

ANALISIS DAN PERANCANGAN *ENVIRONMENTAL CONTROL DATA CENTER* DALAM RANCANGAN *SUB DATA CENTER* DI DISKOMINFO KABUPATEN BANDUNG DENGAN MENGGUNAKAN STANDAR EN 50600 DAN METODOLOGI *PPDIOO LIFE-CYCLE APPROACH*

ENVIRONMENTAL CONTROL DATA CENTER ANALYSIS AND DESIGN AT DISKOMINFO KABUPATEN BANDUNG SUB DATA CENTER DESIGN USING EN 50600 STANDARD AND *PPDIOO LIFE-CYCLE APPROACH* METHODOLOGY

M. Kamal Haris Dermawan¹, M. Teguh Kurniawan², Umar Yunan K. S. H.³

^{1,2,3}Prodi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹kamalaharis@telkomuniversity.ac.id, ²tguhkurniawan@telkomuniveristy.co.id,

³umaryunan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Berdasarkan Peraturan Pemerintah tentang Penyelenggaraan Sistem dan Transaksi Elektronik di Instansi Pemerintah Pusat dan Daerah (*e-Government*) pasal 9 tahun 2009 yang menyatakan bahwa setiap instansi pemerintah pusat dan daerah wajib menyediakan fasilitas pusat data yang sesuai tugas pokok dan fungsinya, dan diperkuat dengan Peraturan Presiden No. 96 tahun 2014 sampai dengan tahun 2019 yang menyatakan untuk menciptakan pembangunan dan pemanfaatan pitalebar yang efektif dan efisien, diperlukan perencanaan pitalebar nasional yang komprehensif dan terintegrasi melalui sinkronisasi, sinergi serta koordinasi lintas sektor dan wilayah. Hal tersebut menyebabkan menyebabkan Pemerintah Kabupaten harus membuat *data center* dan melakukan sinkronisasi data ke Pemerintah Pusat. Namun, pada Peraturan Bupati Bandung Nomor 17/2016 pasal 22 ayat 2 menyatakan bahwa Pusat Data dibangun dan dikelola secara terpusat dan dimanfaatkan untuk kepentingan seluruh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD). Peraturan tersebut menyebabkan *data center* yang sudah dikelola pada masing-masing kabupaten harus ditutup. Dan untuk menanggulangi hal tersebut, *data center* yang sudah ada pada Pemerintah Kabupaten Bandung akan dibuat menjadi *sub data center* yang berfungsi sebagai penyimpanan data sementara pada setiap daerah sebelum tersinkronisasi langsung ke *data center* yang ada di pemerintah pusat. Dalam perancangan *sub data center* ini, EN 50600-2-3 *Environmental Control* menjadi standar yang akan diterapkan dan *PPDIOO Life-Cycle Approach* sebagai metodologi penelitian. Hasil dari penelitian ini berupa panduan dalam pengembangan *data center* sesuai EN 50600-2-3 *Environmental Control*.

Kata Kunci : *data center, environmental control, sub data center, EN 50600, PPDIOO Life-Cycle Approach.*

Abstract

Based on the Government Regulation about the Implementation of System and Electronic Transactions in the Central and Regional Government Institutions (*e-Government*) article 9 of 2009 stating that every central and local government institution shall provide data center facility which is in accordance with its main duties and functions, and reinforced by Presidential Regulation number 96 years 2014 to 2019 which states to create the development and utilization of effective and efficient broadband, required comprehensive national and integrated national broadband planning through synchronization, synergy and coordination across sectors and regions. This causes the District Government to create data centers and synchronize data to the Central Government. However, the Regent of Bandung Regulation Number 17/2016 article 22 verse 2 states that the Data Center is built and managed centrally and utilized for the benefit of all the Regional Device Work Unit (SKPD). The regulation causes data centers that have been managed in each district should be closed. And to cope with it, the existing data centers in Bandung Regency Government will be made into a sub data center that serves as a temporary data storage on each region before synchronized directly to the existing data centers in the central government. In the design of this sub-data center, EN 50600-2-3 *Environmental Control* becomes the standard that will be applied and *PPDIOO Life-Cycle Approach* will serve as the research methodology. The result of this research is a guidance in data center development according to EN 50600-2-3 *Environmental Control*.

