
Untuk menunjukkan keterhubungan yang terjadi pada sistem listrik seluruh komponen sehingga memudahkan peng- <i>update</i> -an bila perlu	

Untuk mendapatkan sistem *grounding* yang efektif sesuai dengan kriteria yang didefinisikan oleh standar tia942 pada tabel berikut:

Ketentuan Sistem <i>Grounding</i>	Kondisi Real
Spesifikasi konduktor pada sistem <i>grounding</i>	
Installkan kabel tembaga yang terbungkus dibawah Data Center raised-floor, menghubungkannya dengan baja yang ada pada gedung kemudian menghubungkannya dengan batang tembaga yang cukup panjang ke dalam tanah (kedalaman 0.6 - 3 m). Semakin dalam maka akan mencapai tanah yang semakin basah, yang berarti bersifat konduktif.	
<i>Chassis</i> (rangka) perangkat	
Mengikuti rekomendasi <i>grounding</i> dari manufaktur ketika menginstall perangkat	
<i>Rack/cabinet continuity</i>	

Rack harus dirakit dengan <i>paint-piercing grounding washers</i> , di bawah pangkal dari rangkaian dan diantara pasangan baut dan rak untuk mendapatkan kontinuitas dari listrik		
Rack/cabinet grounding		
Gunakan #6 AWG* atau pengikat konduktor yang lebih besar untuk mengikat setiap rak atau kabinet dengan <i>strip grounding</i> ke infrastruktur <i>grounding data center</i> . Jangan menahan rak, kabinet atau <i>frame</i> secara serial		
Perangkat HVAC	Gunakan #6 AWG atau yang lebih besar	
Setiap kolom pada ruang komputer	Gunakan #4 AWG atau yang lebih besar	
Jenjang kabel, tray kabel, dan ruang masuk cable wireway	Gunakan #6 AWG atau yang lebih besar	
Saluran dan pipa air, serta ruang masuk saluran	Gunakan #6 AWG atau yang lebih besar	
Setiap pedestal access floor yang ke-6 di setiap arah	Gunakan #6 AWG atau yang lebih besar	
Telecommunications grounding bar		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gunakan #1 AWG atau konduktor yang lebih besar untuk mengikat infrastruktur <i>grounding data center</i> ke TGB ▪ <i>Copper compression lug</i> dengan dua lubang ▪ Mengikuti ANSI/TIA/EIA-J-STD-607-A Commercial Building Grounding and Bonding Requirements untuk desain infrastruktur TGB 		
Telecommunications Bonding Bar		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ TBB sebaiknya diinstal sebagai suatu konduktor yang kontinu, cegah sambungan dimana memungkinkan untuk adanya <i>bonding bar</i> ▪ Hindari konduktor untuk <i>routing grounding</i> yang terbuat dari metal ▪ TBB dapat menggantikan pengikatan pipa air metal atau baja untuk sistem <i>grounding</i> 		
Telecommunication main grounding busbar		
TMGB diikat ke perangkat <i>service ground</i> , yang akan tersambung ke sistem <i>grounding busbar</i>		

*AWG: *American Wire Gauge*, suatu standar pengukuran untuk diameter kabel non-ferrous, yang mengandung tembaga dan aluminium, semakin kecil angka AWG maka kabel semakin tebal, semakin tebal kabel maka kapasitas yang dibawa pun semakin besar serta jarak yang ditempuh kan semakin pendek.

Ketentuan Sistem Grounding khusus pada rak perangkat adalah sebagai berikut:

Sistem Grounding pada Rak	Kondisi Real
Framework konduktor grounding untuk rak	
Tipe konduktor yang direkomendasikan: tembaga, insulated green, UL VW1 flame rated, Code or Flex Cable	
Titik koneksi rak grounding	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rack ground bus ▪ Koneksi langsung ke rak 	
Tipe pengikatan ke rak	
Kriteria yang harus dipenuhi:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontak langsung metal-to-metal ▪ Antioksidan 	

Di akhir pengimplementasian suatu *data center* akan dilakukan beberapa jenis tes/verifikasi sesuai dengan tabel berikut:

