

ANALISIS DAN PERANCANGAN *POWER MANAGEMENT DATA CENTER* BERDASARKAN *TIERING LEVEL* DI PEMERINTAHAN KABUPATEN BANDUNG MENGGUNAKAN STANDAR TIA-942 DENGAN METODE PPDIOO *LIFE-CYCLE APPROACH*

¹Ibnu Caesar, ²Rd Rohmat Saedudin ³Umar Y.K.S. Hedyanto

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹caesar.ibnu@gmail.com, ²rdrohmat@telkomuniversity.ac.id, ³umaryunan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Kabupaten Bandung bertanggung jawab terhadap layanan dibidang komunikasi dan informatika. Saat ini dinas tersebut telah memiliki *data center* yang berfungsi sebagai penyedia layanan di bidang komunikasi dan informatika bertempat pada gedung kantor DISKOMINFO. Berdasarkan rencana jangka panjang kedepannya *data center* tersebut akan dikembangkan baik secara infrastruktur, *hardware*, dan layanan yang diberikan. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah perencanaan yang baik terhadap seberapa besar daya yang akan digunakan kedepannya dan sistem kelistrikan yang sesuai. Dibutuhkan perancangan *power management data center* yang sesuai dengan kebutuhan daya pada *data center* tersebut. Rancangan ini menggunakan metode PPDIOO *Life-Cycle Approach* pada tiga tahapan awal yaitu *prepare, plan, design* dan sesuai dengan standar TIA-942. Penggunaan metode ini cocok dengan pengembangan *data center* Pemerintah Kabupaten Bandung yang berkelanjutan dengan adanya tahap *optimize* untuk pengembangan jangka panjang *data center* tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini berupa *guideline* pengembangan *data center* sesuai standar TIA-942 yang terbagi kedalam *tiering level*, diketahui bahwa penggunaan daya pada *tier 1* sebesar 82954 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 110 kVA, pada *tier 2* penggunaan daya sebesar 111079 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 145 kVA, dan pada *tier 3* penggunaan daya sebesar 136309 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 175 kVA.

Kata kunci—*Data Center, PPDIOO Life-Cycle Approach, Standard TIA-942, power management.*

I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi merupakan bidang yang berkembang cukup pesat di akhir dekade ini yang ditandai dengan meningkatnya kebutuhan akan teknologi informasi. (TI) [1]. Dengan semakin canggihnya TI saat ini memberikan kemudahan pada manusia dalam berkomunikasi, seperti bertukar informasi dalam bentuk data, suara, dan *video*. Selain

itu perkembangan TI menyebabkan kemunculan berbagai jenis kegiatan yang berbasis pada teknologi seperti *e-commerce, e-education, dan e-government* [2] dimana setiap aktivitas dari masing-masing kegiatan tersebut saling mempertukarkan data.

Sebagai pusat penyimpanan sebuah data yang akan dipertukarkan tersebut dikenal sebuah teknologi yang disebut dengan *data center*. *Data center* dikenal sebagai *server farm* atau ruang komputer tempat berkumpulnya server perusahaan [3]. *Data center* adalah tempat penyimpanan data dan juga berfokus pada pembawa layanan informasi jaringan dan *Internet* [4]. Dengan begitu *data center* kini menjadi salah satu TI yang paling banyak diterapkan oleh beberapa pihak seperti instansi pemerintahan, bank, institusi pendidikan, dan perusahaan besar lainnya untuk meningkatkan layanan dan daya saing dalam melayani setiap *stakeholder* yang terkait dengan proses bisnis masing-masing instansi dan perusahaan.

Dalam pengoperasiannya *data center* membutuhkan energi/daya yang sangat besar dan meningkat setiap tahunnya. Pemerintahan kabupaten Bandung melalui salah satu dinas yaitu Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik memiliki tugas pokok untuk melaksanakan penyusunan dan kebijakan daerah yang bersifat spesifik dibidang pengelolaan informasi publik, komunikasi publik, teknologi informasi dan komunikasi, serta layanan *e-government*, statistik dan persandian. Pada saat ini pembangunan *data center* pada Pemerintah Kabupaten Bandung khususnya pada bagian *power management* masih belum optimal padahal hal ini sangat penting dilakukan agar DISKOMINFO dapat menjalankan tugas pokoknya dengan baik dan bisa melakukan pengelolaan yang baik terhadap penggunaan energi/daya pada *data center*.

Dengan belum optimalnya pembangunan dan perancangan *power management data center* pada Pemerintah Kabupaten Bandung khususnya pada DISKOMINFO, maka salah satu solusi yang ada adalah dilakukannya analisis terhadap pembangunan *power management data center* pada

Pemerintah Kabupaten Bandung dan memberikan sebuah standar baku dalam pembangunan *data center* berdasarkan *tiering level* dengan menggunakan standar TIA-942 untuk memudahkan Pemerintah Kabupaten Bandung dalam membangun sebuah *data center* yang sesuai dengan *tier* dan standar disetiap *tier*-nya, setelah itu juga menyesuaikan dengan kondisi geografis tempat dibangunnya *data center*. TIA-942 itu sendiri merupakan sebuah standar perancangan infrastruktur pada *data center* [5].

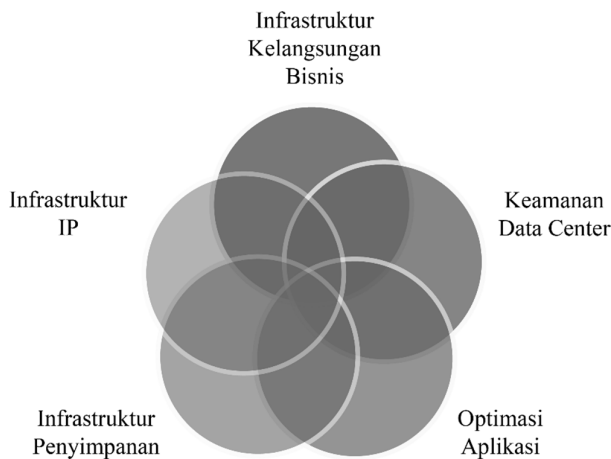
Dalam standar TIA-942 telah menerangkan dan menentukan semua ketentuan yang harus dipenuhi disetiap tingkatan *tier* pada *data center*. Penelitian ini menggunakan metodologi PPDIOO yang merupakan sebuah metodologi dari CISCO untuk mendesain sebuah jaringan, yang memiliki 6 tahap antara lain: *prepare, plan, design, implement, operate, dan optimize* [6].

