

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM AC SENTRAL PADA
GEDUNG D4 TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI
BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

JAPA YUDA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM AC SENTRAL PADA
GEDUNG D4 TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI
BALI**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh
JAPA YUDA
NIM. 1915234034

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM AC SENTRAL PADA
GEDUNG D4 TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI
BALI**

Oleh

JAPA YUDA
NIM. 1915234034

Diajukan sebagai persyaratan menyelesaikan Proyek Akhir
Program D4 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Nengah Ardita, S.T.,M.T.
NIP.196411301991031004

Pembimbing II



I Wayan Gede Santika, S.T.,M.Sc.Ph.D.
NIP.1974022820011002

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr.Ir I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN SISTEM AC SENTRAL PADA GEDUNG D4 TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

JAPA YUDA

NIM. 1915234034

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal :
24 Agustus 2023

Tim Penguji

Penguji I : Dr. Eng. I G.A. Bagus Wirajati, S.T, M.Eng

NIP : 197104151999031002

Penguji II : Ida Bagus Gde Widianantara, S.T., M.T.

NIP : 197204282002121001

Penguji III : Ir. I Nyoman Gunung, M.Pd.

NIP : 195905021989031002

Tanda Tangan


(.....)


(.....)


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Japa Yuda

NIM : 1915234034


Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Tugas Akhir : Perancangan AC Sentral Pada Gedung D4 Teknologi
Politeknik Negeri Bali

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Tugas Akhir ini bebas dari plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 24 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Japa Yuda
NIM. 1915234034

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.eCOM., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST.,MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, S.T.,MT., selaku Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Nengah Ardita, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Wayan Gede Santika, S.T.,M.Sc.Ph.D. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian,semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Bapak dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis sehingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Terima kasih banyak untuk kakak/adik yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 24 Agustus 2023

Japa Yuda

ABSTRAK

Dalam perancangan sistem pengkondisian udara (AC) sentral untuk Gedung D4 Teknologi di Politeknik Negeri Bali, fokus diberikan pada memberikan kenyamanan termal kepada pengguna gedung. Perhitungan cooling load merupakan langkah kunci dalam menentukan beban termal ruangan, dengan menggunakan metode cooling load temperature difference (CLTD). Hasil perhitungan menunjukkan total cooling load design sebesar 434,66 kW. Proses desain sistem AC mengacu pada cooling load ruangan untuk menentukan jenis Fan Coil Unit (FCU) yang tepat. Cooling load total 3 zona FCU diperoleh sebesar 436,52 kW, yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan kapasitas dan jumlah chiller. Setiap chiller memiliki kapasitas 135 kW, terdiri dari 3 chiller utama dan 1 chiller cadangan. Distribusi air dingin dilakukan melalui pompa chilled water dengan kapasitas 125 GPM setiap unitnya, mendistribusikan ke tiap FCU. Proses desain mencakup penempatan unit FCU dan chiller, desain ducting, pemipaan, dan instalasi kabel yang dilakukan menggunakan software AutoCAD. Dalam memilih sistem AC Sentral, faktor biaya operasional dan perawatan jangka panjang menjadi pertimbangan penting guna memastikan efektivitas dan efisiensi solusi pendingin. Jenis chiller yang dipilih adalah tipe Air Cooled Condenser dan Water Condenser. Perancangan memiliki tujuan utama yaitu untuk menghasilkan sistem AC Sentral yang tidak hanya nyaman dan efektif, tetapi juga mempertimbangkan aspek biaya dan perawatan dalam jangka panjang.

Kata kunci: AC Sentral, chiller air cooled condenser and water cooled evaporator, perhitungan cooling load metode CLTD, software AutoCAD.

DESIGN OF CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEM IN D4 TECHNOLOGY BUILDING OF BALI STATE POLYTECHNIC

ABSTRACT

In the design of the central air conditioning (AC) system for the D4 Technology Building at Politeknik Negeri Bali, the focus is on providing thermal comfort to building users. Cooling load calculation is a key step in determining the thermal load of the room, using the cooling load temperature difference (CLTD) method. The calculation results show a total cooling load design of 434.66 kW. The AC system design process refers to the cooling load of the room to determine the right type of Fan Coil Unit (FCU). The total cooling load of 3 FCU zones is obtained at 436.52 kW, which is used as the basis for determining the capacity and number of chillers. Each chiller has a capacity of 135 kW, consisting of 3 main chillers and 1 backup chiller. Chilled water distribution is done through a chilled water pump with a capacity of 125 GPM per unit, distributing to each FCU. The design process includes the placement of FCU and chiller units, ducting design, piping, and cable installation using AutoCAD software. In selecting the Central AC system, operational cost and long-term maintenance factors were important considerations to ensure the effectiveness and efficiency of the cooling solution. The type of chiller chosen is Air Cooled Condenser and Water Condenser type. The design has the main objective to produce a Central AC system that is not only comfortable and effective, but also considers the cost and maintenance aspects in the long run.