Tes/Verifikasi	Kondisi Real
Ketentuan Umum	
Tes dilakukan untuk setiap komponen baik secara individu maupun kolaborasi seluruh komponen	
Khusus untuk pengetesan individual lakukan pada sistem yang redundan	
Lakukan minimum tes dengan skenario kegagalan utilitas apakah akan mampu restorasi ke <i>power</i> normal	
Tes bank beban (<i>load banks</i>)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melibatkan penempatan beban listrik pada sistem energi standby untuk memastikan bahwa UPS atau komponen generator atau bahkan keduanya dapat menyokong beban yang memang sudah didesain. ▪ Mengecek kapasitas maksimum dari infrastruktur standby kemudian juga mengkonfirmasi bahwa UPS berjalan normal 	
Tes injeksi	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menginjeksikan arus listrik melalui <i>circuit breaker</i> dan merekam sejauh mana level yang mampu dilalui oleh arus listrik tersebut, untuk memastikan bahwa <i>circuit breaker</i> pada DC berjalan dengan baik melalui karakteristik perjalanan arus listrik. ▪ Test dilakukan terhadap seluruh <i>breaker</i> yang ada pada seluruh titik distribusi utama dari sistem elektrik pada <i>data center</i>, yang biasanya berada pada <i>225 amps</i> atau lebih. 	
Verifikasi sirkuit dan <i>labeling</i>	
Verifikasi bahwa <i>circuit breaker</i> telah diberi label yang tepat sesuai dengan sirkuit-sirkuit yang ada. Tes harus dilaksanakan minimum untuk <i>main breaker</i> yang mendukung lingkungan server dan kemungkinan untuk semua sirkuit	
Tes energi keseluruhan	
Utilitas power dari DC akan dipangkas untuk memverifikasi bahwa beban listrik untuk suatu ruangan benar-benar ditransfer ke infrastruktur standby dan	

akan balik lagi. <i>Electrical receptacles</i> akan dipilih secara acak untuk dimonitor melalui tes yang akan mengkonfirmasi bahwa level tegangan berada pada keadaan stabil.	
Tes sistem EPO	
Kontrol EPO diaktifkan untuk mengkonfirmasi bahwa semua sumber energi, air handler, dan <i>convenience outlet</i> pada lingkungan server telah dimatikan dengan benar.	

D. Sistem Pendingin

Pendefinisian keluaran panas dari dalam maupun pengaruh luar yang dibawa orang yang masuk ke dalam *data center* perlu diperhitungkan untuk menentukan perangkat pendingin yang dibutuhkan di suatu *data center*.

Perkiraan Output Panas pada Perangkat Dingin *Data Center*

Item	Data yang dibutuhkan	Perhitungan Output Panas	Subtotal dari output panas
Perangkat IT	Beban total yang dibutuhkan (jumlah dari energi masukan untuk semua perangkat IT)	Energi dalam satuan watts untuk beban IT	W
UPS dengan baterai	<i>Rating</i> energi sistem UPS tidak termasuk modul yang redundan	$(0.04 \times \text{rating sistem energi}) + (0.06 \times \text{energi beban total IT})$	W
Distribusi energy	<i>Power system rated power</i>	$(0.02 \times \text{rating sistem energi}) + (0.02 \times \text{energi beban total IT})$	W
Penerangan	Luas area dalam m ²	$21.53 \times \text{luas area}$	W
Jumlah orang	Jumlah maksimum orang yang mungkin berada pada data center yang akan dikomersi ke satuan watt	$100 \times \text{jumlah orang}$	W
Total panas yang dihasilkan dalam <i>data center</i>			W

Sistem Fire Suppression

Ketentuan Sistem Fire Suppression	Kondisi Real
Ketentuan umum: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ditempatkan dalam suatu ruangan khusus, bukan ruangan tempat orang 	

berlalu lalang	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudah ditemukan, biasanya warna mencolok ▪ Labeli dengan jelas dan beri keterangan lebih detail bila perlu 	
Adanya sistem pendeteksi api	
Adanya sistem penyemprot air sebagai <i>pre-action</i>	
Adanya sistem <i>gas suppression</i> , ketentuan gas sesuai standar yaitu tidak menimbulkan korosi seperti FM-200 dan HFC-227	
Diberlakukannya sistem <i>early warning</i> pendeteksi asap	
Adanya sistem pendeteksi kebocoran air	