II. STUDI LITERATUR

A. Definisi Data Center

Menurut definisi dari *Telecommunication Industry Assosiation* (TIA-942) [7], *data center* merupakan bangunan atau bagian dari bangunan yang memiliki fungsi utama sebagai ruang komputer dan area pendukungnya. Fungsi utama dari *data center* adalah mengkonsolidasi dan memusatkan seluruh sumber daya teknologi informasi, rumah dari operasi jaringan, memfasilitasi bisnis elektronik, dan untuk memberikan layanan tanpa gangguan untuk operasi pengolahan data yang kritikal. Menurut definisi dari Hwaiyu Geng [8] *data center* adalah peralatan elektronik utama yang digunakan untuk melakukan pengolahan data, tempat penyimpanan data, dan menjadi tempat peletakan alat-alat komunikasi. Berdasarkan Gambar 1 terdapat lima aspek layanan utama pada *data center*, yaitu:

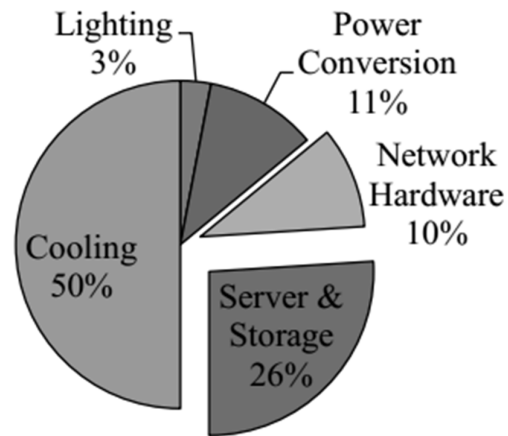
1. *Business Continuanance Infrastructure*
2. *Data Center Security*
3. *Application Optimization*
4. *Storage Infrastructure*
5. *IP Infrastructure*



Gambar 1 Layanan utama *Data Center* [9]

B. Energy Consumption Pada Data Center

Penggunaan energi pada *data center* terdiri atas IT *equipment* (*servers, networks, dan storage*) dan *infrastructure facilities* (*cooling dan power conditioning systems*). Berdasarkan Gambar 2 terdapat rincian penggunaan energi pada *data center*.



Gambar 2 Penggunaan Energi Pada *Data Center* [14]

C. Aspek Penting Dalam Merencanakan Power Pada Data Center

1. Gather the IT equipment power requirements

Dalam mengumpulkan kebutuhan ini juga diperhitungkan bagaimana *power redundancy* dari setiap peralatan IT yang ada, menentukan *power receptacles* (jumlah koneksi daya yang diperlukan antara *server* dan *Power Distribution Unit* (PDU)) yang dibutuhkan, selanjutnya mengetahui kapasitas *power* yang harus dihasilkan.

2. Gather the facility power and cooling parameters

Pada langkah ini kita mengumpulkan informasi dasar mengenai *data center* seperti mengetahui seberapa besar voltase yang digunakan, mengetahui ketersediaan *power*, mengetahui tipe *power plugs* yang digunakan, dan seberapa banyak perangkat *cooling* yang dimiliki.

3. Design the PDU solution

Power distribution unit (PDU) merupakan cara yang dilakukan untuk menghubungkan peralatan IT dengan sumber *power* yang dimiliki *data center*. Hal ini menentukan kebutuhan *power* pada peralatan IT sesuai dengan kemampuan fasilitas yang dimiliki. Hal ini juga mempertimbangkan agar solusi memberikan *redundancy* yang tepat [12].

D. Electrical Design berdasarkan TIA-942

1. Power

Listrik yang digunakan untuk melayani ruang komputer harus mempunyai suplai sirkuit yang terpisah. Ruang komputer setidaknya harus mempunyai *outlets* sebesar 120V 20A untuk keperluan peralatan listrik.

2. Standby Power

Panel kelistrikan dari ruang komputer harus didukung dengan sistem *generator* yang selalu siaga untuk ruang

komputer, setidaknya telah dipasang satu. Penggunaan dari *generator* lain dinilai untuk dapat digunakan dalam menangani beban listrik. Jika ruang komputer tidak memiliki sistem *generator* siaga yang terdedikasi, kelistrikan dalam ruang komputer harus dihubungkan dengan sistem *generator* bangunan, jika dipasang. Penghentian daya yang diperlukan untuk ruang komputer beserta keperluannya diperintahkan oleh AHJ dan ketentuan hukum (yuridiksi).

3. Bonding and Grounding

Akses harus disediakan untuk sistem *grounding* dalam telekomunikasi yang telah ditentukan oleh ANSI/TIA/EIA-J-STD-607-A. Ruang komputer harus mempunyai *bonding network* (CBN). *Bonding* merupakan penggabungan benda logam secara permanen untuk membentuk sebuah jalur konduktif elektrik yang memastikan kelangsungan elektrikal dan pengkonduksian kemungkinan arus yang dikenakan secara aman [7].

E. Electrical Tiering

Dalam merancang sistem kelistrikan (*Electrical*) pada *data center* memiliki karakteristik yang berbeda di setiap *tier*-nya, berikut standar sistem kelistrikan di setiap *tier* berdasarkan TIA-942 [10]:

1. Tier 1

Pada *tier 1* sumber utama yang mengalirkan listrik hanya ada satu sumber dan tidak memiliki redundansi. Hanya ada satu *generator* yang dipasang dan tidak ada syarat redundansi. Satu *Automatic Transfer Switch* (ATS) biasanya digunakan untuk mengatasi jika sumber listrik utama terputus dan langsung mengalihkan ke *generator*. Selanjutnya pada *tier 1* dapat di *install* sebuah *Uninterruptible Power Supply* (UPS), *Power Distribution Unit* (PDU), dan sebuah sistem *Emergency Power Off* (EPO). Sistem *grounding* tidak menjadi persyaratan yang harus dipenuhi pada *tier 1*. Sistem kelistrikan pada *tier 1* terdapat pada Gambar 3.