Keywords: Central AC, chiller air-cooled condenser and water-cooled evaporator, CLTD method cooling load calculation, AutoCAD software.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul “Perancangan AC Sentral Sistem AC Sentral Pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 4 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang

Badung, 24 Juli 2023

Japa Yuda

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Lembar pengesahan	iii
Lembar Persetujuan	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar.....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xv
Daftar Gambar	xvii
Daftar Lampiran.....	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2 Tujuan khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.3 Manfaat bagi pihak umum.....	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Pengkondisian Udara Menggunakan Kompresi Uap	5
2.2 Sistem AC Sentral Tipe <i>Air Cooled and Water Cooled</i>	7
2.3 Komponen AC Sentral	9
2.4 Pertimbangan dan Perencanaan Awal AC Sentral	14

2.4.1	Kondisi umum bangunan.....	14
2.4.2	Kondisi kenyamanan ASHRAE.....	15
2.4.3	Perencanaan sistem	15
2.5	Faktor-Faktor Dalam Menghitung Beban Pendinginan	16
2.6	Perhitungan Beban Pendinginan.....	19
2.6.1	Perhitungan beban melalui dinding.....	20
2.6.2	Perhitungan beban melalui lantai	24
2.6.3	Perhitungan beban melalui atap	25
2.6.4	Perhitungan beban melalui kaca.....	26
2.6.5	Perhitungan beban manusia	29
2.6.6	Perhitungan beban lampu	30
2.6.7	Perhitungan beban peralatan elektronik	31
2.6.8	Beban <i>infiltrasi</i>	32
2.6.9	Beban <i>ventilasi</i>	34
2.7	Kapasitas Pendinginan	35
2.8	Penentuan Kapasitas <i>Ducting</i> Pada Instalasi	36
2.9	Perhitungan Ukuran Instalasi Pipa.....	37
2.10	Penentuan Ukuran Kabel	39
BAB III. METODE PENELITIAN		41
3.1	Jenis Penelitian.....	41
3.2	Alur Penelitian	42
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	42
3.4	Penentuan Sumber Data	43
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	43
3.6	Instrumen Penelitian	49
3.7	Prosedur Penelitian.....	50
3.7.1	Tabel pengambilan data ukuran dinding dan kaca	51
3.7.2	Tabel pengambilan data ukuran pintu dan jendela.....	51
3.7.3	Tabel pengambilan data kapasitas manusia pada tiap ruangan yang dikondisikan	52

3.7.4	Tabel pengambilan data beban lampu pada tiap ruangan yang dikondisikan	52
3.7.5	Tabel Pengambilan data beban perangkat elektronik pada tiap ruangan yang dikondisikan	53
3.7.6	Tabel kapasitas FCU tiap-ruangan dan kode FCU	53
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Data Gedung.....	54
4.2	Perhitungan <i>Cooling load</i> Menggunakan Metode <i>Cooling load Temperature Difference (CLTD)</i> Pada Ruang Belajar C.III-2 lantai 3	56
4.2.1	Perhitungan <i>cooling load</i> pada dinding (Q_a).....	58
4.2.2	Perhitungan <i>cooling load</i> pada lantai (Q_b).....	64
4.2.3	Perhitungan pada atap (Q_c)	66
4.2.4	Perhitungan <i>cooling load</i> kaca (Q_d)	67
4.2.5	Perhitungan beban manusia (Q_e).....	68
4.2.6	Perhitungan beban lampu (Q_f)	69
4.2.7	Perhitungan beban peralatan elektronik (Q_g).....	70
4.2.8	Perhitungan beban infiltrasi jendela dan pintu (Q_h)	70
4.2.9	Perhitungan beban ventilasi (Q_i).....	73
4.2.10	Perhitungan beban total	75
4.3	Kapasitas <i>Cooling load Design</i> Setiap Ruangan	76
4.4	Penentuan Kapasitas Unit FCU	79
4.5	Pemilihan Jenis <i>Chiller</i> dan Kapasitas <i>Chiller</i>	82
4.6	Pemilihan Pompa <i>Chilled Water Supply And Chilled Water Return</i>	92
4.7	Penentuan Ukuran Pipa Pada Instalasi CHWP (<i>Chilled Water Supply</i> , CHWR (<i>Chilled Water Return</i>) dan <i>Draine</i>	93
4.8	Penentuan Ukuran <i>Ducting</i>	95
4.9	Penentuan Ukuran Kabel.....	102
4.10	Desain Perancangan Sistem AC Sentral.....	102
BAB V. PENUTUP.....		104
5.1	Kesimpulan.....	104
5.2	Saran	105

DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tahanan termal permukaan Ri dan Ro	19
Tabel 2.2	Konduktivitas termal bahan penyusun dinding.....	20
Tabel 2.3	<i>Wall construction group description</i>	21
Tabel 2.4	<i>Cooling load temperature difference (CLTD) walls and doors</i>	23
Tabel 2.5	<i>Latitude month</i>	24
Tabel 2.6	Koefisien warna.....	24
Tabel 2.7	<i>Standards Uvalue roof</i>	26
Tabel 2.8	Koefisien warna.....	26
Tabel 2.9	<i>CLTD for roofs</i>	26
Tabel 2.10	<i>Value factor for roof</i>	26
Tabel 2.11	U_{value} kaca.....	27
Tabel 2.12	<i>Cooling load temperature difference (CLTD) glass</i>	27
Tabel 2.13	<i>Shading coefficient for glass</i>	28
Tabel 2.14	<i>Cooling load factor for glass</i>	28
Tabel 2.15	<i>Solar heat gain factor for glass</i>	28
Tabel 2.16	<i>Standards sensible and latent heat gain for people</i>	30
Tabel 2.17	<i>Cooling load factor (CLF) for people</i>	30
Tabel 2.18	<i>Cooling load factor for light and electronic device</i>	31
Tabel 2.19	<i>Ballast factor for lamp</i>	31
Tabel 2.20	<i>Heat gain from equipment</i>	32
Tabel 2.21	Nilai ketetapan <i>CLF electrical equipment</i>	32
Tabel 2.22	<i>Typical allowable design air infiltration rates through windows and doors</i>	34
Tabel 2.23	<i>Infiltration rate ventilation</i>	35
Tabel 2.24	<i>Standar velocities</i>	36
Tabel 2.25	<i>Standards loss coefficient piping for cooling water</i>	37
Tabel 3.1	Kegiatan penelitian.....	43
Tabel 3.2	Pengambilan data ukuran dinding dan kaca	51

Tabel 3.3	Pengambilan data ukuran pintu dan jendela	51
Tabel 3.4	Kapasitas manusia pada tiap ruangan yang dikondisikan.....	52
Tabel 3.5	Tabel Pengambilan data beban lampu pada tiap ruangan yang dikondisikan	52
Tabel 3.6	Data beban perangkat elektronik pada tiap ruangan yang dikondisikan	53
Tabel 3.7	Kapasitas FCU tiap-tiap ruangan dan kode FCU	53
Tabel 4.1	Data gedung	56
Tabel 4.2	Data ukuran ruangan.....	58
Tabel 4.3	Data ukuran jendela dan pintu	58
Tabel 4.4	Data kapasitas manusia dalam ruangan	58
Tabel 4.5	Data jumlah lampu dan kapasitas	58
Tabel 4.6	Data beban elektronik.....	58
Tabel 4.7	Rekapitulasi <i>cooling load</i> Ruang Belajar C.II-3.....	76
Tabel 4.8	Cooling load design.....	77
Tabel 4.9	Kapasitas FCU setiap ruangan	81
Tabel 4.10	Keaktifan ruangan gedung D4 Teknologi PNB 1	85
Tabel 4.11	Keaktifan ruangan gedung D4 Teknologi PNB 2	87
Tabel 4.12	Keaktifan ruangan gedung D4 Teknologi PNB 3	89
Tabel 4.13	Fluktuasi running chiller	90
Tabel 4.14	Kapasitas Chiller Air Cooled pada katalog Daikin	91
Tabel 4.15	Spesifikasi pompa sentrifugal	92
Tabel 4.16	Hasil perhitungan ducting menggunakan <i>software DuctSizer</i> McQuay.....	98
Tabel 4.17	Pemilihan ukuran kabel berdasarkan arus dan kapasitas Watt	103
Tabel 4.18	Ukuran kabel equipment AC Sentral.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus kompresi uap.....	6
Gambar 2.2	Siklus <i>chiller air cooled</i>	8
Gambar 2.3	Siklus <i>chiller water cooled</i>	8
Gambar 2.4	Kompresor.....	9
Gambar 2.5	<i>Condenser air cooled</i>	10
Gambar 2.6	<i>Condenser water cooled</i>	10
Gambar 2.7	Katup ekspansi.....	11
Gambar 2.8	Evaporator <i>plate heat exchanger</i>	12
Gambar 2.9	Evaporator <i>shell and tube</i>	12
Gambar 2.10	<i>Air handling unit</i>	13
Gambar 2.11	<i>Fan coil unit</i>	13
Gambar 2.12	Pompa sirkulasi air evaporator.....	14
Gambar 2.13	ASHRAE <i>comfort zone</i>	18
Gambar 2.14	<i>Cooling load components</i>	19
Gambar 2.15	<i>Software DuctSizer</i>	36
Gambar 2.16	<i>Piping dimensions</i>	38
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> dari sistem perancangan sistem pendingin.....	42
Gambar 3.2	Lantai 1 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.....	45
Gambar 3.3	Lantai 2 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.....	46
Gambar 3.4	Lantai 3 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.....	47
Gambar 3.5	Lantai 4 Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.....	48
Gambar 3.6	Struktur tembok pada Gedung D4 Teknologi.....	49
Gambar 4.1	Tampak Gedung D4 Teknologi PNB dari arah utara.....	54
Gambar 4.2	Tampak Gedung D4 Teknologi PNB dari arah selatan.....	54
Gambar 4.3	Tampak Gedung D4 Teknologi PNB dari arah timur.....	55
Gambar 4.4	Tampak Gedung D4 Teknologi PNB dari arah barat.....	55
Gambar 4.5	Denah Ruang Belajar C.III-2.....	57
Gambar 4.6	Struktur tembok.....	60