Best Practices Pengaturan Perangkat Pendingin

Best Practises Pengaturan Perangkat Pendingin	Kondisi Real
“Health Check” secara regular	
Pengecekan dilakukan terhadap: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keseluruhan kapasitas pendingin untuk meyakinkan bahwa tidak melebihi perangkat IT di data center ▪ Semua fan apakah berfungsi secara baik dan benar, begitu juga dengan alarm dan filter (dalam keadaan bersih atau tidak) ▪ Kondisi chiller, kondensor eksternal, dan sistem pompa ▪ Temperatur pada posisi yang strategis di jalur kosong data center ▪ Ambil temperatur di bagian bawah, tengah dan atas untuk setiap rak dan bandingkan dengan rekomendasi manufaktur ▪ Celah diantara rak atau cabling yang berlebihan 	
Standar maintenance sistem pendingin	
Ada jadwal <i>maintenance</i> dan prosedur yang jelas	
Pengaturan rak/kabinet server	
Perlebar gang-gang antar rak/kabinet server	
Jangan merapatkan peletakkan perangkat pada kabinet server	
Distribusikan penempatan server, antara <i>low-profile</i> server dengan server lain yang lebih besar, perangkat yang panas dengan yang dingin. Jangan mengelompokkan rak-rak dengan kepadatan yang tinggi	
Letakkan barisan server berurutan dengan arah berhadapan-hadapan (<i>back of server</i> dan <i>front of server</i>)	
Jangan ada ruang vertikal yang tidak terpakai didalam rak, karena akan memungkinkan pembuangan panas dari perangkat terjebak didalamnya yang mengakibatkan perangkat akan panas walaupun tidak digunakan	
Kabinet yang tertutup harus menyediakan fan didalamnya, sedangkan kabinet server yang terbuka memanfaatkan udara dingin yang tersebar di ruangan	
Pengaturan ruangan terkait dengan sistem pendingin	
Terapkan jalur panas dan jalur dingin. Tentukan area-area yang menghasilkan sumber panas untuk menentukan peletakkan perangkat pendingin	
Pindahkan semua halangan <i>under-floor</i> dan <i>seal-floor opening</i>	

Kabel jaringan dan power sebaiknya diambil dari lantai	
Lakukan pengaturan terhadap ventilasi lantai. Pasang <i>perforated floor tile</i> di depan setiap lokasi kabinet server	
Alokasikan ruangan lantai dengan tepat sehingga udara dapat mengalir secara lancar.	
Pasang saluran pada atap yang dimulai dengan pemasangan lubang angin diatas <i>aisle</i> dibelakang setiap barisan server dan menghubungkan kembali ke lubang <i>air handler</i>	
Letakkan tegak lurus unit CRAC (Computer Room Air Conditioner) dengan jalur panas	
Sehingga memungkinkan pembuangan udara panas untuk mengalir secara langsung ke saluran balik dengan sedikit kemungkinan untuk bercampur dengan aliran udara dingin	
Instalasi perangkat pembantu aliran udara	
Fan pembantu dapat meningkatkan aliran udara ke rak dengan kepadatan tinggi dan meningkatkan kapasitas pendingin berkisar antara 3kW-8kW per rak	
Install self-contained high-density	
Dengan kepadatan rata-rata mendekati 8kW per rak, udara dingin perlu secara langsung mengenai seluruh level dari keseluruhan rak tersebut, (tidak dari bawah atau dari atas saja)	

E. Sistem Pengkabelan

Jalur Pengkabelan

Jalur pengkabelan pada *data center* harus mengikuti spesifikasi dari ANSI/TIA-569-B.

Ketentuan Jalur Pengkabelan	Kondisi Real
Pengamanan <i>data center cabling pathway</i>	
Tindakan pengamanan sistem pengkabelan pada data center adalah: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jalur kabel bukan merupakan jalur akses public ▪ Setiap lubang maintenance, pull boxes, dan splice boxes serta gerbang untuk utilitas tunnel yang digunakan untuk ruangan masuk telekomunikasi harus dilengkapi dengan kunci pengaman. ▪ Pengkabelan untuk ruang masuk perangkat telekomunikasi sebaiknya tidak diarahkan melalui CER (Common Equipment Room). ▪ Disediakan sistem monitor keamanan menggunakan kamera, alarm remote, atau keduanya. ▪ Kabel harus diterminasi setidaknya satu di akhir main distribution area atau horizontal distribution area, atau harus dipindahkan sama sekali. 	
Pemisahan kabel berdasarkan kategori tertentu	
Pemisahan kabel <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bertujuan untuk meminimalkan <i>longitudinal</i> 	