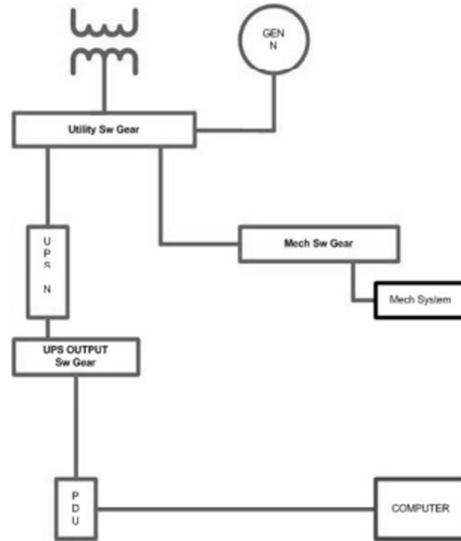
2. Tier 2

Pada *tier 2* harus memenuhi semua syarat yang ada pada *tier 1*, selain itu pada *tier 2* harus memenuhi beberapa persyaratan tambahan sebagai berikut. Pada *tier 2* harus menyediakan N+1 *redundant* UPS untuk menangani semua beban *data center* yang diperlukan, dan tidak memerlukan adanya redundansi pada *generator*. PDU harus digunakan pada *tier 2* untuk mendistribusikan listrik ke perangkat. Sistem *grounding* bangunan harus dirancang dan diuji untuk memberikan impedansi ke tanah kurang dari 5 Ohm, dan EPO harus disediakan. Sistem kelistrikan pada *tier 2* terdapat pada Gambar 4.

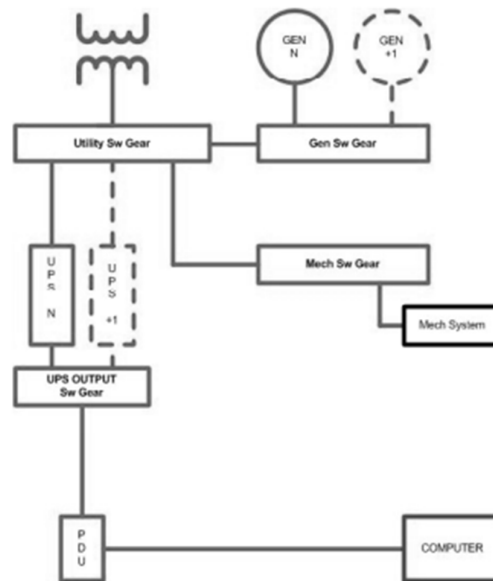
3. Tier 3

Pada *tier 3* harus memenuhi semua persyaratan yang ada pada *tier 2*, selain itu pada *tier 3* harus memenuhi beberapa persyaratan tambahan. Pada *tier 3* setidaknya memiliki redundansi pada modul, jalur, dan tingkat sistem, termasuk *generator* dan sistem UPS, sistem distribusi. Sebuah sistem *grounding* dan penangkal petir harus disediakan. *Transient Voltage Surge Suppression* (TVSS)

harus dipasang di semua tingkat dari sistem distribusi listrik. Sebuah *Central Power and Environmental Monitoring and Control System* (PEMCS) harus disediakan untuk memantau semua peralatan listrik besar seperti gardu utama, sistem *generator*, sistem UPS, PDU, dan ATS. Sistem kelistrikan pada *tier 3* terdapat pada Gambar 5.



Gambar 3 Sistem *Electrical Tier 1* [13]

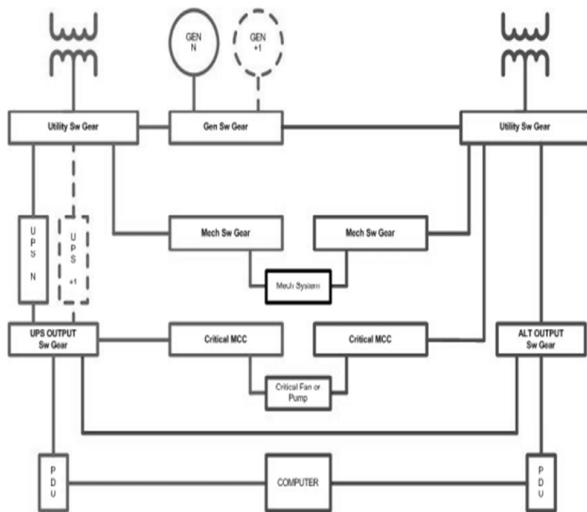


Gambar 4 Sistem *Electrical* pada *Tier 2* [14]

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. PPDIIO *Life-Cycle Approach*

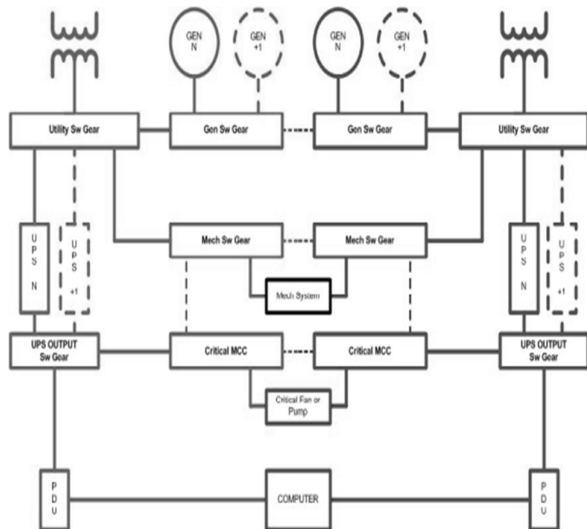
Dalam penelitian ini menggunakan metode *PPDIIO Life-Cycle Approach*. Berdasarkan Gambar 7 terdapat 6 tahapan pada metode *PPDIIO Life-Cycle Approach*.