Gambar 4.7	Denah ruang belajar C.III-2	60
Gambar 4.8	Struktur bahan lantai	64
Gambar 4.9	Grafik cooling load zona 1	78
Gambar 4.10	Grafik cooling load zona 2	79
Gambar 4.11	Grafik <i>cooling load</i> zona 3	79
Gambar 4.12	AC Sentral <i>type air cooled condenser and water cooled evaporator</i>	84
Gambar 4.13	Grafik <i>running chiller</i> berdasarkan fluktuasi beban	91
Gambar 4.14	Penentuan ukuran pipa FCU Ruang Belajar C.III-2	94
Gambar 4.15	Parameter yang diperlukan pada <i>software DuctSizer</i>	96
Gambar 4.16	Input data pada <i>software DuctSizer</i>	96
Gambar 4.17	Pemilihan satuan dari satuan US ke satuan British pada <i>software DuctSizer</i>	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat pengantar pengambilan data	109
Lampiran 2 : Denah Gedung D4 Teknologi PNB lantai 1	110
Lampiran 3 : Denah Gedung D4 Teknologi PNB lantai 2	111
Lampiran 4 : Denah Gedung D4 Teknologi PNB lantai 3	112
Lampiran 5 : Denah Gedung D4 Teknologi PNB lantai 4 atau <i>roof top</i>	113
Lampiran 6 : Tabel pengambilan data dinding dan kaca	114
Lampiran 7 : Tabel pengambilan data ukuran pintu dan jendela.....	119
Lampiran 8 : Tabel pengambilan data kapasitas manusia dalam ruangan	121
Lampiran 9 : Tabel jumlah lampu dan kapasitas lampu	122
Lampiran 10 : Tabel jumlah perangkat elektronik pada ruangan.....	123
Lampiran 11 : Hasil perhitungan <i>cooling load</i> lantai 1	124
Lampiran 12 : Hasil perhitungan <i>cooling load</i> lantai 2	154
Lampiran 13 : Hasil perhitungan <i>cooling load</i> lantai 3	181
Lampiran 14 : Tabel katalog FCU Daikin.....	208
Lampiran 15 : Katalog <i>chiller</i> Daikin	210
Lampiran 16 : Penentuan ukuran pipa menggunakan tabel <i>flow rate</i> dan <i>friction loss</i> zona 1	211
Lampiran 17 : Penentuan ukuran pipa menggunakan tabel <i>flow rate</i> dan <i>friction loss</i> zona 2.....	220
Lampiran 18 : Penentuan ukuran pipa menggunakan tabel <i>flow rate</i> dan <i>friction loss</i> zona 3.....	229
Lampiran 19 : Gambar instalasi <i>ducting supply, return</i> dan <i>fresh air</i> lantai 1...	238
Lampiran 20 : Gambar instalasi <i>ducting supply, return</i> dan <i>fresh air</i> lantai 2...	239
Lampiran 21 : Gambar instalasi <i>ducting supply, return</i> dan <i>fresh air</i> lantai 3...	240
Lampiran 22 : Gambar instalasi pipa <i>chilled water supply, chilled water</i> <i>return</i> dan <i>draine</i> zona 1	241
Lampiran 23 : Gambar instalasi pipa <i>chilled water supply, chilled water</i> <i>return</i> dan <i>draine</i> zona 2	242