<p>untuk energi dan telekomunikasi</p>	<p><i>coupling</i> antara kabel power dan kabel tembaga <i>twisted-pair</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pada deretan kabinet perangkat, alokasikan deret yang berbeda untuk pengkabelan power dan telekomunikasi ▪ Ketentuan pemisahan kabel power elektrik dan <i>twisted-pair</i> dapat dilihat pada tabel ketentuan pemisahan pengkabelan <i>twisted-pair</i> dan <i>shielded power</i> pada <i>data center</i> 	
<p>Pemisahan pengkabelan tembaga dan fiber</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk memudahkan administrasi, operasi, dan meminimalkan kemungkinan kerusakan untuk kabel fiber dengan diameter kecil ▪ Tidak perlu menggunakan penghalang fisik untuk memisahkan keduanya ▪ Ketika tidak memungkinkan untuk memisahkannya, maka kabel fiber harus berada di atas kabel tembaga 	
<p>Jalur Masuk Telekomunikasi</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipe jalur masuk: pintu masuk telekomunikasi untuk <i>data center</i> harus terletak <i>underground</i> ▪ Penentuan jumlah jalur masuk: <ol style="list-style-type: none"> 1. Jumlah <i>entrance conduit</i> yang dibutuhkan tergantung dari jumlah akses provider yang akan menyediakan servis ke data center berikut jumlah dan tipe sirkuit yang juga disediakan oleh <i>access provider</i> 2. <i>Entrance pathway</i> juga harus memiliki kapasitas yang cukup untuk mengatasi pertumbuhan dan tambahan <i>access provider</i> 3. Setiap <i>access provider</i> harus mempunyai setidaknya satu (100 mm/ 4in) <i>trade size conduit</i> pada setiap titik. 4. <i>Conduits</i> yang digunakan untuk <i>optical fiber cable entrance</i> harus mempunyai tiga <i>innerduct</i> [dua 38mm (1.5 in) dan satu 25mm (1.0 in) atau tiga 33mm (1.25 in)] 		
<p>Sistem Access Floor (Sistem Raised-Floor)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cable tray untuk pengkabelan telekomunikasi ▪ Pengkabelan telekomunikasi harus berada pada cable tray ventilated yang tidak menghalangi aliran udara. Lihat ANSI/TIA-569-B untuk pertimbangan desain. Harus dipasang pada multiple layer untuk kapasitas tambahan. Cable tray harus punya kedalaman maksimum 		

<p>150 mm(6in). Routing under-floor tray harus dikoordinasikan dengan sistem under floor lainnya selama masa perencanaan gedung.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kebutuhan <i>access floor performance</i> ▪ Access floor untuk data center sebaiknya menggunakan <i>bolted stringer understructure</i>. Access floor stringer harus memiliki panjang sebaiknya 1.2 m (4 ft) diinstal pada pola “herringbone” untuk meningkatkan stabilitas. Pedestal harus dibolted terhadap subfloor untuk menambah stabilitas. ▪ <i>Floor tile cut edging</i> ▪ <i>Cable types under access floor</i> 	
Overhead Cable Tray	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistem pengkabelan overhead dipasang pada beberapa layer untuk menyediakan kapasitas tambahan, umumnya dua atau tiga layer dari tray kabel, satu untuk kabel power dan satu atau dua untuk kabel telekomunikasi. ▪ Satu dari layer <i>cable tray</i> harus mempunyai siku-siku pada satu sisi untuk memasang infrastruktur grounding <i>data center</i>. Kemudian dilengkapi dengan saluran atau sistem tray untuk kabel fiber patch. ▪ Saluran atau tray kabel fiber diamankan dengan tangkai gantungan untuk menyokong tray kabel. Kabel tidak boleh ditinggalkan pada <i>overhead cable tray</i> dalam keadaan tidak tersambung kemanapun. ▪ Kabel harus diterminasi setidaknya satu di akhir main distribution area atau horizontal distribution area, atau harus dipindahkan sama sekali. <i>Overhead cable tray</i> harus mempunyai permukaan bagian bawah yang padat atau ditempatkan setidaknya 2.7m (9 ft) diatas lantai untuk membatasi aksesibilitas atau dilindungi dari kerusakan. ▪ Kedalaman maksimum untuk cable tray adalah 150 mm (6 in). ▪ Mudah diakses dan aliran udara yang tidak terbatas. 	
Pendukung cable tray	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Cable tray</i> digantung di atap. Ada 3 tipe <i>cable tray</i> yang umum untuk dipasang pada instalasi kabel, yaitu: tangga kabel <i>telco-type</i>, <i>center spine cable tray</i>, atau <i>wire basket cable tray</i> ▪ Sistem <i>cable tray</i> harus dihubungkan dengan infrastruktur <i>grounding data center</i> 	
Koordinasi rute cable tray	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perencanaan <i>overhead cabling tray</i> harus dikoordinasikan dengan perencanaan arsitektur mekanikal dan sistem elektrik ▪ Pengukur cahaya dan penyemprot air harus diletakkan diantara <i>cable tray</i>, bukan di atas <i>cable tray</i>. 	