Keywords : *data center, environmental control, sub data center, EN 50600, PPDIOO Life-Cycle Approach.*

1. Pendahuluan

Data Center merupakan rumah dari sumberdaya komputasi, *storage*, dan aplikasi yang berkaitan untuk mendukung bisnis perusahaan. Infrastruktur *data center* merupakan pusat dari arsitektur TI, karena seluruh konten bersumber atau melewati *data center*. Perencanaan dari pembangunan *data center* harus sangat matang dan performa, *resiliency*, dan skalabilitas juga harus di perhatikan agar *data center* dapat menampung data perusahaan dengan aman dan mendukung bisnis dari perusahaan. Pembangunan *data center* juga harus sesuai dengan standar *data center*, agar dapat lebih efisien [1]. Oleh karena itu, *data center* sering diterapkan pada beberapa pihak seperti instansi pemerintahan, institusi pendidikan, bank dan perusahaan besar lainnya untuk meningkatkan layanan dan daya saing dalam melayani setiap *stakeholder* yang berhubungan dengan proses bisnis yang dijalankan pada perusahaan atau instansi tersebut.

Berdasarkan Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Penyelenggaraan Sistem Elektronik di Instansi Pemerintah Pusat dan Daerah (*e-Government*) pasal 9 tahun 2009 yang berbunyi: "Setiap Instansi Pemerintah Pusat dan Daerah wajib menyediakan fasilitas pusat data yang sesuai tugas pokok dan fungsinya." Hal ini yang menjadi landasan yang mengharuskan setiap pemerintah pusat dan daerah membangun dan mengelola pusat data masing-masing. Kemudian pada Peraturan Presiden (Perpres) nomor 96 tahun 2014 tentang Rencana Pitalebar Indonesia 2014-2019 menyatakan bahwa dalam rangka menciptakan pembangunan dan pemanfaatan pitalebar yang efektif dan efisien, diperlukan perancangan pitalebar nasional yang komprehensif dan terintegrasi melalui sinkronisasi, sinergi serta koordinasi lintas sektor dan wilayah. Selanjutnya mengharuskan *data center* setiap pemerintah daerah wajib menyelaraskan data dengan pemerintah pusat untuk terwujudnya Peraturan Presiden nomor 96 tahun 2014. Mengacu pada hal tersebut, *data center* yang ada pada pemerintahan daerah melakukan sinkronisasi data ke pemerintahan pusat. Namun, pada Peraturan Bupati (Perbup) Bandung No 17 tahun 2016 pasal 22 ayat 2 menyatakan bahwa Pusat Data dibangun dan dikelola secara terpusat dan dimanfaatkan untuk kepentingan seluruh Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD). Hal ini menyebabkan *data center* pada pemerintah daerah harus ditutup Untuk menanggulangi masalah tersebut, *data center* yang berada pada DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung harus dirubah menjadi *sub data center*. *Sub data center* ini sendiri berfungsi sebagai *backup data* pada masing-masing daerah sebelum tersinkronisasi langsung kepada pemerintahan pusat. Dalam perancangan *sub data center* DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung, diperlukan suatu standar yang digunakan pada *data center* sebagai acuan dalam melakukan perancangan *sub data center* agar rancangan yang diajukan dapat diakui oleh dunia serta mengidentifikasi resiko dan *cost* yang dibutuhkan selama perancangan berlangsung. Standar yang digunakan pada penelitian ini ialah standar EN 50600. Dalam melakukan suatu penelitian, diperlukan suatu metodologi yang digunakan untuk membantu merumuskan masalah yang ada pada studi kasus. Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah PPDIOO *Life-Cycle Approach*. PPDIOO *Life-Cycle Approach* merupakan metodologi penelitian yang diusung oleh Cisco, terdiri dari 6 tahapan yaitu: *Prepare, Plan, Design, Implement, Operate and Optimize* [2]. Alasan utama dalam pemilihan PPDIOO *Life-Cycle Approach* sebagai metodologi penelitian adalah karena metodologi ini dapat memungkinkan perancangan jaringan yang kompleks, pengaturan operasi yang mudah, serta pemecahan masalah yang dilakukan tidak sulit. Selain itu, setiap tahapan yang ada pada PPDIOO *Life-Cycle Approach* mendukung manajemen jaringan yang baik dan lebih efisien. Sehingga dapat menekan *cost* dan memudahkan pekerjaan *administrator*. Pada penelitian ini, penerapan metodologi PPDIOO *Life-Cycle Approach* hanya dalam tahap PPD (*Plan, Prepare, Design*). Karena untuk tahap selanjutnya, yakni IOO (*Implement, Operate, Optimize*) hanya dapat dilakukan apabila rancangan yang diusulkan disetujui oleh instansi terkait, yakni DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung. Sehingga, hasil yang diharapkan pada penelitian ini ialah rancangan *sub data center* yang sesuai dengan standar EN 50600. Rancangan ini berfokus kepada seri yang terdapat pada standar EN 50600, yaitu seri EN 50600-2-3 yang membahas tentang *environmental control* pada *data center*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Definisi Data Center

