

# PERENCANAAN SISTEM PERNDINGIN RUANGAN UNTUK GEDUNG MAINTENANCE OFFICE DI PT. (PERSERO) PELABUHAN INDONESIA - I

## TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Studi Pada Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area*

Oleh :

**EDI ARNAS**  
NIM : 02.813.0057



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2004**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## DAFTAR ISI

	Hal.
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>SURAT TUGAS RANCANGAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	viii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Perancangan .....	1
B. Batasan Masalah .....	1
C. Pemecahan Masalah .....	2
<b>BAB II : PEMBAHASAN MATERI PERANCANGAN</b> .....	10
A. Data Lapangan .....	10
1. Layout Bangunan dan Ukuran .....	10
2. Temperatur di Lingkungan Bangunan .....	11
3. Jam Operasi .....	11
4. Kondisi Air Industri .....	12
5. Kondisi Lingkungan .....	12

B. Pembagian Ruangan Yang Didinginkan dan Ukurannya .....	13
C. Kondisi Perancangan .....	21
D. Perhitungan Besar Beban Pendinginan .....	21
E. Layout Penempatan Alat Pengkondisi Udara .....	37
<b>BAB III : PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN .....</b>	<b>38</b>
A. Siklus Refrigerasi dan Perhitungan Termodinamikanya .....	38
B. Penentuan Spesifikasi Bagian Utama Alat Pengkondisi Udara .....	43
1. Evaporator .....	43
2. Kompresor .....	46
3. Kondensor .....	51
4. Katup Expansi .....	58
5. Kipas Udara .....	63
C. Penentuan Spesifikasi Pompa Distribusi Air .....	64
D. Penentuan Spesifikasi Cooling Tower .....	72
<b>BAB IV : PENUTUP .....</b>	<b>76</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>GAMBAR</b>	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Dengan tujuan untuk dapat melakukan kegiatan ataupun aktivitas seefektif mungkin, kondisi lingkungan atau situasi kenyamanan lingkungan adalah faktor yang sangat menentukan.

Kondisi lingkungan atau kenyamanan lingkungan yang dimaksud adalah meliputi suhu yang sesuai dan terkontrol, kesegaran udara, kelembaban udara yang tepat, tidak berbau dan lain-lain. Untuk mendapatkan kondisi yang diinginkan dibutuhkan alat penunjang sesuai keperluan itu. Dengan latar belakang itulah penulis sebagai perancang mencoba memperhitungkan beban pendinginan pada Gedung Maintenance Office yang dimaksud untuk tujuan menentukan spesifikasi sistem pengkondisian udara yang akan digunakan.

### B. BATASAN MASALAH

Untuk tidak mempersulit perancang, disini ditentukan batasan-batasan atau ruang lingkup perancangan, yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan besar beban pendinginan (Cooling load) pada gedung yang dimaksud.

2. Menentukan spesifikasi bagian utama alat pengkondisi udara yang digunakan digedung tersebut.
3. Tidak merancang bagian-bagian yang berhubungan dengan sistem electricnya.

### C. PEMECAHAN MASALAH

Dalam pemecahan masalah perancangan ini, perancang mencoba menggunakan metode pendekatan yang beracuan kepada batasan masalah. Artinya di dalam menentukan spesifikasi alat pendingin berikutnya dalam menentukan spesifikasi yang tepat. Adapun faktor-faktor yang dimaksud adalah faktor yang dapat mempengaruhi besar beban pendingin (cooling load). Faktor tersebut meliputi besar gedung, letak gedung dan yang paling dominan adalah aktivitas-aktivitas apa yang akan dilaksanakan di gedung yang akan dirancang tersebut.

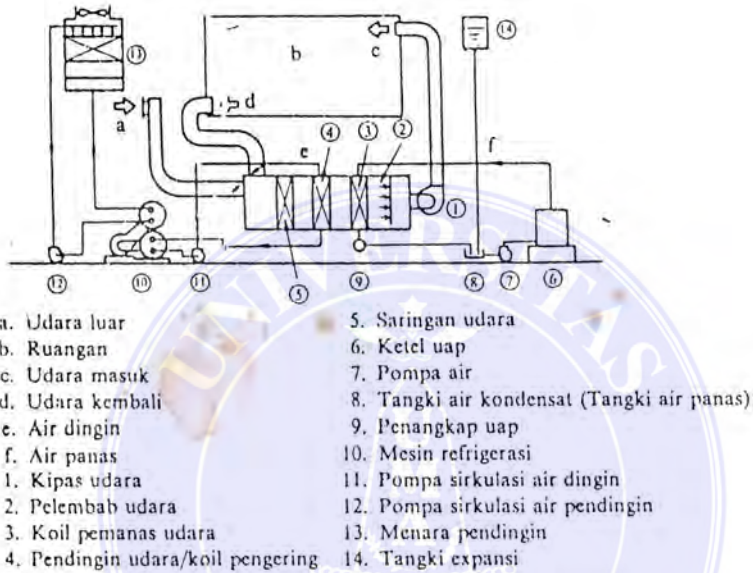
Dengan dasar pernyataan diatas perancang mengadakan pengambilan data-data seperti data temperatur di lingkungan gedung, letak, besaran dan konstruksi gedung. Data inilah yang merupakan dasar materi pembahasan pada bab berikutnya.