Ketentuan pemisahan pengkabelan twisted-pair dan shielded power pada data center

Jumlah Sirkuit	Tipe Sirkuit Elektrik	Jarak pemisahan (dalam mm dan in)
1-15	20A 110/240V 1-phase shielded or unshielded	Menunjuk pada ketentuan ANSI/TIA/EIA-568-B
16-30	20A 110/240V 1-phase shielded	50 mm
31-60	20A 110/240V 1-phase shielded	100 mm
61-90	20A 110/240V 1-phase shielded	150 mm
91+	20A 110/240V 1-phase shielded	300 mm
1+	100A 415V 3-phase shielded feeder	300 mm

Ketentuan pemasangan *backbone cabling* diberikan sebagai berikut:

Ketentuan Pemasangan <i>Backbone Cabling</i>	Kondisi Real
Topologi pemasangan	
Topologi star (dimana setiap koneksi silang horizontal pada area distribusi horizontal akan dihubungkan dengan kabel secara langsung ke <i>main cross-connect</i> pada area distribusi utama)	
Peletakkan <i>backbone cabling cross-connect</i>	
Pada ruang telekomunikasi, ruang perangkat, area distribusi utama, area distribusi horizontal, atau ruang masuk Jika ada banyak <i>entrance room</i> maka <i>backbone cabling</i> secara langsung mengarah ke <i>horizontal cross-connect</i> dimungkinkan ketika batasan jarak menjadi pertimbangan	
Redundansi <i>backbone cabling</i>	
Dapat menggunakan topologi lain (ring, bus atau <i>tree</i>) Topologi redundan adalah hierarki secara parallel dengan area distribusi redundan	
Media <i>backbone cabling</i>	
Media yang dikenali sesuai dengan standar yang tertera pada ANSI/TIA/EIA-568-B.2 dan ANSI/TIA/EIA-568-B.3	

F. Pengaturan Layout Ruangan

Pengaturan Layout Ruangan untuk Komponen Fisik <i>Data Center</i>	Kondisi Real
Penentuan Grid Lantai	
Tersedianya peta ruangan <i>data center</i> dengan grid (ukuran 61 cm) dengan skala dan detail seakurat mungkin. Peta tersebut akan memudahkan penentuan peletakkan komponen fisik <i>data center</i> dengan tepat.	
Langkah pertama adalah tetapkan grid untuk perangkat mekanik terlebih dahulu.	

Perangkat akan diletakkan sesuai garis yang ada pada grid tersebut	
Penentuan Layout Ruang untuk Peletakkan Perangkat Mekanik	
Peletakkan PDU (<i>Power Distribution Units</i>)	
Tentukan posisi mana saja yang memenuhi minimal jarak interferensi gelombang elektromagnetik oleh PDU ke perangkat server (akan mendapatkan beberapa alternatif lokasi)	
Tetapkan lokasi yang memungkinkan perutean terefisien dengan perangkat server setelah diketahui minimal jarak interferensi gelombang elektromagnetik	
Peletakkan <i>Air Handlers</i>	
Ditempatkan sepanjang dinding dan tegaklurus terhadap barisan server	
Peletakkan <i>Fire Suppression Tanks</i>	
Diletakkan di ruang terpisah dengan ruang server atau perangkat lainnya	
Perhatikan letak pipa yang akan mengalirkan gas peredam api, bisa ditempelkan di dinding atau dipasang secara <i>overhead</i>	
Penentuan Layout Ruang untuk Peletakkan Perangkat Server	
Server dikelompokkan (diletakkan ditengah-tengah ruangan):	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fungsi-fungsi yang sama ▪ Kelompok fungsi bisnis atau organisasi suatu departemen ▪ Vendor manufaktur yang sama 	
Sediakan ruang tambahan untuk antisipasi pertumbuhan server	
Penentuan Layout Ruang untuk Hal Lain	
<i>Clearance area (buffer zone)</i>	
<i>Clearance area</i> untuk PDU minimal 1.2 meter dengan sekitarnya	
<i>Clearance area</i> untuk <i>Air Handler</i> sekitar 2.4-3 meter dengan sekitarnya	
Gang (<i>Aisles</i>)	
Gang antar barisan server minimal 1.2 meter	
Gang antar jalan utama minimal 1.5 meter	