Lampiran 24 : Gambar instalasi pipa <i>chilled water supply, chilled water return</i> dan <i>draine</i> zona 3	243
Lampiran 25 : Gambar instalasi pipa <i>chilled water supply, chilled water return</i> dan <i>draine</i> pada <i>rooftop</i>	244
Lampiran 26 : Skematik pemipaan CHWS dan CHWR	245
Lampiran 27 : Gambar instalasi kabel <i>chiller, fcu, pompa dan Blower fresh air</i> pada zona 1	246
Lampiran 28 : Gambar instalasi kabel <i>Chiller, FCU, Pompa dan Blower fresh air</i> pada zona 2	247
Lampiran 29 : Gambar instalasi kabel <i>Chiller, FCU, Pompa dan Blower fresh air</i> pada zona 3	248
Lampiran 30 : Gambar instalasi kabel <i>Chiller, FCU, pompa dan Blower fresh air</i> pada <i>rooftop</i>	249

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air conditioner (AC) merupakan sistem pengkondisian udara yang berfungsi untuk mengatur temperatur dan kelembaban udara pada ruangan dengan menyerap kalor yang ada pada ruangan menurut Sebayang, (2019) . Penggunaan AC pada saat ini sangatlah penting untuk meningkatkan kenyamanan pengguna ruangan atau gedung sehingga pengguna gedung akan merasa nyaman berada dalam ruangan.

Air conditioner (AC) pada umumnya dapat dibagi menjadi dua berdasarkan kapasitasnya, yaitu kapasitas pada skala rumah tangga dan skala industri. Pada sistem pengkondisian udara skala rumah tangga umumnya menggunakan sistem pengkondisian udara AC Split karena penggunaan AC Split dianggap lebih efisien karena nominal pengadaan sistemnya lebih murah dan tidak memakan tempat yang banyak dalam pemasangan instalasi nya. Pada umumnya sistem AC Split tidak cocok untuk digunakan pada gedung-gedung besar karena dapat mempengaruhi nilai kesenian gedung akibat perlu banyak *outdoor* unit yang terinstal, boros energi karena terdiri dari banyak *condensing* unit, perawatan yang lama karena terdiri dari banyak unit dan memerlukan instalasi yang panjang untuk mensirkulasikan refrigerant yang menyebabkan turunya performa sistem pendingin. Sehingga pemilihan AC Sentral sangatlah cocok untuk sistem pengkondisian udara pada gedung-gedung besar karena mempunyai efisiensi yang lebih tinggi mengingat pada sistem AC Sentral menggunakan dua refrigeran dalam pendistribusian dingin pada evaporatornya yang membuat resiko kebocoran pada instalasi menuju ruangan minim, biaya operasional yang lebih rendah dan perawatan yang lebih mudah karena sistem kompresi uapnya terpusat pada satu tempat.

Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali merupakan gedung yang besar dan memiliki banyak ruangan yang aktif digunakan untuk proses belajar mengajar dan aktivitas pendukung pembelajaran lainnya. Penggunaan sistem pengkondisian udara sangatlah perlu untuk menunjang kenyamanan mahasiswa maupun pegawai

kampus. Dalam pemilihan sistem pengkondisian udara akan dilakukan perhitungan *cooling load* terlebih dahulu untuk mendapatkan kapasitas pendinginan yang dibutuhkan untuk mengkondisikan udara di ruangan tersebut. Pemilihan sistem pengkondisian udara juga didasarkan pada beberapa faktor, seperti kapasitas *cooling load*, ketersediaan *space* untuk pemasangan unit sistem pengkondisian udara, biaya perawatan, biaya konsumsi energi dan investasi awal pengadaan unit. Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali merupakan gedung yang cukup besar yaitu gedung 3 lantai yang terdiri dari 28 ruangan dan sangat cocok untuk penggunaan sistem AC Sentral, sehingga pada pemilihan sistem pengkondisian udara penulis mengangkat judul “Perancangan AC Sentral pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali”. Pemilihan sistem AC Sentral karena untuk meningkat efisiensi penggunaan energi dan memudahkan biaya perawatan sistem karena sistem AC Sentral memiliki sistem *outdoor unit* yang terpusat, selain itu resiko kebocoran pada sistem instalasi pada AC Sentral sangat minim karena fluida kerja dari *outdoor unit* ke *indoor unit* menggunakan air/*water* yang memiliki harga lebih murah dari refrigerant yang digunakan pada AC Split seperti R22 menurut (Maharani 2022).