Disamping itu juga berdasarkan tinjauan literatur, perancang menentukan alternatif sistem pendingin yang akan digunakan. Pada kesempatan ini perancang memilih sistem penyegar udara jenis paket, hal ini merupakan sistem pendingin yang sederhana dan mudah didapat dan juga assembly dan maintenance-nya yang relatif mudah dan praktis.

Berikut ini uraian penjelasan tentang komponen utama sistem dan prinsip kerjanya.

a. Komponen utama sistem penyegar udara yang dimaksud.

Secara umum komponen utama dari sistem pengkondisi udara dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.



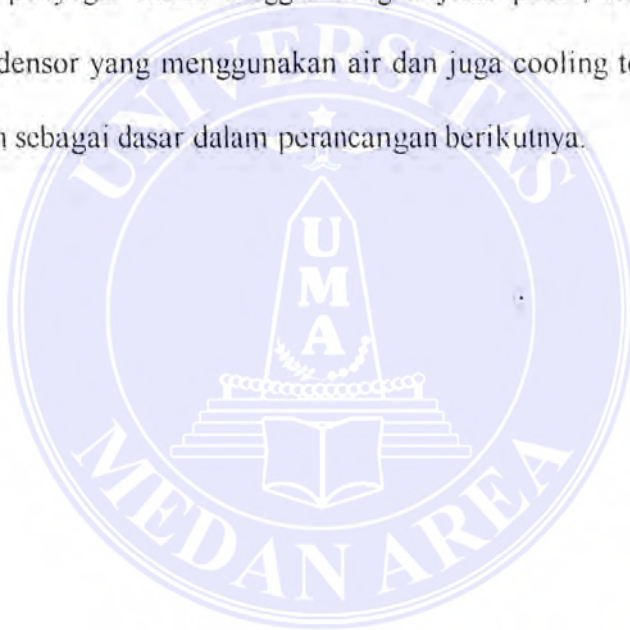
Gambar 1. Skema Sistem Penyegaran Udara

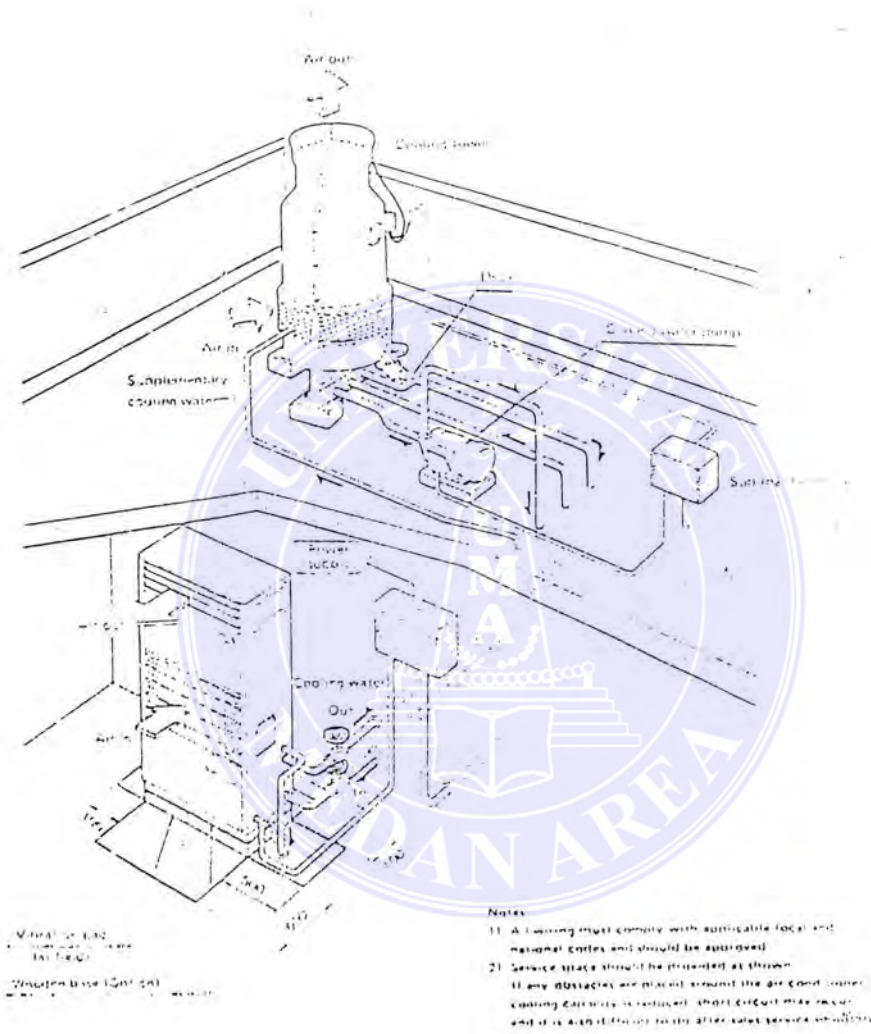
Keterangan gambar :