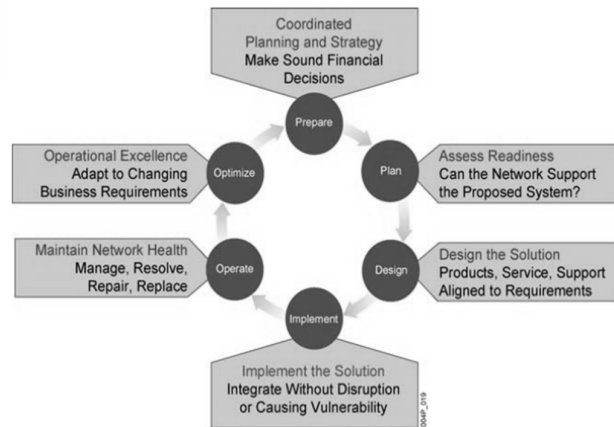
Gambar 5 Sistem *Electrical Tier 3* [13]

4. *Tier 4*

Pada *tier 4* harus memenuhi semua persyaratan yang ada pada *tier 3*, selain itu *tier 4* harus memenuhi persyaratan tambahan. Pada *tier 4* harus dirancang dengan menggunakan konfigurasi 2 (N+1) pada semua jalur, sistem, dan jalur. *Tier 4* memiliki sebuah sistem pemantauan baterai yang mampu memantau secara individual impedansi atau resistensi dari setiap sel dan suhu setiap baterai dan mengkhawatirkan tentang akan terjadinya kegagalan baterai harus di sediakan untuk memastikan operasi baterai yang memadai. *Data center* harus memiliki 2 sumber utama listrik dan 2 buah *generator*. Sistem kelistrikan pada *tier 4* terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6 Sistem *Electrical Tier 4* [13]



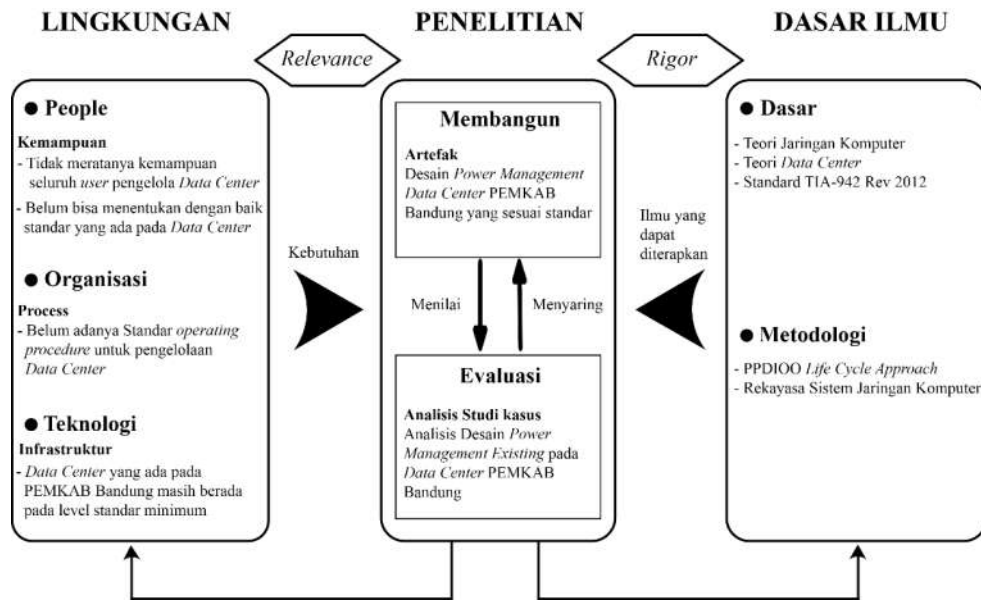
Gambar 7 *PPDIIO Life-Cycle Approach* [6]

1. *Prepare*
2. *Plan*
3. *Design*
4. *Implement*
5. *Operate*
6. *Optimize*

B. Model Konseptual

Model konseptual ini menggambarkan kerangka penelitian Analisis dan Perancangan *Power Management data center* Berdasarkan *Tiering Level* di Pemerintahan Kabupaten Bandung Menggunakan Standar TIA-942 Dengan Metode *PPDIIO Life-Cycle Approach* yang bertujuan untuk membuat rancangan *Power Management data center* yang sesuai dengan standar dan *Tiering Level*.

Pada Gambar 8 menjelaskan bahwa permasalahan yang ada pada Pemerintah Kabupaten Bandung berada pada bagian lingkungan, dimana permasalahan yang ada dibagi menjadi tiga komponen yaitu *People*, *Organisasi*, dan *Teknologi*. Permasalahan pada *people* terletak pada belum meratanya kemampuan *user* mengenai *data center*; pada organisasi belum terdapatnya sebuah standar *operating procedure* pada pengelolaan *data center*; sedangkan pada teknologi permasalahan yang ada terdapat pada *data center* Pemerintah Kabupaten Bandung yang masih berada pada standar *level* minimum. Dengan masalah yang ada pada bagian Penelitian akan menghasilkan sebuah artefak berupa Desain *Power Management data center* Pemerintah Kabupaten Bandung yang sesuai dengan standar yang ada, dengan melakukan evaluasi terhadap kondisi *data center* Pemerintah Kabupaten Bandung saat ini.