Perancangan AC Sentral akan dilakukan dengan perhitungan *cooling load* untuk mendapatkan *cooling load* total kemudian akan dilakukan pemilihan tipe sistem AC Sentral dan akan dilanjutkan dengan perancangan gambar instalasi *ducting*, *plumbing* dan kelistrikan menggunakan *software* AutoCAD.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa poin utama yang perlu diselesaikan diantaranya:

1. Bagaimana cara menghitung kapasitas *cooling load* pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali?
2. Bagaimana cara mendesain sistem AC Sentral Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali ?

1.3 Batasan Masalah

Agar perancangan pembahasan dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan jauh dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Dalam perancangan AC Sentral ini tidak melakukan perbandingan terhadap sistem pendingin yang telah terinstal saat ini.
2. Standar yang digunakan hanya mengacu pada standar kenyamanan ruangan di Indonesia, karena standar *air quality* setiap negara berbeda-beda.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

- a. Sebagai syarat untuk memenuhi kriteria kelulusan Jurusan Teknik Mesin.
- b. Sebagai pengaplikasian materi yang telah didapatkan selama menjadi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

- a. Untuk dapat menghitung kapasitas *cooling load* menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference* pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.
- b. Untuk merancang serta mendesain sistem AC Sentral Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini bagi penulis, bagi institusi Politeknik Negeri Bali dan pihak umum sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat bagi penulis

- a. Meningkatkan pengetahuan mengenai sistem tata udara pada gedung komersial.
- b. Meningkatkan pengetahuan mengenai sistem AC Sentral yang dapat diinstal pada gedung pendidikan

- c. Meningkatkan pengetahuan dalam proses perancangan AC Sentral yang dipergunakan untuk mengkondisikan ruangan pada gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali
- d. Meningkatkan pengetahuan mengenai equipment yang diperlukan dalam merancang sistem tata udara dengan menggunakan *mini chiller*.
- e. Mampu perancangan tugas akhir ini dan dapat menjadi referensi nantinya saat ingin mengadakan pembaruan sistem tata udara pada gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Bagi perguruan tinggi, kegiatan ini merupakan wujud nyata dari tri dharma perguruan tinggi yang ketiga, kepercayaan dan keyakinan masyarakat akan kemampuan kinerja industri Politeknik Negeri Bali pada rekayasa teknologi juga menjadi semakin kuat. Kedekatan Perguruan Tinggi Politeknik Negeri Bali dengan masyarakat sekitarnya juga semakin erat.

1.5.3 Manfaat bagi pihak umum

Adapun manfaat penelitian ini bagi pihak umum adalah hasil dari penelitian ini memberikan referensi mengenai sistem tata udara jika ingin mengadakan penggantian unit nantinya jika sistem sudah mencapai umur produksi (*break down*).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada perancangan AC Sentral ini penulis dapat menyimpulkan bahwa ada dua aspek utama yang perlu dilakukan, yaitu:

1. Dalam perancangan AC Sentral pada suatu gedung bertujuan untuk memberikan kenyamanan termal bagi pengguna gedung nantinya, sehingga perhitungan *cooling load* harus dilakukan berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kalor dalam ruangan yang perlu diperhitungkan. Pada perhitungan *cooling load* Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali penulis menggunakan perhitungan *cooling load* dengan menggunakan metode *cooling load temperature difference* yang menghitung kapasitas beban sensibel dan beban laten yang dihasilkan dari ruangan tersebut, dengan total *cooling load design* yaitu 434,66 kW.
2. Pada proses mendesain sistem pengkondisian udara dilakukan berdasarkan *cooling load* ruangan yang digunakan untuk menentukan jenis FCU yang akan digunakan dan *cooling load* total FCU yaitu 436,52 kW digunakan untuk menentukan kapasitas dan jumlah *chiller* dengan kapasitas *chiller* setiap unitnya yaitu 135 kW yang terdiri dari 3 *chiller* utama ditambah 1 *chiller back up*. Dalam distribusinya *chiller* dibantu oleh pompa *chilled water* dengan kapasitas 125 GPM setiap unit untuk mendistribusikan air dingin ke tiap-tiap FCU. Pada desain perancangan ini dimulai proses menentukan titik penempatan unit FCU dan *chiller* yang kemudian dilanjutkan dengan mendesain *ducting*, mendesain sistem pemipaan dan mendesain sistem instalasi kabel. Melakukan desain AC Sentral perlu dilakukan analisis yang cermat mengenai karakteristik gedung, seperti fungsi gedung dan *space* kosong untuk penempatan unit FCU atau *chiller* agar tidak merusak desain gedung. Dalam pemilihan sistem AC Sentral ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan seperti biaya operasional dan perawatan dalam jangka

panjang untuk memastikan solusi pendingin yang dipilih adalah yang paling efektif dan efisien, sehingga jenis *chiller* yang digunakan pada perancangan ini merupakan jenis *condenser air cooled and evaporator water cooled*.