- |                  |  |
|------------------|--|
| a. Udara luar    | 5. Saringan udara                        |
| b. Ruangan       | 6. Ketel uap                             |
| c. Udara masuk   | 7. Pompa air                             |
| d. Udara kembali | 8. Tangki air kondensat/Tangki air panas |
| e. Air pendingin | 9. Penangkap uap                         |
| f. Air panas     | 10. Mesin refrigasi                      |

1. Kipas udara
2. Koil pemanas udara
3. Pendingin udara/koil pengering
11. Pompa sirkulasi air dingin
12. Pompa sirkulasi air pendingin
13. Menara pendingin
14. Tangki ekspansi

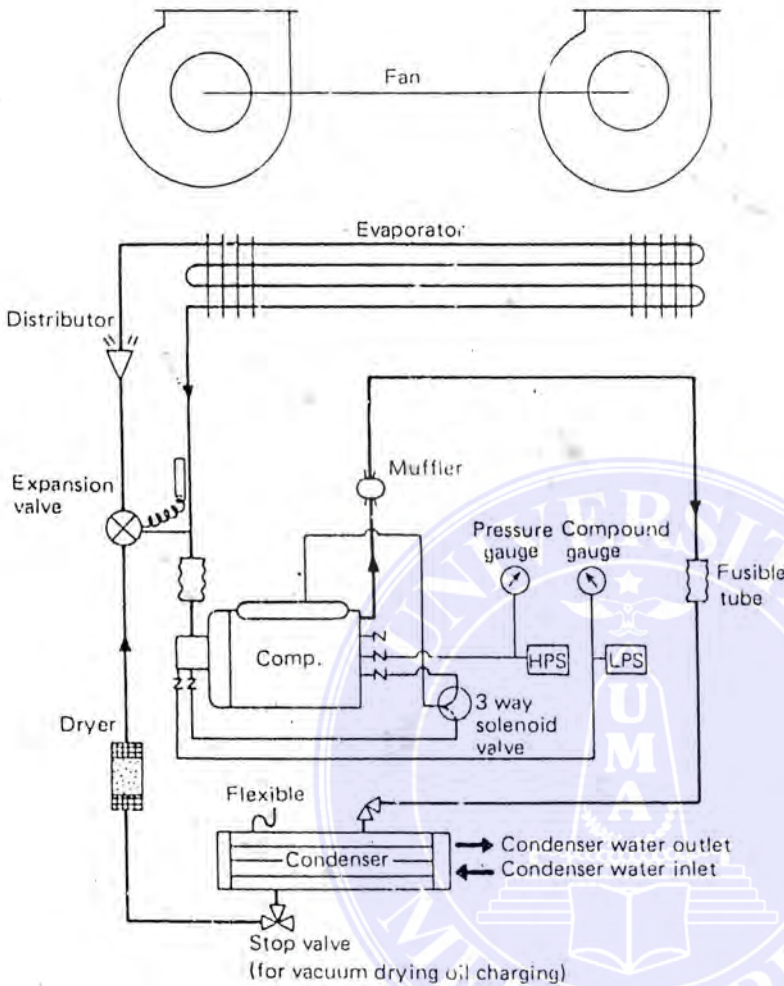
Namun untuk memperjelas dari perancang, berikut ini ditampilkan gambar dan bagian utama sistem penyegar udara tunggal dengan jenis paket, lengkap dengan sistem pendingin kondensor yang menggunakan air dan juga cooling tower-nya. Hal ini ditampilkan adalah sebagai dasar dalam perancangan berikutnya.





Gambar 2. Total Assembly Sistem Penyejukan Udara





**Notes:**

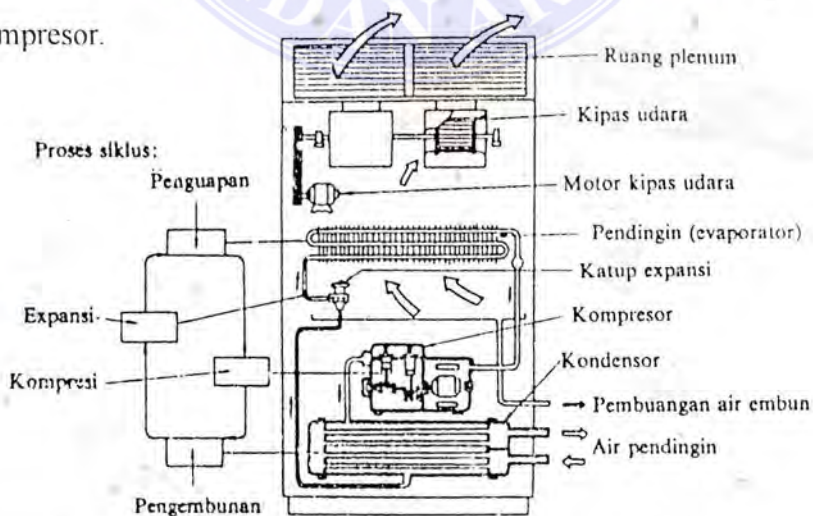
- 1) **HPS** : High pressure switch
- LPS** : Low pressure switch
- 2) UC15EAM is not furnished with 3 way solenoid valve.