Gambar 8 Model Konseptual Penelitian

Untuk membuat sebuah desain *power management data center* yang sesuai dengan standar yang ada, maka pada bagian dasar ilmu terdapat dasar dan metodologi yang dapat membantu dalam melakukan desain. Dasar yang digunakan antarlain teori jaringan komputer, teori *data center*, dan standar TIA-942. Sedangkan pada bagian metodologi menggunakan metodologi *PPDIOO Life Cycle Approach*.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Kondisi Data Center Saat Ini

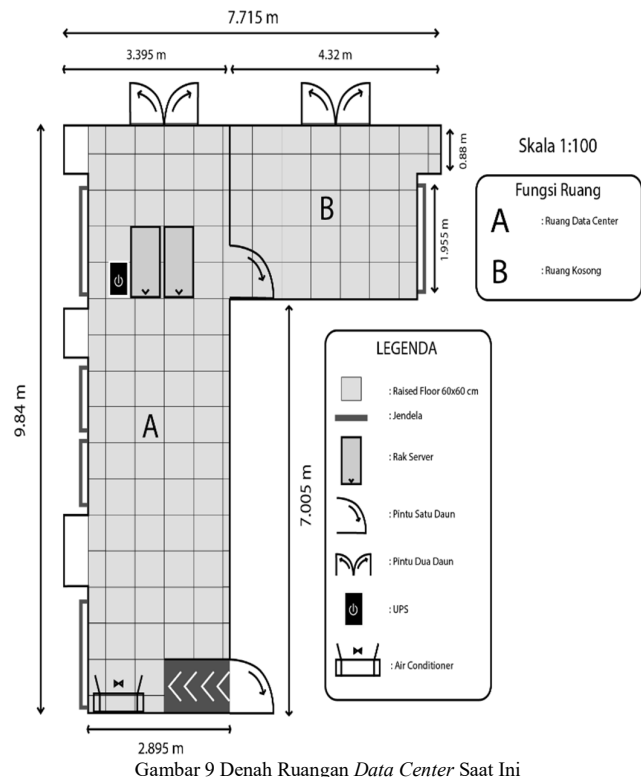
Data center Pemerintah Kabupaten Bandung berada di kantor dinas DISKOMINFO. Pada Gambar 9 Denah Ruangan *data center* terdapat 2 rak *server* yang berspesifikasi 42U, terdapat 1 unit *AC split*, 1 unit UPS dengan ukuran ruangan tersebut adalah 984 cm x 339,5 cm.

B. Penggunaan Daya Saat Ini

Dalam pengamatan yang dilakukan, daya (*power*) yang digunakan oleh *data center* Pemerintah Kabupaten Bandung secara keseluruhan mulai dari perangkat yang berfungsi sebagai infrastruktur TI (*server, router, switch*), cadangan daya (*UPS/Uninterruptible Power Supply*), pendingin (*AC*), hingga peralatan pendukung lainnya. Penggunaan daya pada saat ini terdapat pada Tabel I.

TABEL I
PENGUNAAN DAYA SAAT INI

Ruangan Data Center	Jumlah Device	Total Daya (watt)
Perangkat TI (server, router, switch)	20	7396,67
Perangkat pendukung	4	1820
Total Wattage		9216,67



Gambar 9 Denah Ruangan Data Center Saat Ini

C. Sistem Kelistrikan Saat ini

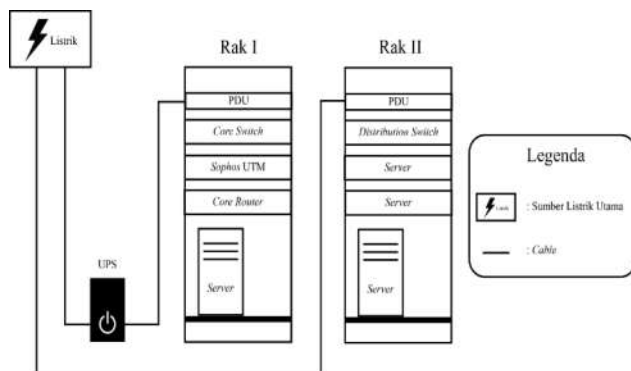
Dari dua rak *server* yang dimiliki oleh Pemerintah Kabupaten Bandung hanya satu rak yang memiliki UPS, rak yang memiliki UPS adalah rak yang berisi perangkat *network* seperti *router, switch*, dan *firewall*. Apabila terjadi pemadaman listrik maka perangkat yang masih bisa aktif adalah perangkat *network*, sedangkan *server* yang terdapat di rak kedua tidak dapat berjalan, aplikasi SIMPEG,

Perizinan, dan JDIIH tidak dapat berjalan. Kemampuan UPS yang ada ketika listrik dari PLN padam dapat bertahan sekitar 15 menit. *Data center* pada saat ini juga tidak memiliki *generator* sebagai *backup* ketika listrik dari PLN terputus. Kondisi sistem kelistrikan saat ini terdapat pada Gambar 10.

D. Denah Ruang Usulan Tier 1, Tier 2, dan Tier 3

Berikut denah ruangan *data center* usulan dari Tier 1 sampai Tier 3 : Pada tier 1 perangkat *power* yang ada adalah satu unit *generator*, satu unit ATS (*Automatic Transfer Switch*), satu unit MDP (*Main Distribution Panel*), satu unit UPS, 5 buah baterai yang berkapasitas 12V 500Ah, dan sebuah tombol EPO.

Pada tier 2 perangkat *power* yang ada tidak jauh berbeda dengan yang ada pada tier 1, karena pada tier 2 sudah memiliki syarat redundansi (N+1) pada perangkat UPS. Sehingga pada tier 2 terdapat dua unit UPS dan memiliki 10 baterai yang berkapasitas 12V 500Ah. Selebihnya perangkat yang ada pada tier 1 dimiliki oleh tier 2.