G. Instalasi *Raised-Floor*

Aspek yang Harus Diperhatikan dalam Instalasi <i>Raised-Floor</i>	Kondisi Real
Ketinggian Lantai	
Ketinggian lantai sangat tergantung kepada ukuran dan tipe lingkungan server. Makin tinggi lantai, makin banyak udara yang bisa disirkulasikan pada <i>data center</i> . Tinggi rata-rata adalah 18-24 inch (45,7-61 cm)	
Jarak Lantai dengan Loteng	
Pada ruang telekomunikasi, ruang perangkat, area distribusi utama, area distribusi horizontal, atau ruang masuk Jika ada banyak <i>entrance room</i> maka backbone cabling secara langsung mengarah ke <i>horizontal cross-connect</i> dimungkinkan ketika batasan jarak menjadi pertimbangan	
Kapasitas Beban Lantai	
Minimal : 7,2 kPA (150 lbf/ft ²). Rekomendasi : 12 kPA (250 lbf/ft ²)	
Pintu	
Minimum dengan lebar 1 m (3 kaki) dan tinggi 2,13 m (7 kaki)	

Jalan yang Melandai	
<p>Panjangnya ditentukan oleh tinggi dari <i>raised-floor</i> dan kemiringan yang digunakan untuk mencapai tinggi tersebut. Biasanya digunakan perbandingan 1:12, 1 inch pertambahan tinggi lantai, maka 12 inch pertambahan panjang <i>ramp</i>. Jika tinggi lantai 18 inch, maka panjang <i>ramp</i> adalah 216 inch</p>	

H. Pengaturan Kabinet/Rak

Aspek yang Harus Diperhatikan dalam Pengaturan Kabinet/Rak	Kondisi Real
Ketentuan Umum	
<p>Secara umum, rak akan dilengkapi dengan <i>side mounting rail</i>, dimana perangkat dipasang. Kabinet dilengkapi dengan <i>side mounting rail</i>, panel samping dan atas, pintu depan dan belakang serta dilengkapi dengan kunci</p>	
<p>Susunan penempatan kabinet dan rak adalah susunan yang berselang-seling untuk menciptakan <i>hot and cold aisle</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Hot aisle</i>: di belakang rak dan kabinet. Jika ada <i>access floor</i>, maka <i>cable tray</i> untuk pengkabelan telekomunikasi harus diletakkan di bawah <i>access floor</i> ▪ <i>Cold aisle</i>: di depan rak dan kabinet. Jika ada <i>access floor</i>, maka kabel untuk <i>power distribution</i> harus dipasang di sini, diletakkan di bawah <i>access floor</i> pada kepingan 	
Penempatan Perangkat	
<p>Perangkat diletakkan mengikuti kaidah penempatan kabinet/rak server, yaitu bagian depan perangkat akan menghadap arah yang sama dengan kabinet/server sehingga pembuangan panas dari perangkat ke <i>hot aisle</i> juga dilakukan oleh bagian belakang perangkat</p>	
<p>Panel kosong (<i>filler panel</i>) harus dipasang pada rak yang tidak digunakan dan ruang kabinet untuk meningkatkan fungsi <i>hot and cold aisles</i>. <i>Filler panel</i> dapat dipasang pada ruang horizontal dan vertikal untuk mencegah udara dingin langsung keluar dan resirkulasi dari udara hangat melalui kabinet dan perangkat</p>	
Penempatan Rak dan Kabinet	
<p>Penempatan rak dan kabinet harus diluruskan dan dipaskan dengan pinggiran <i>grid</i> dari <i>access floor</i></p>	
<p>Rak ditempatkan sedemikian sehingga <i>threaded rod</i> yang mengikatkan rak pada <i>slab</i> tidak akan mengganggu <i>access floor stringer</i></p>	
Aspek yang Harus Diperhatikan antara Rak/Kabinet dan Access Floor	