Gambar 3. Piping Diagram Sistem Penyejukan Udara

b. Prinsip Kerja Pengkondisi Udara

Sesuai dengan sasaran diciptakannya pengkondisi udara ini yaitu agar supaya temperatur, kebersihan dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat yang diinginkan, maka demikian peralatan itu adanya sehingga cara kerjanya seperti uraian berikut.

1. Evaporator sebagai media penguap seperti ditunjukkan pada gambar 5 berbentuk pipa bersirip pelat. Tekanan cairan refrigeran yang diturunkan pada katup ekspansi, didistribusikan secara merata kedalam pipa evaporator oleh distribusi refrigeran. Dalam hal tersebut refrigerant akan menguap dan menyerap kalor dari udara ruangan yang dialirkan melalui permukaan luar dari pipa evaporator. Apabila udara didinginkan dibawah titik embun, maka air yang terkandung dalam udara akan mengembun pada permukaan evaporator, kemudian ditampung dan dialirkan keluar. Dengan demikian cairan refrigeran diuapkan secara berangsur-angsur karena menerima kalor sebanyak kalor laten penguapan, selama mengalir didalam setiap pipa dari koil evaporator. Selama proses penguapan itu, didalam piap akan terdapat campuran refrigeran dalam fasa cair dan gas. Dalam keadaan tersebut tekanan penguapan dan temperaturnya konstan. Uap refrigeran yang terjadi karena penguapan sempurna didalam pipa evaporator dikumpulkan didalam sebuah penampung uap yang disebut Heater, selanjutnya uap akan dihisap oleh kompresor.



Gambar 4. Siklus Refrigerasi dan penyegar Udara Paket

2. Kompresor seperti gambar diatas menghisap uap refrigeran dari ruang penampung uap pada evaporator. Didalam penampung uap tekanan diusahakan supaya tetap rendah, supaya refrigeran senantiasa berada dalam keadaan uap dan bertemperatur rendah. Di dalam kompresor tekanan refrigeran dinaikkan sehingga memudahkan penguapan kembali. Energi yang diperlukan untuk kompresi diberikan oleh motor listrik yang menggerakkan kompresor. Jadi dalam proses kompresi energi diberikan kepada uap refrigeran. Pada waktu refrigeran dihisap masuk ke dalam kompresor berlangsung, temperatur naik. Jumlah refrigeran yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi tergantung pada jumlah uap yang dihisap masuk ke dalam kompresor.
3. kondensor sebagai alat kondensasi. Uap refrigeran bertekanan dan bertemperatur tinggi pada akhir kompresi dapat dengan mudah dicairkan dengan menurunkan temperaturnya. Dengan kata lain uap refrigeran melepaskan panasnya (kalor laten penguapan) kepada air pendingin di dalam kondensor sehingga mengembun dan mencair. Jadi karena air pendingin menyerap panas dari refrigeran, maka ia akan menjadi panas pada waktu keluar dari kondensor. Selama refrigeran mengalami perubahan dari fasa uap ke fasa cair, dimana terdapat campuran refrigeran dalam fasa uap dan fasa cair, tekanan penguapan dan temperatur konstan. Kalor yang dikeluarkan di dalam kondensor adalah jumlah kalor yang diperoleh dari udara yang mengalir melalui evaporator (kapasitas pendingin) dan kerja (energi) yang diberikan oleh kompresor kepada fluida kerja. Dalam hal

penyegaran udara jumlah kalor tersebut kira-kira sama dengan 1.2 kali kapasitas pendinginnya. Uap refrigeran menjadi cairan sempurna di dalam kondensor, kemudian dialirkan ke dalam pipa evaporator melalui katup ekspansi. Dalam hal ini, temperatur refrigeran cair biasanya 2 – 3 °C lebih rendah dari pada temperatur refrigeran cair jenuh pada tekanan kondensasinya. Temperatur tersebut menyatakan besarnya derajat pendinginan lanjut (degree of sub cooling).