Gambar 10 Sistem Kelistrikan Saat Ini

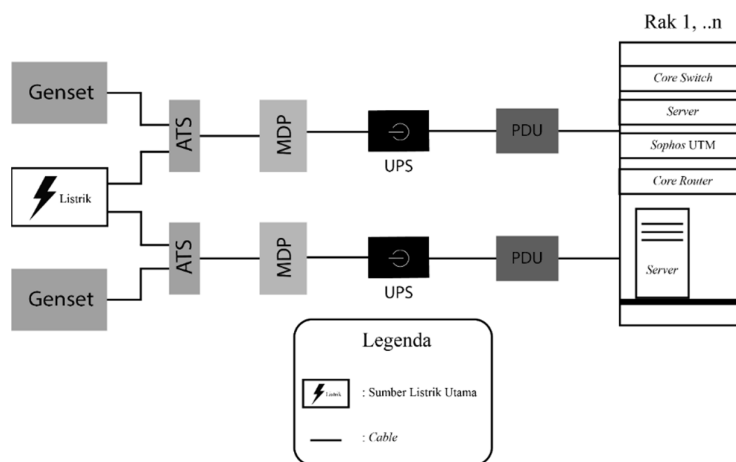
Pada tier 3 perangkat *power* yang ada terjadi banyak penambahan karena pada tier 3 sudah memiliki syarat redundansi secara menyeluruh pada perangkat *power* yang dimiliki. Pada Gambar

11 terdapat denah ruangan usulan *data center* untuk tier 3. Sehingga pada tier 3 terdapat dua unit *generator*, dua unit ATS, dua unit MDP, dua unit UPS, dan memiliki 10 baterai yang berkapasitas 12V 500Ah. Selebihnya perangkat yang ada pada tier 2 dimiliki oleh tier 3.

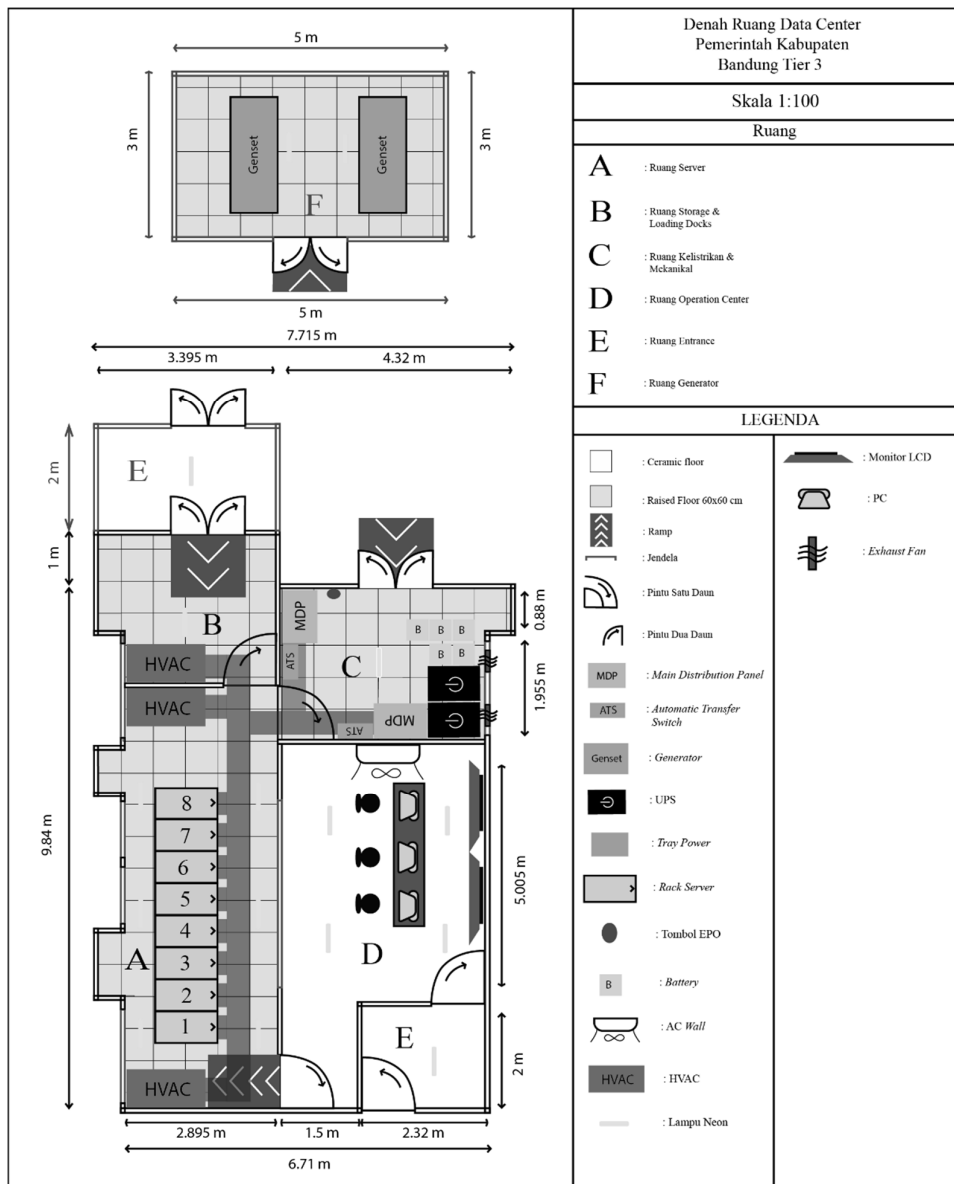
E. Sistem Kelistrikan Usulan Tier 1, Tier 2, dan Tier 3

Sistem kelistrikan pada tier 1 membutuhkan *backup* sumber listrik utama jika sumber listrik utama terputus. Untuk *backup* sumber listrik utama maka menggunakan sebuah *generator/genset*. Setelah itu untuk mengatasi perpindahan dari sumber listrik utama menjadi *generator* dibutuhkan ATS (*Automatic Transfer Switch*) agar perpindahan dari sumber listrik utama ke *generator* berjalan dengan baik dan aman. Setelah dari ATS maka diteruskan ke MDP (*Main Distribution Panel*) dimana pada MDP ini merupakan pusat panel untuk semua aliran listrik ke perangkat yang ada di ruangan *data center*. Selanjutnya akan diteruskan ke UPS, disini UPS berfungsi sebagai *backup power* ketika terjadi peralihan antara sumber listrik utama ke *generator* karena ketika peralihan dari sumber listrik utama ke *generator* maka *generator* memerlukan waktu beberapa menit hingga dapat mengalirkan listrik kembali. Oleh karena itulah selama peralihan ini dibutuhkan UPS agar perangkat tidak langsung mati ketika sumber listrik utama terputus dan sampai *generator* menyala dengan sempurna. Setelah dari UPS diteruskan ke PDU (*Power Distribution Unit*) dan selanjutnya diteruskan pada setiap perangkat yang ada pada masing-masing *rack server*. Sistem kelistrikan pada tier 2 tidak jauh berbeda dengan yang dimiliki tier 1, hanya saja pada tier 2 sudah memiliki redundansi (N+1) pada UPS. Sehingga pada tier 2 sudah memiliki dua unit UPS.