5.2 Saran

Berdasarkan perancangan AC Sentral yang telah dilakukan pada Gedung D4 Teknologi Politeknik Negeri Bali, ada beberapa saran yang dapat diberikan, sebagai berikut:

1. Penentuan kapasitas *chiller* merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan AC Sentral. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan *cooling load* pada setiap ruangan hingga mendapatkan *cooling load* total, sehingga dapat menentukan kebutuhan FCU dan kebutuhan kapasitas unit *chiller* yang akan dipasang. Sehingga perlu untuk mempertimbangkan beban pendinginan yang realistis dan memperhitungkan pertumbuhan beban pendinginan di masa depan untuk memastikan kapasitas *chiller* yang dipilih dapat memenuhi kebutuhan dalam jangka panjang.
2. Pemilihan lokasi pemasangan
Lokasi pemasangan AC Sentral juga memegang peranan penting dalam performa dan efisiensi AC Sentral. Sebaiknya pilihlah lokasi pemasangan yang letaknya strategis dan tidak terhalang oleh tembok sehingga hembusan angin bisa melewati konensing unit *chiller*. Dalam peletakan unit AC Sentral *type air cooled* direkomendasikan diletakan pada bagian atas ruangan yang terbuka atau tidak terhalang oleh tembok atau benda lainnya agar sirkulasi pembuangan panas pada kondensor dapat terjadi dengan sempurna.
3. Dalam desain AC Sentral, perlu dilakukan analisis yang cermat dan melakukan pemilihan yang tepat untuk memastikan bahwa solusi pendinginan yang dipilih sesuai dengan kebutuhan bangunan Anda. Anda juga perlu mempertimbangkan faktor lain seperti biaya operasional dan perawatan dalam jangka panjang untuk memastikan solusi pendinginan yang dipilih paling efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba, *Inverter Perumahan AC, Pengendali Katup Ekspansi Elektronik AC Multi-Split*. Espanol. Tersedia pada: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Residential-Inverter-AC-Multi-split-AC-62201644838.html>.
- Alibaba, *Inverter Perumahan AC, Pengendali Katup Ekspansi Elektronik AC Multi-Split*. Espanol. Tersedia pada: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Residential-Inverter-AC-Multi-split-AC-62201644838.html>.
- Arismumandar, W. dan Saito, H. (1981) *Penyegaran Udara*. 4 ed.
- Arsana, M.E., Midiani, L.P.I. dan Darmawan, A. (2021) “Analisa kinerjaFCU menggunakan diagram psikrometri,” *Jamatech*, 2. Tersedia pada:<https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH/article/view/227/131>.
- ASHRAE (2009) *Ashrae hand book fundamental 2009*.
- ASHRAE (1992) *1992 Ashrae Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Systems and Equipment/I-P Edition (ASHRAE HANDBOOK HEATING, VENTILATING, AND AIR CONDITIONING SYSTEMS AND EQUIPMENT INCH-POUND)*. Amer Society of Heating.
- ASHRAE (2012) *Heating, Ventilating, and Air-Conditioning SYSTEM AND EQUIPMENT*. Tersedia pada: https://www.academia.edu/45155352/ASHRAE_2012_Heating_Ventilating_and_Air_conditioning_SYSTEMS_AND_EQUIPMENT.
- Badan Standarisasi Indonesia (2008) *BS EN ISO 6946:2007 Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method*. Tersedia pada: <https://doi.org/10.3403/30127651>.
- BOWA SOLUTION Official Store (tanpa tanggal) *21KW PHE Kondensor Lengkap dengan Pengaturan Yang Berbeda Adalah Pilihan Yang Bagus untuk 7HP Pompa Panas AC atau Air Garam Unit dan Freezer*, *AlieExpress*. Tersedia pada: <https://id.aliexpress.com/item/32243852903.html>.
- Carrier Comercial Singapore, *Air Handling Unit*. Singapore. Tersedia pada: <https://www.carrier.com/commercial/en/sg/products/commercial-products/air-side/air-handlers/>.
- Daikin Industries., L. (2021a) ‘Air Cooled Modular Chiller’. Indonesia. Available at: <https://doi.org/ED-UAL-D-202102>.
- Daikin Industries., L. (2021b) ‘HORIZONTAL TYPE CHILLED WATER FAN COIL UNIT’. Indonesia. Available at: <https://doi.org/CA-FCU H-@02101>.
- DINGINAJA (2021) *Prinsip Kerja dan Jenis-Jenis Chiller*. Available at: <https://www.dinginaja.com/2021/08/prinsip-kerja-dan-jenis-jenis-chiller.html>.
- Eco Cost Sving (2022) *How Many Watts Does A Laptop Use? [Design Usage &*

