

STUDIO TUGAS AKHIR ARSITEKTUR

***DATA CENTER DENGAN SISTEM
LIQUID COOLING SEBAGAI PENDUKUNG
KEMAJUAN TEKNOLOGI INDONESIA
DI BATAM***



DISUSUN OLEH:

MARTIN LAKSANA

210118492

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR

**DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

TAHUN 2024/2025

**LEMBAR PENGESAHAN
STUDIO TUGAS AKHIR ARSITEKTUR**

**DATA CENTER DENGAN SISTEM
LIQUID COOLING SEBAGAI PENDUKUNG
KEMAJUAN TEKNOLOGI INDONESIA
DI BATAM**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

MARTIN LAKSANA

NPM : 210118492

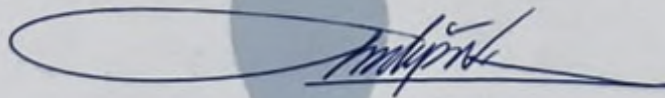
Telah diperiksa, dievaluasi dan dinyatakan lulus dalam penyusunan

STUDIO TUGAS AKHIR ARSITEKTUR

Pada Program Studi Sarjana Arsitektur – Departemen Arsitektur
Fakultas Teknik – Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 11 April 2025

Pembimbing,



Andi Prasetyo Wibowo, S.T., M.Eng.

Mengetahui,

Ketua Departemen Arsitektur



Prof. Dr. Floriberta Binarti, S.T., Dipl.NDS.Arch.

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

DATA CENTER DENGAN SISTEM LIQUID COOLING SEBAGAI PENDUKUNG KEMAJUAN TEKNOLOGI INDONESIA DI BATAM

benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 21 April 2025

Yang membuat pernyataan,



(Martin Laksana)

DATA CENTER DENGAN SISTEM *LIQUID COOLING* SEBAGAI PENDUKUNG KEMAJUAN TEKNOLOGI INDONESIA DI BATAM

ABSTRAK

Perancangan *Data Center* di Nongsa Digital Park, Batam, bertujuan untuk mendukung kemajuan teknologi Indonesia dengan menyediakan infrastruktur digital yang efisien dan aman. Batam, yang terletak dekat dengan Singapura, memiliki potensi besar untuk menjadi pusat industri digital, terutama di kawasan Nongsa yang dikenal dengan pariwisatanya. Pembangunan *Data Center* di kawasan ini tidak hanya akan mendukung kebutuhan lokal tetapi juga berfungsi sebagai jembatan digital antara Indonesia dan negara-negara lain.

Data Center merupakan komponen penting dalam infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi. Dalam era digital saat ini, permintaan akan *Data Center* yang handal semakin meningkat, terutama untuk mendukung layanan berbasis AI dan cloud. Di Nongsa Digital Park, direncanakan akan dibangun sepuluh *Data Center*, termasuk satu yang khusus untuk teknologi AI, menjadikannya yang pertama di Indonesia. Tantangan utama dalam desain *Data Center* meliputi pengelolaan panas dan risiko kebakaran. Oleh karena itu, pendekatan inovatif seperti sistem pendinginan berbasis cairan (*liquid cooling*) dan sistem pemadam kebakaran berbasis *gas inert* akan diterapkan untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional.

Desain ini juga akan mempertimbangkan optimalisasi ruang, efisiensi energi, serta sistem keamanan bangunan. Dengan dukungan investasi besar dari berbagai pihak, termasuk perusahaan internasional, Nongsa Digital Park diharapkan dapat menjadi pusat pendidikan teknologi dan industri kreatif, serta menarik lebih banyak investor ke Batam. Proyek ini tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik tetapi juga pada pengembangan ekosistem digital yang mendukung pertumbuhan industri teknologi di Indonesia

Kata Kunci : *Data Center, Liquid cooling, Gas inert, Keandalan Operasional, Efisiensi Energi*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat -Nya, yang telah memberikan kelancaran kepada penulis sehingga dapat menuntaskan studi dan penyusunan proposal perancangan untuk mata kuliah "Proposal Tugas Akhir Arsitektur" dengan judul "Data Center Dengan Sistem Liquid Cooling Sebagai Pendukung Kemajuan Teknologi Indonesia di Batam". Keberhasilan ini juga tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis beserta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan pada penulis agar dapat menyelesaikan proposal ini.
2. Dosen Pembimbing "Proposal Tugas Akhir Arsitektur" Bapak Andi Prasetyo Wibowo, S.T., M.Eng. yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Dosen Penguji "Proposal Tugas Akhir Arsitektur" Ibu Prof. Dr. Floriberta Binarti, ST., Dipl.NDS.Arch dan Bapak Ir. A. Djoko Istiadji, M.Build.Sc. yang telah memberikan pengarahan yang kritis untuk membantu penulis menyelesaikan proposal ini.
4. Teman-teman saya yang berjuang bersama untuk menyelesaikan proposal ini.