Sistem kelistrikan pada tier 3 terdapat pada Gambar 12, dimana pada tier 3 ini syarat yang harus dipenuhi adalah redundansi secara menyeluruh (N+1). Perbedaan redundansi antar tier 2 dan tier 3 adalah pada tier 2 hanya pada UPS sedangkan pada tier 3 redundansi sudah meliputi UPS dan *generator*.



Gambar 11 Sistem Kelistrikan Tier 3



Gambar 12 Denah Ruang Data Center Usulan Tier 3

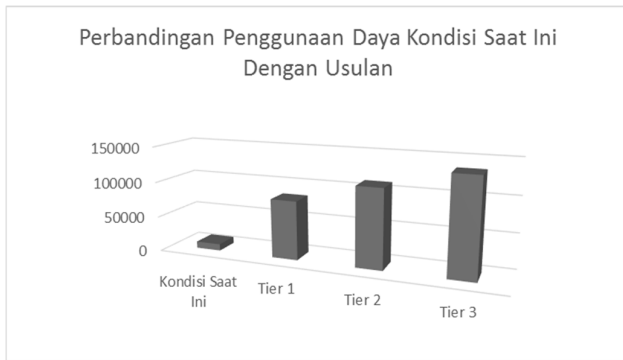
F. Penggunaan Daya pada Tier 1, Tier 2, dan Tier 3

Dari sekian banyaknya usulan perangkat dan kelengkapan lainnya antara lain dari *cooling*, fasilitas bangunan, dan *security* maka didapatkan total penggunaan daya pada tier 1, tier 2, dan tier 3. Berikut perbandingan dari penggunaan daya dari kondisi saat ini sampai pada tier 1, tier 2, dan tier 3.

TABEL II
TABEL PERBANDINGAN PENGGUNAAN DAYA
KONDISI SAAT INI DENGAN USULAN

	Kondisi Saat Ini	Tier 1	Tier 2	Tier 3
Total Wattage	9216,67	82954	111079	136309

Berdasarkan Tabel II dapat dibuat grafik perbedaan penggunaan daya antara kondisi saat ini dengan usulan sebagai berikut. Dari grafik dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang sangat besar terhadap penggunaan *power* pada data center Pemerintahan Kabupaten Bandung. Perbedaan ini diakibatkan karena terjadinya penambahan perangkat dan alat-alat pendukung lainnya sesuai dengan RJP Pemerintah Kabupaten Bandung terhadap Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik. Berdasarkan Gambar 13 menunjukkan grafik perbandingan penggunaan daya kondisi saat ini dengan usulan.



Gambar 13 Grafik Perbandingan Penggunaan Daya Kondisi Saat Ini dan Usulan

G. Penggunaan UPS pada Tier 1, Tier 2, dan Tier 3

Berdasarkan Tabel III terdapat total penggunaan daya pada setiap rak server, dimana pada setiap rak memiliki beban daya sebesar 7000 watt, dan jika di jumlahkan secara keseluruhan total penggunaan daya pada 8 rack adalah 56000 watt.

TABEL III
PENGUNAAN DAYA PADA SETIAP RAK

Rack	Jumlah Device	Wattage
Rack 1	11	7000
Rack 2	11	7000
Rack 3	11	7000
Rack 4	11	7000
Rack 5	11	7000
Rack 6	11	7000
Rack 7	11	7000
Rack 8	11	7000
Total Wattage		56000

Setelah mengetahui berapa daya yang dibutuhkan untuk masing-masing perangkat yang ada pada rack selanjutnya akan menghitung berapa kVA UPS yang dibutuhkan untuk menangani beban 56000 watt. Pertama ketika melakukan pemilihan berapa VA UPS yang dibutuhkan terlebih dahulu harus mengetahui bahwa nilai daya (W) dari UPS ini sejumlah 60% dari nilai tegangan (VA). Dari 56000 watt yang kita butuhkan maka daya yang lebih besar 25% yang kita butuhkan adalah 70000 watt. Selanjutnya kita menghitung berapa kVA UPS yang dibutuhkan. Setelah dilakukan perhitungan maka UPS yang dibutuhkan untuk daya 70000 watt adalah UPS yang memiliki tegangan 120 kVA yang menghasilkan daya sebesar 72000 watt.

Selanjutnya kita menghitung berapa lama waktu backup UPS ketika sumber listrik utama mati. Berikut rumus yang digunakan [10].

$$\text{Waktu Backup} = \frac{\text{Kapabilitas AH Battery}}{A}$$

$$A = \frac{\text{Load Consumed}}{\text{Efficiency} \times \text{Battery volt} \times \text{jumlah baterai}}$$

Dengan menggunakan 5 baterai yang berkapasitas 12v 500 Ah dan dengan besar daya yang digunakan 70000 watt yang sama dengan 87500 VA. Maka waktu backup UPS ketika sumber listrik utama terputus mencapai 14,4 menit. Berikut adalah perhitungannya:

$$A = \frac{\text{Load Consumed}}{\text{Efficiency} \times \text{Battery volt} \times \text{jumlah baterai}}$$

$$A = \frac{87500}{0,7 \times 12 \times 5}$$

$$A = 2083 \text{ A}$$

$$\text{Waktu Backup} = \frac{\text{Kapabilitas AH Battery}}{A}$$

$$\text{Waktu backup} = \frac{500}{2083}$$

$$\text{Waktu backup} = 0,24 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu backup} = 14,4 \text{ menit}$$

Jadi, didapatkan waktu backup UPS yang diusulkan sekitar 14,4 menit.