Data Center merupakan rumah dari sumberdaya komputasi, *storage*, dan aplikasi yang berkaitan untuk mendukung bisnis perusahaan. Infrastruktur *data center* merupakan pusat dari arsitektur TI, karena seluruh konten bersumber atau melewati *data center*. [1]

2.2. Kriteria Lokasi Data Center

Menurut Intel *White Paper Selecting a Data Center Site: Intel's Approach* [3] ada beberapa kriteria dalam pemilihan lokasi *data center*, yaitu:

1. *Environmental Condition*

Iklm merupakan kunci dari pertimbangan yang dilakukan dalam menentukan lokasi sebuah *data center*. Dalam pemilihan lokasi, hindari lokasi yang mengalami intensitas angin, es, atau bahaya natural yang berlebihan seperti kualitas udara yang buruk, banjir, gempa, atau gunung berapi. Iklm dapat dengan signifikan mempengaruhi efisiensi *cooling* dari *data center*, yang dapat mempengaruhi *cost* dari *data center* secara berkelanjutan. Iklm

juga dapat berdampak pada bagaimana *data center* tersebut di rancang (termasuk *cost* dari konstruksi dan operasional *data center*). Umumnya, iklim kering dan dingin merupakan iklim yang sangat mendukung pada efisiensi operasional *data center*. Temperatur optimal untuk beroperasi adalah 8-35°C (40-95°F) dan kelembaban relatif harus dalam 20-70%. Hampir seluruh dari fasilitas *data center* dan perlengkapan *server* IT di rancang sesuai dengan ketentuan tersebut.

2. Critical Fiber and Communications Infrastructure

Berbagai macam media seperti *fiber*, *copper*, *satellite* dan *microwave*, digunakan pada konektivitas WAN. Dan tipe media yang digunakan bergantung kepada penyedia layanan beserta kapabilitas mereka. Intel cenderung kepada media fisik seperti *fiber* atau *copper* melalui *satellite* dan *microwave* karena media tersebut tidak rentan oleh *interference* dan kondisi atmosfer lainnya. Intel juga cenderung kepada lokasi dengan *hardened* WAN *access points* agar lebih aman.

3. Critical Power Infrastructure

Seripa dengan WAN dan infrastruktur komunikasi, memahami kerentanan dan kehandalan dari komponen infrastruktur *power* merupakan bagian yang tidak kalah penting pada penentuan lokasi *data center*. Idealnya, *power* dari *data center* harus dibentuk oleh dua penyedia utilitas dengan kualitas *power* yang baik agar dapat menerapkan sistem *redundancy* dan mengurangi risiko. Menggunakan dua penyedia utilitas *power* yang berbeda dapat menghilangkan kebutuhan UPS (*uninterruptable power supply*), serta mengurangi *cost* secara signifikan.