4. Ekspansi, untuk menurunkan tekanan dari refrigeran cair (tekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, supaya dapat mudah menguap maka dipergunakan alat yang disebut katup ekspansi atau pipa kapiler. Cairan refrigeran mengalir ke dalam evaporator, tekanan rendah dan menerima kalor penguapan dari udara, sehingga menguap secara berangsur-angsur. Selanjutnya proses siklus tersebut diatas terjadi berulang-ulang.

penyegaran udara jumlah kalor tersebut kira-kira sama dengan 1.2 kali kapasitas pendinginnya. Uap refrigeran menjadi cairan sempurna di dalam kondensor, kemudian dialirkan ke dalam pipa evaporator melalui katup ekspansi. Dalam hal ini, temperatur refrigeran cair biasanya 2 – 3 °C lebih rendah dari pada temperatur refrigeran cair jenuh pada tekanan kondensasinya. Temperatur tersebut menyatakan besarnya derajat pendinginan lanjut (degree of sub cooling).

4. Ekspansi, untuk menurunkan tekanan dari refrigeran cair (tekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, supaya dapat mudah menguap maka dipergunakan alat yang disebut katup ekspansi atau pipa kapiler. Cairan refrigeran mengalir ke dalam evaporator, tekanan rendah dan menerima kalor penguapan dari udara, sehingga menguap secara berangsur-angsur. Selanjutnya proses siklus tersebut diatas terjadi berulang-ulang.

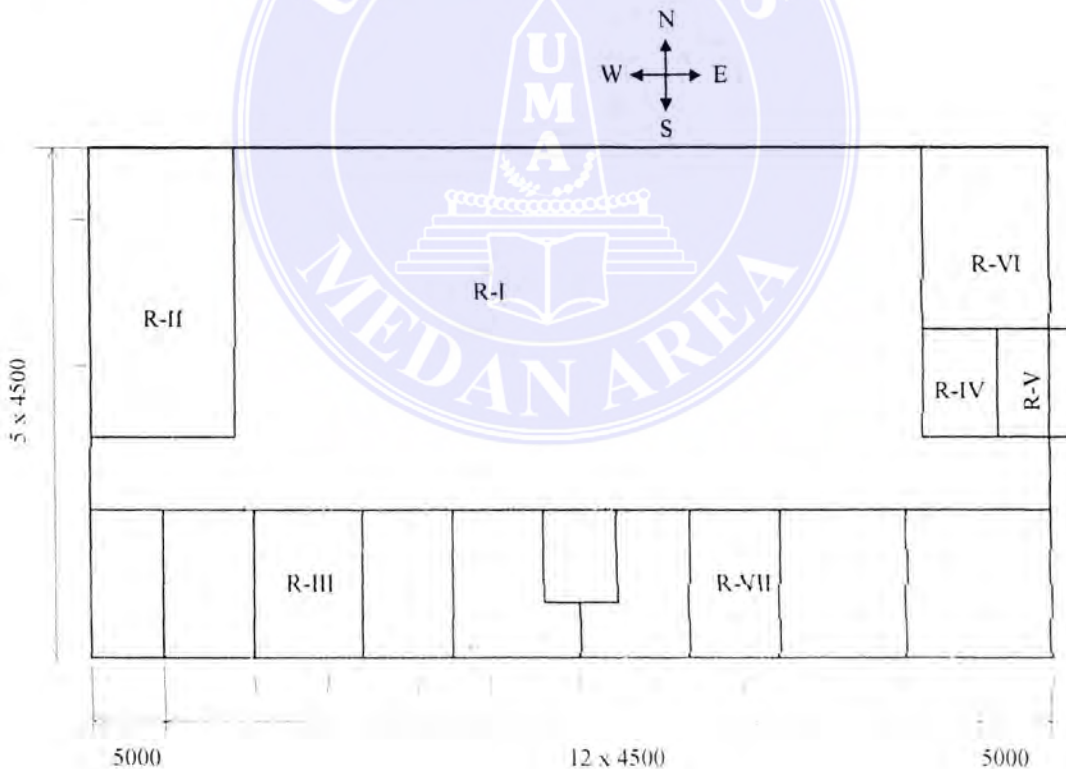
## BAB II

### PEMBAHASAN MATERI PERANCANGAN

#### A. DATA LAPANGAN

##### 1. Lay Out Bangunan dan Ukuran

Untuk menghitung besarnya beban pendinginan (cooling load) harus diketahui lay out bangunan, ukuran dan susunan konstruksi bangunan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 5. Denah Maintenance Office

## 2. Temperatur di Lingkungan Bangunan

Berikut ini saya menampilkan hasil pengukuran temperatur udara di sekitar lingkungan yaitu pada posisi Utara, Selatan, Timur dan Barat dari bangunan dan di dalam ruangan tersebut.