Dengan terselesaikannya Proposal Tugas Akhir Arsitektur ini, kiranya dapat bermamfaat bagi pembaca serta pihak-pihak yang telah terlibat. Penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan ataupun kekurangan dalam penulisan ini. Segala bentuk kritik dan saran sangat diperlukan dalam membangun penyempurnaan Proposal Tugas Akhir Arsitektur ini dimasa mendatang.

Yogyakarta, 14 Desember 2024

Yang menyatakan,



Martin Laksana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
GLOSARIUM	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. Latar Belakang Pengadaan Proyek.....	1
1.1.2. Latar Belakang Permasalahan	2
1.2. Rumusan Permasalahan	3
1.3. Tujuan dan Sasaran	3
1.3.1. Tujuan	3
1.3.2. Sasaran.....	4
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Lingkup Studi	4
1.5.1. Materi Studi	4
1.5.2. Pendekatan Studi	5
1.6. Sistematika Pembahasan	5
1.7. Alur Pikir	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tinjauan Umum <i>Data Center</i>	7
2.1.1. Definisi <i>Data Center</i>	7
2.1.2. Fungsi <i>Data Center</i>	8
2.1.3. Standard <i>Data Center</i>	9
2.1.4. Komponen <i>Data Center</i>	15
2.1.5. Tipe Klasifikasi <i>Data Center</i>	16
2.1.6. <i>Tiering Data Center</i>	17

2.1.7.	Perhitungan <i>Data Center</i>	19
2.1.8.	Kriteria <i>Data Center</i>	20
2.2.	Tinjauan Teori Pendekatan Arsitektur <i>Eco-Sustainable</i>	22
2.2.1.	Definisi Arsitektur <i>Eco-Sustainable</i>	22
2.3.	Tinjauan Teori Sistem Kebakaran <i>Inert Gas</i>	23
2.3.1.	Definisi <i>Inert Gas Fire Suppression System</i>	23
2.3.2.	Jenis <i>Inert Gas Fire Suppression System</i>	24
2.3.3.	Keunggulan <i>Inert Gas Fire Suppression System</i>	26
2.3.4.	Komponen Pemasangan.....	27
2.4.	Tinjauan Teori Sistem Penghawaan <i>Liquid cooling</i>	28
2.4.1.	Definisi Sistem Penghawaan <i>Liquid cooling</i>	28
2.4.2.	Jenis Sistem Penghawaan <i>Liquid cooling</i>	29
2.4.3.	Kegunaan Sistem <i>Liquid cooling</i> untuk <i>Data Center</i>	30
2.5.	Studi Preseden	32
BAB III.	TINJAUAN TAPAK.....	37
3.1.	Tinjauan Umum Lokasi	37
3.2.	Lokasi	38
3.3.	Regulasi.....	40
3.4.	Data Tapak	41
3.4.1.	Data Tapak Mikro	41
3.4.2.	Data Tapak Makro.....	42
BAB IV.	METODE DAN ANALISIS	43
4.1.	Metode Perancangan	43
4.2.	Analisis Pemilihan Site	43
4.3.	Analisis Tapak	45
4.4.	Wawancara.....	47
4.5.	Analisis Situasi Site	48
4.6.	Analisis Kebutuhan Ruang	49
4.7.	Analisis Pelaku	55
4.8.	Besaran Ruang.....	59
4.9.	Estimasi Perhitungan Daya Data Center	60
BAB V.	KONSEP PERANCANGAN.....	62