2.3. Perhitungan Jumlah Pendinginan Untuk Data Center

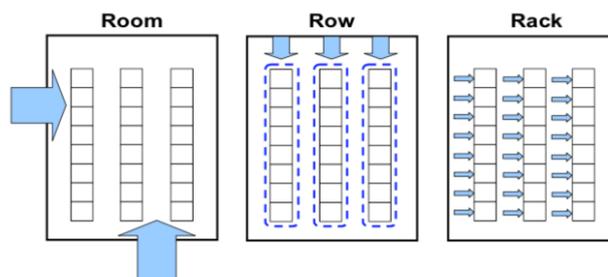
Menurut *white paper* dari Schneider tentang *Calculating Total Cooling Requirements for Data Centers* [4] seluruh perangkat elektrik mengeluarkan panas. Maka dari itu, diperlukan sistem pendinginan pada perangkat agar suhu pada perangkat tersebut tetap terjaga dan stabil sehingga dapat beroperasi dengan normal. Untuk menentukan sebuah sistem pendinginan yang tepat, diperlukan perhitungan jumlah panas yang dikeluarkan dari suatu perangkat. Panas merupakan suatu energi yang biasa diukur dalam satuan Joule, BTU atau Kalori. Namun, untuk satuan yang paling sering digunakan ialah BTU per hour (BTU/h). Dan pada tren dunia, Watt menjadi standar yang menjadi acuan dalam menghitung *power* dan *cooling*. Berikut gambar tabel konversi dari jumlah panas:

Tabel 1 Konversi Jumlah Panas [4]

Given a value in	Multiply by	To get
BTU per hour	0.293	Watts
Watts	3.41	BTU per hour
Tons	3530	Watts
Watts	0.000283	Tons

2.4. Metode Pendinginan Data Center

Berdasarkan metode pendinginan yang diterbitkan oleh Kevin Dunlap dan Neil Rasmussen [6] terdapat 3 metode dalam pendinginan *data center*:



Gambar 1 Metode Pendinginan

1. Room Oriented Architecture

Metode ini dapat diterapkan bila tata letak *rack* tidak beraturan.

2. Row Oriented Architecture

Metode ini dapat diterapkan untuk *rack* yang berada dalam 1 baris. Dan aliran udara pada metode ini dapat diprediksi, karena hanya dialirkan untuk 1 baris.

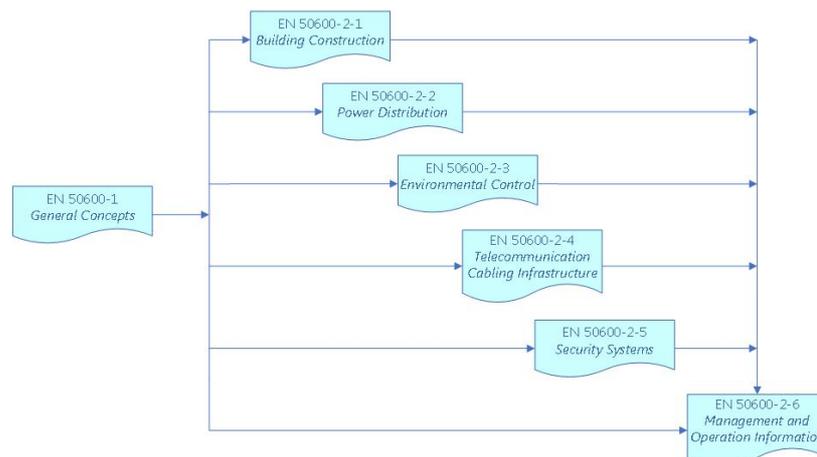
3. Rack Oriented Architecture

Metode ini dapat diterapkan bila metode pendinginan hanya digunakan untuk sebuah *rack* server.