H. Penggunaan Generator pada Tier 1, Tier 2, dan Tier 3

Sebelum menentukan berapa kVA generator yang kita butuhkan perlu diketahui bahwa 1 kVA yang ada di spesifikasi generator tersebut sama dengan 0,8 kWh (800 watt). Secara keseluruhan penggunaan daya pada usulan tier 1 ini memiliki total 82954 watt, atau dapat dibulatkan menjadi 83 kWh. Dengan begitu generator yang dibutuhkan adalah generator yang berukuran 110 kVA karena 110 kVA ini sama dengan 88 kWh (88000 watt).

Secara keseluruhan penggunaan daya pada usulan tier 2 ini memiliki total 111079 watt, atau dapat dibulatkan menjadi 111 kWh. Dengan begitu generator yang dibutuhkan adalah generator yang berukuran 145 kVA karena 145 kVA ini sama dengan 116 kWh (116000 watt).

Secara keseluruhan penggunaan daya pada usulan tier 3 ini memiliki total 136309 watt, atau dapat dibulatkan menjadi 137 kWh. Dengan begitu generator yang dibutuhkan adalah generator yang berukuran 175 kVA karena 175 kVA ini sama dengan 140 kWh (140000 watt).

I. Penggunaan Power Monitoring Pada Tier 2 dan Tier 3

Penggunaan Power Monitoring merupakan salah satu syarat yang dipenuhi pada tier 2, fokus monitoring pada tier 2 terdapat pada UPS dan generator yang digunakan, sedangkan pada tier 3 selain berfokus pada UPS dan generator monitoring juga dilakukan pada PDU dan Automatic transfer switch. Berikut alasan mengapa Power Monitoring dibutuhkan dalam pengembangan data center:

1. Menghindari bencana Bencana disini bisa saja disebabkan oleh permasalahan terhadap kualitas

- power*, selanjutnya *Power Monitoring* akan memberikan peringatan dini ketika terjadi overloads dan kondisi mekanis yang menyebabkan *power* mati.
2. *Power Monitoring* akan memberikan informasi berapa banyak *power* yang dikonsumsi.
 3. Dengan adanya *Power Monitoring* akan memberikan kita sebuah sistem planning karena sistem *monitoring* akan memberikan informasi mengenai perangkat yang seharusnya diganti sehingga kita bisa mempersiapkannya terlebih dahulu, selanjutnya akan meningkatkan efisiensi dalam melakukan pemeliharaan.

V. KESIMPULAN

Pengembangan *data center* yang sesuai dengan standar TIA-942 yang terbagi kedalam *tiering level* yaitu *tier 1*, *tier 2*, dan *tier 3*. Untuk mencapai *tier 1*, *data center* harus memenuhi unsur N yang artinya *data center* tersebut harus sudah memiliki ATS, UPS, dan *generator* yang tentu saja memenuhi kebutuhan dari *data center*. Untuk mencapai *tier 2*, *data center* tersebut harus memenuhi unsur N+1 yang artinya *data center* dituntut sudah memiliki *backup* pada perangkat *power*-nya yaitu UPS. Untuk mencapai *tier 3*, *data center* tersebut harus memenuhi unsur N+1 tetapi sudah mengharuskan memiliki *backup* pada semua perangkat *power*-nya seperti ATS, UPS, dan *generator*.

Selanjutnya penggunaan UPS yang disesuaikan dengan kebutuhan perangkat yang ada, sehingga semua perangkat dapat terhubung ke UPS dan ketika sumber listrik utama terputus perangkat yang ada pada *data center* tidak langsung mati dan memberikan waktu hingga *generator* sudah siap mengaliri listrik. UPS yang diusulkan sebesar 120 kVA dengan waktu *backup* mencapai 14,4 menit.

Pada sistem kelistrikan, dimulai dari sumber listrik utama yang di teruskan ke ATS. Setelah itu *generator* yang ada juga disambungkan ke ATS, lalu dari ATS diteruskan pada MDP. Setelah dari MDP jalur kelistrikannya diteruskan ke UPS dan dari UPS di sambungkan ke PDU yang berada pada masing-masing *rack server*. Setelah dari PDU barulah listrik dialirkan ke perangkat-perangkat yang ada pada *rack server*.

Penggunaan daya pada *tier 1* yang sebesar 82954 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 110 kVA, pada *tier 2* penggunaan daya sebesar 111079 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 145 kVA, dan pada *tier 3* penggunaan daya sebesar 136309 *watt* membutuhkan *generator* yang berukuran 175 kVA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Athari, N., Kusumasari, T., & Fitrianyah, A. (2015). Pengelompokan Tim Pengembang Berdasarkan Kriteria Perilaku Manusia Dalam Kolaborasi Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 2(02), 59-65.
- [2] W. Wardiana, "Perkembangan Teknologi Informasi di Indonesia," 2002.
- [3] M. Bullock and CIO, "Data Center Definition and Solutions," 14 Agustus 2009.
- [4] H. Ye and Q. S. Zihang Song, "Design of Green Data Center Deployment Model Based on Cloud Computing and," *Computer and Applications*, 2014.
- [5] ADC Krone, "TIA-942 Data Centre Standards Overview," *White Paper*, 2008.
- [6] CISCO, *Designing Cisco Network Service Architectures*, 2007.
- [7] Telecommunication Industry Assosiation, "Telecommunication Industry Assosiation," *TIA-942 Standard*, 2005 .
- [8] H. Geng, *Data Center Handbook*, John Wiley & Sons, 2015.
- [9] D. E. Yulianti and H. B. Nanda, "Best Practice Perancangan Fasilitas Data Center," 2008.
- [10] Telecommunication Industry Assosiation, "Telecommunication Industry Assosiation," *TIA-942 Standard*, 2012.
- [11] Fuji, "Battery & Battery Capacity," *White Paper*, 2010.
- [12] CISCO, "Data Center Power and Cooling," *White Paper*, 2011.
- [13] W. P. Turner, J. H. Seader and K. G. Brill, "Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance," *Site Infrastructure White Paper*, 2006.
- [14] M. Dayarathna, Y. Wen and F. Rui, "Data Center Energy Consumption Modeling : A Survey," 2015.