**Tabel 1 : Data Temperatur**

Tgl	19 Juli 2004 ( $^{\circ}$ C)					20 Juli 2004 ( $^{\circ}$ C)					21 Juli 2004 ( $^{\circ}$ C)				
Posisi	Timur	Selatan	Barat	Utara	Dalam Ruang	Timur	Selatan	Barat	Utara	Dalam Ruang	Timur	Selatan	Barat	Utara	Dalam Ruang
Jam															
09 : 00	25.5	25	24.8	25	27	27	26	26	26.5	27.5	27	26.5	2.5	26.5	27
10 : 00	25.5	25	25	25	27	27.5	26.5	26	26.8	27.5	27	26.5	26.5	27	27.5
11 : 00	26	25.5	25.5	26	27.5	27.5	27	27	27	28	28	27	26.5	27.5	28
12 : 00	27	26	26	26.5	28	28	27.5	27.5	27.5	28	29	28	27.5	28	28.5
13 : 00	27.5	26	27	27	28	29	28.5	29	29	28.5	30	29	30	30	29
14 : 00	27	26.5	28	27	28.5	29	29	30	29.5	29	30	30.5	30.5	31	29.5
15 : 00	27	27.5	29.5	27	29	28.5	29.5	32	31	29	29	31	32	30.5	29.5

## 3. Jam Operasi

Sesuai dengan penggunaan gedung ini, adapun aktivitas yang dilakukan adalah aktivitas yang bersifat rutin yang merupakan kegiatan utama administrasi maintenance. Dengan demikian ruangan ini dipakai atau dibuka mulai jam 07 : 30 – 18 : 00 atau selama 10,5 jam.

#### 4. Kondisi Air Industri

Adapun kondisi atau data air industri dicantumkan disini adalah bertujuan dalam perhitungan kondensor dan juga penentuan cooling tower untuk sistem pendingin atau pengkondisi udara yang akan dirancang nantinya. Kondisi air yang dimaksud adalah tekanan dari sumber air dipompakan dan juga temperatur air rata-rata. Adapun besaran tersebut adalah untuk tekanan berkisar 2 – 6 kg/Cm<sup>2</sup>, sedangkan temperaturnya lebih-kurang 28 °C.

#### 5. Kondisi Lingkungan

Hal yang sama perlunya data kondisi air industri, disini juga perlu didapatkan data kondisi lingkungan. Hal ini bertujuan dalam perhitungan atau design yang berhubungan dengan kondisi udara, kelembaban udara luar rata-rata, udara berdebu atau tidak dan lain sebagainya, data tersebut adalah :

- Ambient temperatur (15 ~ 40 °C)
- Relative humidity (kelembaban udara relatif) 80 ~ 100%
- Daerah pinggir pantai (lingkungan bergaram)
- Angin atau kondisi udara disekitar berdebu
- Daerah curah hujan



## **B. PEMBAGIAN RUANGAN YANG DIINGINKAN DAN DIMENSINYA**

Untuk mengetahui dimensi dan memperjelas kondisi-kondisi ruangan, berikut urutan nama-nama yang ada dalam gedung Maintenance Office tersebut, yaitu :

1. Office Room (ruangan kantor), selanjutnya disebut Ruangan – I.
2. Meeting Room-I (ruangan rapat), selanjutnya disebut Ruangan – II.
3. Meeting Room-II (ruang rapat), selanjutnya disebut Ruangan – III.
4. Computer Room (ruang komputer), selanjutnya disebut Ruangan – IV.
5. Meeting Room – IV (ruang rapat), selanjutnya disebut Ruangan – V.
6. Design Room (ruang design), selanjutnya disebut Ruangan – VI.
7. Printer Room (ruangan photo copy), selanjutnya disebut Ruangan – VII.

Selanjutnya itu masih ada ruangan-ruangan lain seperti Ruangan Dokumen, Ruangan Gudang, Ruangan WC, dll; tetapi ruangan ini tidak perlu membutuhkan pengkondisi udara atau pendinginan. Oleh karena itu beban pendingin yang ada pada ruangan tersebut tidak diperhitungkan.

Adapun dimensi ke tujuh ruangan di atas adalah seperti tercantum dalam tabel

berikut :