5.1. Konsep Perancangan	62
5.2. Tata Ruang dan Desain Eksterior	62
5.3. Material Ramah Lingkungan	63
5.4. Zonasi	67
5.4.1. Zonasi Privat	67
5.4.2. Zonasi Semi-Privat	68
5.4.3. Zonasi Publik	68
5.5. Hubungan Ruang	68
5.6. Tata Ruang Dalam dan Luar	69
5.7. Skematik Sirkulasi	70
5.8. Konsep Perancangan <i>Liquid Cooling</i>	70
5.9. Konsep Perancangan <i>Gas Inert</i>	75
BAB VI. DESAIN SKEMATIK	78
6.1. Transformasi Massa	78
6.2. Sketsa Massa	78
6.3. Siteplan	79
6.4. Denah	80
6.5. Tampak	81
6.6. Gubahan Massa	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Pulau Batam	1
Gambar 1. 2 Peta Nongsa Digital Park	2
Gambar 1. 3 Kerangka Pikir Desain.....	6
Gambar 2. 1 Peraturan Menteri	9
Gambar 2. 2 Hubungan Ruang Data Center.....	12
Gambar 2. 3 Contoh Topologi Data Center	13
Gambar 2. 4 Contoh Topologi Koneksi Sederhana.....	13
Gambar 2. 5 Contoh Topologi Distribusi Zona	14
Gambar 2. 6 Contoh Topologi Redundant	15
Gambar 2. 7 Hubungan Ruang Data Center Modular	16
Gambar 2. 8 Hot Aisle dan Cold Aisle.....	20
Gambar 2. 9 Access Raised Floor	21
Gambar 2. 10 Contoh Pemasangan Gas Inert.....	24
Gambar 2. 11 Komponen Gas Inert	27
Gambar 2. 12 Checklist Liquid Cooling	29
Gambar 2. 13 Water Cooling+Cold-plate	29
Gambar 2. 14 Immersion Cooling	30
Gambar 2. 15 Contoh Peletakan Unit	31
Gambar 2. 16 Gambar Facebook Data Center	32
Gambar 2. 17 Sora Data Center	33
Gambar 2. 18 Polymer Connected.....	35
Gambar 2. 19 SpaceDC JAK1	36
Gambar 3. 1 Peta RTRW Batam.....	37
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Site Batam.....	38
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Batam AutoCad	38
Gambar 3. 4 Gabungan Site	38
Gambar 3. 5 Peta Google Earth Site	39
Gambar 3. 6 Peta KEK Nongsa	40
Gambar 3. 7 Suhu Batam	41
Gambar 3. 8 Arah Angin Batam	41
Gambar 3. 10 Jalur Kabel Listrik Kota Batam	42
Gambar 3. 9 Eksisting Bangunan Sekitar	42
Gambar 4. 1 Masterplan KEK Batam.....	43
Gambar 4. 2 Market Pasar Cloud Service Indonesia	44
Gambar 4. 3 Potensi Nongsa Digital Park	44

Gambar 4. 4 Situasi Site	48
Gambar 4. 5 Peta NDP DC Option	48
Gambar 5. 1 Data Center Meta.....	62
Gambar 5. 2 Low-E-Glass	63
Gambar 5. 3 Crushed Concrete	64
Gambar 5. 4 WPC.....	65
Gambar 5. 5 Living Wall.....	66
<i>Gambar 5. 6 Zonasi Site</i>	<i>67</i>
Gambar 5. 7 Hubungan Ruang Diagram Bubble	68
<i>Gambar 5. 8 Tata Ruang Luar</i>	<i>69</i>
<i>Gambar 5. 9 Tata Ruang Dalam</i>	<i>69</i>
Gambar 5. 10 Sirkulasi	70
Gambar 5. 11 Liquid Cooling	70
Gambar 5. 12 D2Chip	71
Gambar 5. 13 CDU	71
Gambar 5. 14 Chiller.....	72
Gambar 5. 15 V-AFC Dry Cooler	72
Gambar 5. 16 Pompa.....	73
Gambar 5. 17 Gas Inert	75

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Wawancara dengan rekan konsultan berkait	47
<i>Tabel 4. 2 Kebutuhan Ruang</i>	49
Tabel 4. 3 Analisis Pelaku Ruang Data Center	55
Tabel 4. 4 Analisis Pelaku Ruang Office Area	56
Tabel 4. 5 Besaran Ruang Lt.1	59
Tabel 4. 6 Besaran Ruang Lt.2	60

GLOSARIUM

DC	DATA CENTER	PUSAT DATA
N	REDUDANCY	BERLEBIHAN
MECH.YARD	MECHANICAL YARD	AREA PEMELIHARAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN MEKANIS
MMR/MDA	MEET-ME-ROOM/MAIN DISTRIBUTION AREA	RUANG PERTEMUAN JARINGAN NIRKABEL
CDU	COOLING DISTRIBUTION UNIT	UNIT DISTRIBUSI CAIRAN PENDINGIN SECARA MERATA
PTU	POWER TRAIN UNIT	MODUL KONTAINER UNTUK DAYA DAN PENDINGINAN
PoE	POWER OVER ETHERNET	TENAGA LISTRIK DITRANSMISIKAN MELALUI KABEL ETHERNET STANDAR DAN KONEKSI DATA
PUE	POWER USAGE EFFECTIVENESS	METRIK EFISIENSI UNTUK SELURUH PUSAT DATA YANG DIHITUNG SEBAGAI TOTAL PENGGUNAAN DAYA FASILITAS