Kriteria potongan ubin pada access floor	
Potongan ubin pada <i>access floor</i> sesuai dengan ukuran yang disepakati	
Pemasangan <i>dampers/brush</i> pada ubin untuk mengurangi udara yang hilang saat ubin pada lantai dibuka	
Pemasangan pinggiran/ <i>grommet</i> sepanjang tepi ubin	
Pemasangan kabinet/rak pada access floor	
Ukuran kabinet (maksimal) menyamai ukuran lebar dari ubin, kecuali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ MDA dan HDA dimana terdapat manajemen kabel vertikal yang biasanya dipakai untuk menyediakan manajemen kabel yang cukup besar ▪ <i>Entrance room</i> untuk rak dan kabinet <i>access provider</i>, dimana biasanya mencapai 585 mm (23 in) ▪ Kabinet untuk server-server besar yang tidak cukup pada ukuran 480 mm (19 in) 	
Layout ubin tidak mengizinkan udara dari belakang rak untuk memasuki bagian depan rak lain.	
Rak yang cocok dengan <i>access floor</i> harus diikat pada pelat semen atau kanal metal diamankan ke pelat dengan mengikatkannya pada batang yang menyatu dengan <i>floor tile</i>	
Pinggiran yang tajam pada bagian atas dari batang yang terikat harus dilindungi dengan <i>domed-nuts</i> (penutup bundar) atau dengan metode lain	
Sedangkan bagian <i>exposed thread</i> di bawah <i>access floor</i> harus dilindungi menggunakan <i>split tubing</i> atau metode lain	
Spesifikasi Detail Rak dan Kabinet	
Jarak ruangan (clearance)	
Minimum 1 m (3ft) jarak dari depan harus disediakan untuk instalasi perangkat. <i>Front clearance</i> sebesar 1.2m (4ft) untuk mengakomodasi perangkat yang lebih dalam lebih dipilih	
Minimum 0.6m (2ft) jarak dari belakang harus disediakan untuk service access pada bagian belakang kabinet dan rak. Minimum 1m (3ft) lebih dipilih. Namun beberapa memerlukan service clearance yang lebih lebar dari 1m, dapat dilihat pada requirement manufaktur perangkat	
Ventilasi kabinet	
Cara menciptakan ventilasi kabinet adalah sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penggunaan fan untuk memaksa timbulnya aliran udara ▪ Penggunaan aliran udara natural melalui <i>hot</i> dan <i>cold aisle</i> dengan terbukanya ventilasi pada bagian depan dan belakang kabinet ▪ Kombinasi keduanya 	
Untuk beban panas yang <i>moderate</i> , maka kabinet dapat menerapkan beberapa practice dibawah ini: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventilasi melalui slot atau perforasi pada bagian depan dan belakang pintu untuk menyediakan minimum 50 % ruang terbuka. 	

<p>Meningkatkan ukuran dan area ventilasi terbuka dapat meningkatkan level ventilasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventilasi melalui <i>forced airflow</i> dengan penggunaan fan pada kombinasi dengan penempatan vent pintu dengan tepat, dan ruang yang cukup antara perangkat dan pintu rak 	
<p>Untuk beban panas yang tinggi, maka <i>natural airflow</i> tidak cukup sehingga sistem <i>forced airflow</i> menggunakan kombinasi penempatan vent yang tepat sebagai tambahan sistem fan pendingin akan dipakai untuk mengurangi beban panas</p>	
<p>Jika kabinet fan dipasang, maka harus memperhatikan tipenya, syaratnya desainnya harus tidak mengganggu fungsi dari <i>hot</i> dan <i>cold aisles</i>. Aliran udara dari fan harus mencukupi untuk menghilangkan panas yang ditimbulkan dalam kabinet. Untuk pemasangan fan, diperlukan kabel yang dari sirkuit yang berbeda dari yang diberikan PDU atau UPS fed power panel untuk availabilitas.</p>	
<p>Ketinggian rak dan kabinet</p>	
<p>Maksimum 2.4m (8ft). Rak dan kabinet idealnya tidak boleh lebih tinggi dari 2.1m (7ft) untuk kemudahan akses perangkat atau koneksi hardware yang letaknya ada diatas.</p>	
<p>Kedalaman dan lebar rak dan kabinet</p>	
<p>Kabinet harus mencukupi untuk mengakomodasi perangkat yang direncanakan, termasuk <i>cabling</i> pada bagian depan dan/atau belakang, <i>power cord</i>, manajemen kabel perangkat keras, dan <i>power strips</i>. Pergunakan kabinet dengan ukuran kedalaman paling tidak 150 mm (6 in), kemudian lebar rak adalah 480 mm (19 in) untuk <i>patch panels</i> dan peralatan</p>	
<p>Rail yang adjustable</p>	
<p>Kabinet harus punya rail yang mudah disesuaikan pada bagian depan dan belakang. Rails harus menyediakan 42 atau lebih rak unit (RU) dari <i>mounting space</i>.</p>	
<p>Perangkat aktif dan hardware yang terhubung harus diikatkan pada rail pada batas rak unit untuk mengefisiensikan dan memaksimalkan penggunaan ruang kabinet.</p>	
<p>Jika <i>patch panel</i> dipasang pada bagian depan kabinet, maka front rail harus berhenti minimal pada 100mm (4in) untuk menyediakan ruang bagi manajemen kabel antara patch panel dan pintu serta menyediakan ruangan untuk pengkabelan antara kabinet. Sama halnya dengan ketika patch panel dipasang pada bagian belakang kabinet, rail bagian belakang harus berhenti setidaknya pada 100 mm (4in).</p>	
<p>Patch panels tidak seharusnya dipasang pada bagian depan dan</p>	