Tabel-2 : Ruangan – I

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	$45 \times 16.35 + (9.5 \times 2) + 4.5 \times 5.65$	799.17
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	$45 \times 16.35 \times 2.7 + (9.5 \times 2) \times 2 \times 2.7 + 4.5 \times 5.65 \times 2.67$	2157.70
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah utara			D/4 D/5	
	- Pintu (Lp)				
	• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	2	$0.65 \times 0.7 + 0.65 \times 0.7$	0.91
	• Plate Steel	M <sup>2</sup>	2	$(2.465 \times 0.85) \times 2 - L \text{ kaca } (0.91)$	1.91
	- Jendela (Ventilasi)(Lj)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	10	$1.5 \times 1.5$	2.25
	• Plate Steel (AG/1)	M <sup>2</sup>	4	$0.45 \times 0.45$	0.81
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	$45 \times 2.7 - Lpu - Lju$	96.10
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	$9.5 \times 2 \times 2.7$	51.30
	b. Sebelah Timur			D/3 D/22,D/23,D/24	
	- Pintu (Lp)				
	• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	4	$(0.65 \times 0.7) \times 2 + (0.58 \times 0.63) \times 3$	1.64
	• Plate Steel	M <sup>2</sup>	1	$(1.7 \times 2.465) - 2 \times (0.63 \times 0.7)$	3.28
	• Triplex	M <sup>2</sup>	2	$(0.85 \times 2.03) - (0.58 \times 0.63) \times 3$	1.36
	- Dinding				
	• Kaca	M <sup>2</sup>	1	$(0.9 \times 6.5) + (0.93 \times 3)$	8.55
	• Asbes	M <sup>2</sup>	1	$(14.3 - 8.8) \times 2.7 - (0.9 \times 3)$	12.15
	• Beton	M <sup>2</sup>	1	$(7.65 \times 2.7) - (1.7 \times 2.465)$	16.46
	c. Sebelah Selatan				
	- Pintu (Lp)			D/2,D/9,D/10,D/11,D/12,D/13,D/15,D/16,D/18,D/19,D/20	
	• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	5	$(0.65 \times 0.7) \times 2 + (0.63 \times 0.58) \times 4$	2.372
• Plate Steel	M <sup>2</sup>	5	$(1.7 \times 2.03) - 2 \times (0.65 \times 0.7) + 3 \times (0.85 \times 2.03) + (1.7 \times 2.465)$	11.908	
• Triplex	M <sup>2</sup>	5	$(0.85 \times 2.03) \times 5 - (0.63 \times 0.58) \times 4$	7.166	
- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	$64 \times 2.7 - Lps$	151.350	
d. Sebelah Barat					
- Pintu (Lp)					
• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	2	$0.63 \times 0.58 + (0.65 \times 0.7) \times 2$	1.275	
• Plate Steel	M <sup>2</sup>	2	$(1.7 \times 2.465) - (0.65 \times 0.7) \times 2$	3.280	
• Triplex	M <sup>2</sup>	1	$(0.85 \times 2.03) - (0.63 \times 0.58)$	1.360	
- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	$24.975 \times 2.7 - Lp$	61.517	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	$45 \times 16.35 + (9.5 \times 2) \times 2 + 4.5 \times 5.65$	799.17

Tabel-3: Ruang – II

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	9.5 x 14.3	135.85
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	9.5 x 14.3 x 2.7	366.79
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1.5 x 1.5	2.25
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	9.5 x 2.7 – (1.5 x 1.5)	23.40
	b. Sebelah Timur				
	- Pintu (Lp)				
	• Glass (kaca)(D/6)	M <sup>2</sup>	1	0.63 x 0.58	0.3654
	• Triplex (D/6)	M <sup>2</sup>	1	0.85 x 2.03	1.726
	- Dinding asbes	M <sup>2</sup>	1	(14.35 x 2.7) - Lp	36.650
	c. Sebelah Selatan				
	- Pintu (Lp)			D/8                  D/7	
	• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	2	(0.63 x 0.58) + (0.63 x 0.58)	0.731
	• Triplex	M <sup>2</sup>	2	(0.85 x 2.03) x 2 – (0.63 x 0.58) x 2	0.9945
- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	9.5 x 2.7 - Lps	23.92	
d. Sebelah Barat					
- Jendela (Ventilasi)					
• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	3	1.5 x 1.5	6.75	
• Plate Steel (AG/2)	M <sup>2</sup>	2	0.3 x 0.3	0.18	
- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	14.35 x 2.7 – (1.5 x 1.5 + 0.3 x 0.3)	31.815	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	9.5 x 14.35	136.32

Tabel-4: Ruangan – III

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	5.5x5.65	31.075
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	5.5x5.65x2.7	83.902
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Pintu (Lp)			D/11	
	• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	1	(0.63x0.58)	0.3654
	• Plat Steel	M <sup>2</sup>	1	(0.85x2.03) – (0.63x0.58)	1.36
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.5x2.7 - Lpu	13.125
	b. Sebelah Timur				
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.65x2.7	15.255
	c. Sebelah Selatan				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1.5x1.5	2.25
	• Plate Steel (AG/3)	M <sup>2</sup>	1	0.2x0.2	0.04
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.5x2.7 – (1.5x1.5x0.2x0.21)	12.56
d. Sebelah Barat					
- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.65x2.7	15.255	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	5.5x5.65	31.075

**Tabel-5: Ruangan – IV**

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	5.55x4.5	24.975
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	5.55x4.5x2.7	67.430
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	5.55x2.7	12.15
	b. Sebelah Timur				
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	5.55x2.7	14.985
	c. Sebelah Selatan				
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	4.5x2.7	12.15
	d. Sebelah Barat				
- Pintu (Lp)					
• Glass (kaca)(D/22)	M <sup>2</sup>	1	(0.63 x 0.58)	0.3654	
• Triplex (D/6)	M <sup>2</sup>	1	(0.85 x 2.03) – (0.63 x 0.58)	1.36	
- Dinding kaca	M <sup>2</sup>	1	(0.9x1.5)x2	2.7	
- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	(5.55x2.7) – Lpb - Ldk	10.559	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	5.55x4.5	24.975