2.5. Definisi EN 50600 Standard

EN 50600 merupakan standar Eropa yang secara spesifik membahas tentang *requirements* dan rekomendasi yang dapat mendukung berbagai instansi dalam membuat suatu desain, perancangan, pengadaan, integrasi, instalasi, operasi dan pemeliharaan fasilitas dan infrastruktur yang ada pada data center Instansi yang terlibat pada standar ini adalah [5]:

- Pemilik proyek, manajer proyek, dan kontraktor
- Arsitek, desainer bangunan, desainer sistem dan instalasi
- *Integrator* fasilitas dan infrastruktur, penyedia perlengkapan



Gambar 2 EN 50600-x Series [5]

2.6. EN 50600-2-3 Environmental Control

EN 50600-2-3 merupakan seri dari standar EN 50600 yang membahas tentang *environmental control* pada *data center*. *Environmental control* berfokus kepada kontrol lingkungan di sekitar *data center*, yang terkait dengan efisiensi energi yang digunakan pada *data center* dengan cara melakukan pengukuran, kontrol dan *monitoring* sehingga sumber daya yang digunakan pada *data center* tetap stabil dan efisien. [5] Pembahasan yang dicakup pada EN 50600-2-3 ini adalah sebagai berikut:

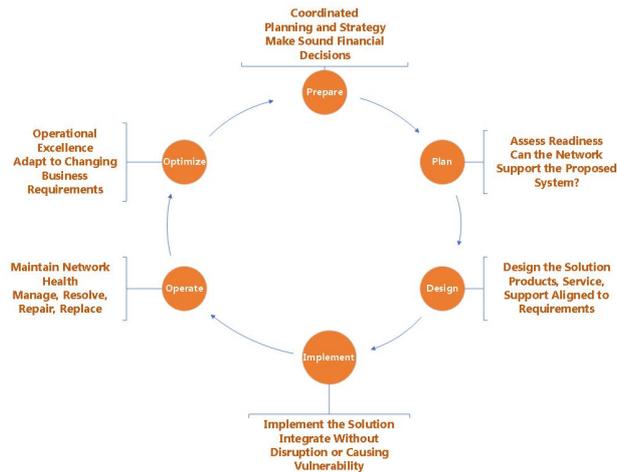
- Pengaturan Suhu
- *Fluid Movement Control*
- Pengaturan Kelembaban Relatif
- Penanganan Partikel
- Penanganan Getaran
- Tata Letak Lantai dan Lokasi *Equipment*
- Praktik Hemat Energi

Physical Security of Environmental Control System

3. Metodologi Penelitian

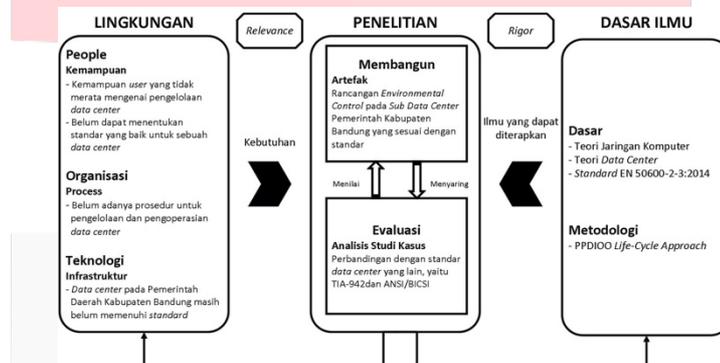
3.1. PPDIIO Life-Cycle Approach

PPDIIO merupakan suatu metode yang menjelaskan tentang analisis hingga pengembangan instalasi jaringan komputer. PPDIIO *Life-Cycle Approach* ini dikembangkan oleh Cisco pada materi *Designing for Cisco Internetwork Solution* [2] yang mendefinisikan tentang siklus hidup layanan yang dibutuhkan dalam pengembangan jaringan komputer secara terus menerus. Berikut tahapan analisis yang digunakan pada metode PPDIIO:



Gambar 3 PPDIOO Life-Cycle Approach

3.2. Model Konseptual



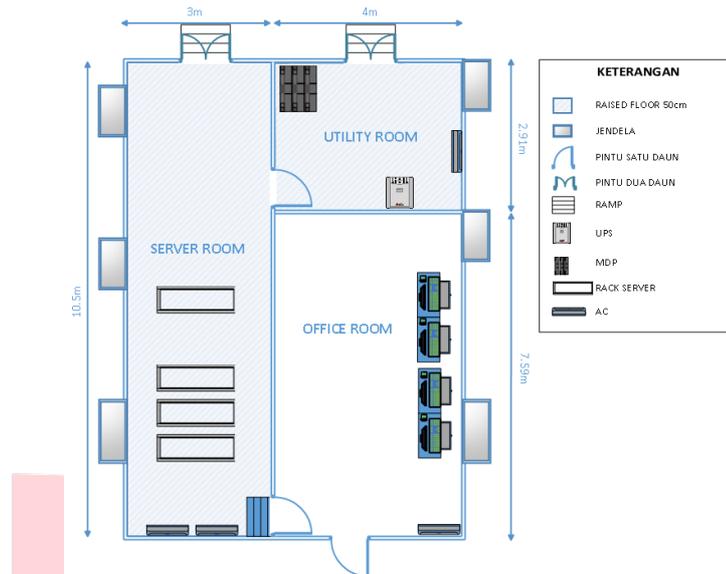
Gambar 4 Model Konseptual Penelitian

Model konseptual ini menggambarkan kerangka penelitian tugas akhir analisis dan perancangan *environmental control* dalam rancangan *sub data center* pada DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung dengan menggunakan standar EN 50600 dan metodologi PPDIOO *Life-Cycle Approach* yang bertujuan untuk membuat rancangan *environmental control sub data center* sesuai dengan standar tersebut.

4. Pembahasan

4.1. Kondisi Data Center Saat Ini

Terdapat 2 buah AC *split* yang menjadi perangkat pendingin pada *server room*. AC *split* tersebut berkapasitas 2 Paard Kracht (PK). AC tersebut dinyalakan secara bergantian, yakni 12 jam / AC.



Gambar 5 Denah Kondisi Eksisting Data Center

4.2. Sistem Pendinginan Kondisi Eksisting

Tabel 2 Kebutuhan BTU/h Kondisi Eksisting

Rack	BTU/h
Rack 1	14888
Rack 2	9486
Rack 3	751
Rack 4	1037
Total	26162

Pengaturan sistem pendinginan pada ruangan *data center* DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung mengacu kepada *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) yaitu pada suhu 20-25 °C. Pada ruangan *data center* terdapat 2 buah *Air Conditioner* (AC) yang dinyalakan secara bergantian dalam waktu 12 jam / AC. AC yang digunakan ialah AC *split* dengan kemampuan 2 PK yang setara dengan 18000 BTU/h.

5. Analisis Usulan sesuai dengan class 2

5.1. Kalkulasi Kebutuhan Pendinginan

Sesuai dengan RJP DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung, yang akan menambah *rack* hingga menjadi 8 *rack*, maka perlu dilakukan kalkulasi kebutuhan pendinginan yang sudah mencakup 8 *rack* tersebut. Berikut tabel kalkulasi kebutuhan pendinginan yang sudah sesuai dengan RJP:

Tabel 2 Kebutuhan BTU/h Usulan

Rak	Jumlah Daya (Watt)	BTU/h
Rak 1	7000	23884
Rak 2	7000	15013
Rak 3	7000	15013
Rak 4	7000	15013
Rak 5	7000	15013
Rak 6	7000	15013
Rak 7	7000	15013
Rak 8	7000	15013
Total	56000	191072

Jumlah BTU/h pada tabel diatas berasal dari hasil konversi jumlah *watt* tertinggi pada *rack data center* eksisting, yaitu 7000 w.