belakang rail dari kabinet atau rak untuk mencegah servis akses pada bagian belakang <i>patch panel</i>	
Jika power strips dipasang pada bagian depan atau belakang rail kabinet, maka jarak dengan ruangan yang cukup harus disediakan untuk <i>power cord</i> dan <i>power supplies</i> yang dipasang pada <i>power strips</i>	
Finishing rak dan kabinet	
Proses pemasangan rak oleh vendor dilakukan di <i>entrance room</i>	
Power strips	
<i>Power strip</i> hanya dipasang pada kabinet/rak yang memiliki perangkat yang aktif	
Konfigurasi yang umum bagi <i>power strips</i> dalam cabinet paling tidak 20A, 120V	
Pertimbangan dua <i>power strip</i> yang terdiri dari sumber tenaga berbeda perlu dipertimbangkan untuk <i>availabilitas</i>	
<i>Power circuit</i> harus mempunyai konduktor <i>neutral</i> dan <i>ground</i>	
<i>Power strips</i> dengan indicator tapi tanpa tombol on/off atau tombol reset harus digunakan untuk pematian darurat	
Sejumlah <i>power strips</i> harus digunakan untuk menyediakan stopkontak yang cukup dan kapasitas yang ada untuk mendukung peralatan yang sudah direncanakan sebelumnya	
Steker untuk <i>power strip</i> haruslah steker terkunci untuk menghindari pemutusan tak disengaja	
<i>Power strip</i> hendaknya dilabeli dengan pembeda PDU/pane dan nomor <i>circuit breaker</i>	
Spesifikasi tambahan kabinet dan rak	
Mengacu ke ANSI T1.336: Minimum dengan lebar 1 m (3 kaki) dan tinggi 2,13 m (7 kaki) Maksimum tinggi kabinet dan rak sampai 2,4 m (8 kaki) dan kedalaman kabinet sampai 1,1m (43 inch)	
Lubang-lubang pada pintu kabinet harus dioptimalkan untuk aliran udara dingin yang maksimum ke perangkat, pilihlah pintu yang berlubang kecil-kecil, jangan menggunakan pintu tertutup rapat (yang biasanya terbuat dari kaca)	
Jika menggunakan <i>fan-assisted rack/kabinet</i> harus diperhatikan	
Perhatikan dengan baik <i>requirement</i> pembersihan pada spesifikasi server atau hardware yang ada.	
Kaitan struktur rak dengan sistem pengkabelan	
Susunan pengkabelan pada area rak/kabinet ruang server ini harus tidak lebih padat dibandingkan pada area <i>switching</i> , dengan kabel power yang lebih banyak dari kabel data.	
Manajemen kabel, kabel harus dirutekan dan diikatkan dengan baik sesuai dengan kelompok yang sama	
<i>Vertical cable manager</i> sebaiknya dipasang antara masing-masing	

<p>pasangan rak dan pada kedua ujung dari setiap barisan rak-rak. Lebar <i>vertical cable manager</i> tidak kurang dari 83 mm (3,25 inch). Dimana rak-rak tunggal dipasang, lebar <i>vertical cable manager</i> sebaiknya tidak kurang dari 150 mm (6 in). Dimana suatu baris satu atau beberapa rak dipasang, pertimbangkan untuk memasang <i>vertical cable manager</i> dengan lebar 250 mm (10 in) antara rak-rak, dan 150 mm (6 inch) pada kedua ujung barisan. <i>Vertical cable manager</i> sebaiknya diperpanjang dari lantai ke puncak dari rak-rak.</p>	
<p><i>Horizontal cable managers</i> sebaiknya dipasang diatas dan dibawah masing-masing panel. Perbandinga yang dianjurkan dari <i>horizontal cable management</i> ke <i>patch panel</i> adalah 1:1.</p>	
<p><i>Overhead cable trays</i> sebaiknya untuk managemen <i>patch cable</i> antara rak-rak dan sebaiknya tidak digunakan untuk dukungan structural rak-rak. Disarankan bahwa insinyur structural dikonsultasikan dalam menentukan pemasangan yang cocok untuk <i>high weight load applications</i>.</p>	
<p><i>Vertical cable management, horizontal cable management, dan slack storage</i> hendaknya cukup untuk memastikan bahwa kable dapat dipasang dengan rapid dan persyaratan radius <i>bend</i> memenuhi seperti yang dispesifikasikan di ANSI/EIA/TIA-568-B.2 dan ANSI/EIATIA-568-B.3.</p>	