- Costs Revealed – 1,084 Studied*], USA. Available at:
- Guru Listrik Keren (2018) *Jenis-jenis kabel listrik*. Available at: <https://gurulistrikeren.blogspot.com/2018/09/jenis-jenis-kabel-listrik.html>.
- Jamila, A. dan Setyawan, A. (2021) “Perbandingan Konsumsi Listrik *Chiller Plant* Variable Flow dan Constant Flow di Kings Mall Bandung,” *IRWNS* [Preprint]. Tersedia pada: <https://jurnal.polban.ac.id>.
- Kontraktor HVAC Team, *gambar fan coil unit (FCU), PT. MECHTRON MASTEVI INDONESIA*.
- Maharani, A.S.A. (2022) *Kenapa Gedung Perkantoran Menggunakan AC Sentral?*, *Kompas.com*. Tersedia pada: <https://www.kompas.com/properti/read/2022/07/20/200000621/kenapa-gedung-perkantoran-menggunakan-ac-sentral->
- McQuiston, F.C., Parker, J.D. dan Spitler, J.D. (2005) *Heating, Ventilating, and Air Conditioning*. 6.ed. Tersedia pada: https://courses.minia.edu.eg/Attach/9740HVAC&VENTILATION_CH1.pdf.
- Midiani, L.P.I. *et al.* (2021) *Analisa perpindahan panas melalui selubung bangunan menggunakan aplikasi coolpack*. Denpasar: JAMETECH. Tersedia pada: <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH/article/view/226/130>.
- MIRACLE (2023) *Water Cooled Condenser*. Available at: <https://www.miracleref.com/water-cooled-condenser/>.
- OEM/ODM Service (2011) *Daikin Brand Sentral Air Conditioner Scroll Compressor, Trading Compery*. Tersedia pada: <https://gdtili.en.made-in-china.com/product/GeimEYDuuJWx/China-Daikin-Brand-Sentral-Air-Conditioner-Scroll-Compressor.html>.
- PT. Daikin Applied Solutions Indonesia (2017) *ir-Cooled Scroll Modular Chiller, Daikin*. Tersedia pada: <http://daikinapplied.co.id/air-cooled-chiller-2/>.
- Rumah Pompa Air (2021) *Grundfos NS Basic 30-18 T - 3 Phase (NS 30-18 T) / Pompa Air Grundfos, Tokopedia*. Tersedia pada: <https://www.tokopedia.com/rumahpompaair/grundfos-ns-basic-30-18-t-3-phase-ns-30-18-t-pompa-air-grundfos>.
- Saleh, M.F., Helen, U. dan Anita, F. (2022) “ANALISA PERBANDINGAN BEBAN ENERGI PENGGUNAAN AC SPLIT DAN AC SENTRAL PADA BANGUNAN HOTEL DI MAKASSAR,” 7. Tersedia pada: <https://ejournal.kahuripan.ac.id/index.php/TECNOSCIENZA/article/view/826/542>.
- Sandaipump (2014) ‘EBARA PUMP (POMPA EBARA)’. Indonesia. Available at: http://www.sandaipump.com/EBARA_33_product.html.
- Sebayang, M.D. (2019) “PERAWATAN AIR CONDITIONER (AC) SENTRAL,” *repository.uki.ac.id* [Preprint]. Tersedia pada: <http://repository.uki.ac.id/939/1/Perawatan-Air-Conditioner-%28AC%29-Sentral.pdf>.
- Suamir, I.N. (2020) *DESAIN DAN PENGEMBANGAN RHVAC BASIS KOMPUTER*. Denpasar.

Tullie Circle dan Atlanta (1992) *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Tersedia pada: http://www.ditar.c l/archivos/N ormas_ASHRAE /T0080ASHRAE-55-2004-ThermalEnviromCondiHO.pdf.

TRANE (2000) *Cooling and Heating Load Estimation A Trane Air Conditioning Clinic*. American. Tersedia pada: <https://id.scribd.com/document/560169180/03-Cooling-and-Heating-Load-Estimation-A-Trane-Air-Conditioning-Clinic>.

365onilne (2023) *water cooled evaporator*, *rchiips.org*. Available at: <https://www.mararkcr.top/products.aspx?cname=water+cooled+evaporator&c id=68>.