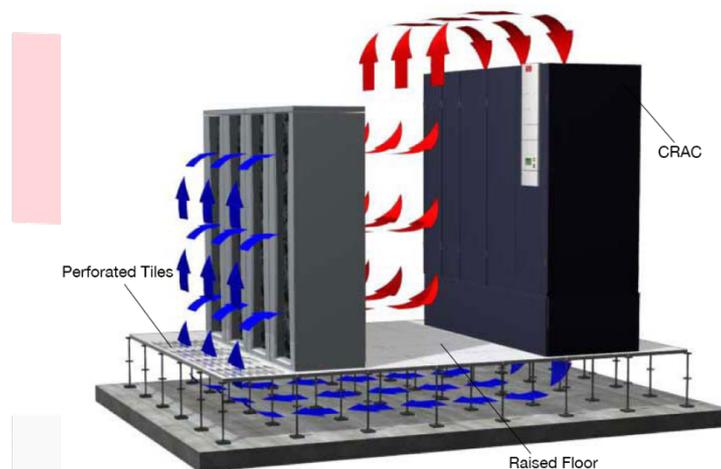
5.2. Usulan Perangkat Pendukung

Dengan kebutuhan BTU/h tersebut, maka dibutuhkan beberapa perangkat yang dapat mendukung pendinginan dengan jumlah BTU/h tersebut. Berikut usulan perangkat pendingin yang dapat memenuhi kebutuhan BTU/h tersebut:

Tabel 3 Usulan Perangkat

Perangkat	Unit
CRAC	1
Perforated Tiles	9

Berdasarkan tabel 2, terdapat 2 buah perangkat yang diusulkan yaitu CRAC dan Perforated Tiles. CRAC berfungsi sebagai pengganti AC split yang ada pada kondisi saat ini. Penggantian AC split menjadi CRAC Dan untuk metode yang digunakan pada sisten pendinginan data center ini adalah row oriented architecture.



Gambar 6 Ilustrasi *Airflow* melalui CRAC

Pada gambar 6 terlihat bahwa CRAC akan mengalirkan udara dingin melalui *raised floor*, dan akan dikeluarkan melalui perforated tiles yang dipasang pada sisi depan rack server, sesuai dengan metode *row oriented architecture*.



Gambar 7 *Perforated Tiles*

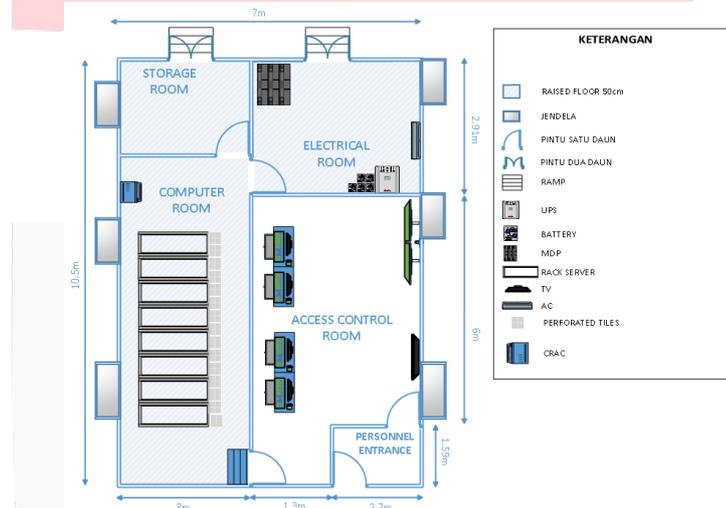
Pada gambar 7 terlihat bahwa pada *perforated tiles* terdapat lubang yang dapat mengalirkan udara dingin dari *raised floor* yang sudah diterapkan pada ruangan *data center*.



Gambar 8 Perangkat CRAC Usulan

Perangkat CRAC yang diusulkan berkapasitas 66,4 kW atau setara dengan 226.600 BTU/h dan menerapkan teknologi *air-cooled*. Dan disini lain, perawatan *air-cooled* CRAC mudah dan tidak memerlukan *cost* yang besar. [7]

5.3. Denah Ruang Data Center Usulan



Gambar 9 Denah Data Center Usulan

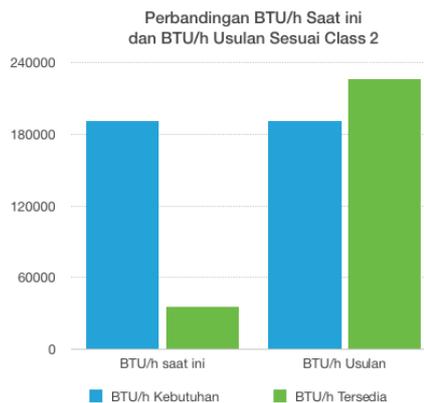
5.4. Pengaturan Suhu dan Kelembaban

Setelah menentukan sistem pendinginan yang tepat untuk *computer room*, perlu dilakukan pengaturan suhu dan kelembaban pada ruangan tersebut. Hal ini dilakukan sesuai dengan anjuran yang terdapat pada standar EN 50600-2-3. Pengaturan suhu pada *data center* usulan sesuai *class 2* mengikuti standar ASHRAE (ASHRAE, 2016), yakni 20-25°C. Sedangkan kelembaban relatif harus berada pada angka 20-70%, sesuai dengan Intel *White Paper Selecting a Data Center Site: Intel's Approach* [7]. Hal tersebut dilakukan agar *data center* dapat beroperasi secara reliabel [8]. Untuk memastikan agar suhu dan kelembaban pada ruangan *data center* sesuai dengan standar tersebut, EN 50600-2-3 menyebutkan hal ini harus dilakukan dengan menggunakan sebuah sensor yang sudah dapat mengukur suhu dan kelembaban, yang diletakkan pada *proximity* perangkat pendingin pada ruangan *data center*.



Gambar 10 Sensor Suhu dan Kelembaban

5.5. Perbandingan Kalkulasi Pendinginan Eksisting dan Usulan



Gambar 11 Perbandingan BTU/h Saat ini dan BTU/h Usulan

Pada gambar 11 dapat disimpulkan bahwa CRAC yang diusulkan dengan kapasitas 226.600 BTU/h. Jumlah ini sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan BTU/h dari kondisi pendinginan pada *computer room* sesuai dengan RJP DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Pengembangan *data center* yang mengacu kepada EN 50600-2-3 terbagi dalam 4 *class*, yaitu *class 2*, *class 3*, *class 4*, dan *enhanced class 4*. Untuk mencapai *class 2* maka *data center* harus memiliki sistem pendinginan yang menerapkan sistem *chilled water cooling system* atau *fresh-air cooling system with adiabatic cooling*. Lalu, untuk memenuhi jumlah pendinginan yang dibutuhkan pada DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung, diperlukan perangkat yaitu yaitu penambahan perangkat CRAC dan *perforated tiles*. CRAC ini berfungsi sebagai pengganti AC *split* pada kondisi eksisting, agar dapat memenuhi BTU/h dari RJP DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung. Dan, *perforated tiles* berfungsi untuk mengalirkan udara dingin yang dihasilkan oleh CRAC ke *rack server* yang ada pada *computer room*. CRAC yang diusulkan sudah menerapkan sistem *fresh-air cooling*, yang sesuai dengan ketentuan EN 50600-2-3

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil perancangan *data center* DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung, yaitu:

1. Penelitian ini dilanjutkan hingga pada tahapan *implement*, *operate*, dan *optimize* pada PPDIOO *Life-Cycle Approach* dengan objek penelitian perancangan *data center* DISKOMINFO Pemerintah Kabupaten Bandung.
2. Disarankan penelitian selanjutnya memperhatikan sisi *environmental control* di sekitar ruangan *data center*.
3. Disarankan penelitian selanjutnya menerapkan teknologi *Heating* dan *Ventilation* pada teknologi HVAC.

7. Daftar Pustaka

- [1] Cisco, "Data Center Architecture Overview," 2008. [Online]. Available: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Data_Center/DC_Infra2_5/DCInfra_1.pdf.
- [2] M. Marissa, M. John, A. Ed, L. Jeff and V. Paul, "Selecting a Data Center Site: Intel's Approach," 2014.
- [3] Schneider, 2017. [Online].
- [4] R. Cardigan, "European Data Center Infrastructure Standards - EN 50600 Series," Nexans Cabling Solution, 2016. [Online].
- [5] Cisco, "Designing Cisco Network Services Architectures," 2007. [Online].
- [6] K. Dunlap and N. Rasmussen, "The Advantages of Row and Rack- Oriented Cooling Architectures for Data Centers," American Power Conversion, 2006.
- [7] T. Evans, "The Different Technologies for Cooling Data Centers," Schneider Electric, 2012.
- [8] ASHRAE, "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices," 2016.