Tabel-6: Ruangan – V

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	5.55x4.5	24.975
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	5.55x4.5x2.7	67.430
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	4.5x2.7	12.15
	b. Sebelah Timur				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1.5x1.5	2.25
	• Plate Steel (AG/2)	M <sup>2</sup>	1	0.3x0.3	0.18
	- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	5.55x2.7 - Lj	12.55
	c. Sebelah Selatan				
	- Jendela (Ventilasi)				
• Glass (kaca) (D/21)	M <sup>2</sup>	1	0.63x0.58	0.3654	
• Triplek (D/21)	M <sup>2</sup>	1	(0.85x2.03) – (0.63x0.58)	1.3601	
- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	(4.5x2.7) - Lps	10.42	
d. Sebelah Barat					
- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	(5.55x2.7)	14.985	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	5.55x4.5	24.975

Tabel-7 : Ruangan – VI

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	9,5 x 8,8	83.60
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	9,5 x 8,8 x 2,7	225.72
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1,5 x 1,5	2.25
	• Plate steel (AG/2)	M <sup>2</sup>	1	0,3 x 0,3	0.18
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	9,5 x 2,7	25.65
	b. Sebelah Timur				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1,5 x 1,5	4.5
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	8,5x2,7	23.76
d. Sebelah Selatan					
- Dinding Asbes	M <sup>2</sup>	1	9,5x2,7	25.65	
e. Sebelah Barat					
• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	1	(0,63 x 0,58) + (0,63 x 0,58)	0.7308	
• Triplex	M <sup>2</sup>	1	(0,85 x 2,03) x 2 - (0,63 x 0,58) x 2	0.9950	
- Dinding Asbes					
• Glass (kaca)	M <sup>2</sup>	1	0,9x6,5	5.850	
• Asbes	M <sup>2</sup>	1	(8,8x2,7) - L.pb - L.dg	16.184	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	9,5 x 8,8	83.6

Tabel-8: Ruang – VII

No.	Nama	Unit	Jlh	Ukuran	Total
1	Room (ruangan)				
	- luasan	M <sup>2</sup>	1	4.5x5.65	25.45
	- Volume	M <sup>3</sup>	1	4.5x5.65x2.7	68.65
2	Wall Area (luasan dinding)				
	a. Sebelah Utara				
	- Pintu (L.p)				
	• Glass (kaca) (D/15)	M <sup>2</sup>	1	0.63x0.58	0.365
	• Plat Steel (D/15)	M <sup>2</sup>	1	(0.85x2.03) – (0.63x0.58)	1.360
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	(4.5x2.7) - Lpu	10.420
	b. Sebelah Timur				
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.65x2.7	15.25
	c. Sebelah Selatan				
	- Jendela (Ventilasi)				
	• Glass (kaca) (AW/3)	M <sup>2</sup>	1	1.5x1.5	2.25
	• Plate Steel (AG/2)	M <sup>2</sup>	1	0.3x0.3	0.18
	- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	4.5x2.7	12.15
	d. Sebelah Barat				
- Dinding beton	M <sup>2</sup>	1	5.65x2.7	15.25	
3	Ceiling asbestos (langit-langit)	M <sup>2</sup>	1	4.5x5.65	25.42



## C. KONDISI PERANCANGAN

### 1. Temperatur

Tabel – 9 : Kondisi Rancangan

TEMPAT	Temperatur (°C)		Kelembaban Relatif % RH	Perb. Kelembaban Rata-rata Sepanjang Hari (kg/kg <sup>3</sup> )	Volume Spesifik (m <sup>3</sup> /kg)
	Bola Kering	Bola Basah			
IN DOOR (di dalam ruangan)	25	20	60	0.0125	0.861
OUT DOOR (di luar ruangan)	32	27	80	0.245	0.899 (dari diagram psikometrik)

### 2. Lingkungan

Berdasarkan data hasil pengukuran yang diambil, berikut tabel temperatur aktual yang merupakan suhu tertinggi yang terjadi.

Tabel – 10 : Temperatur Max. Lingkungan

Posisi Waktu	Utara	Timur	Selatan	Barat	Di dalam ruangan
15 : 00	31 °C	30 °C	31 °C	32 °C	29,5 °C

## D. PERHITUNGAN BESARNYA BEBAN PENDINGIN

Berdasarkan literatur Lit-1, Hal-30 bahwa secara umum komponen-komponen beban pendingin adalah seperti tertera pada tabel di bawah ini :

**Tabel – 11 : Komponen-Komponen Pendingin**

No	KOMPONEN-KOMPONEN BEBAN PENDINGIN	Klasifikasi Beban	
		Sensible	Latent
1.	Tambahan kalor oleh transmisi radiasi matahari melalui jendela	0	
2.	Beban transmisi kalor melalui jendela	0	
3.	Infiltrasi beban kalor (ventilasi alamiah)	0	
4.	Beban transmisi kalor melalui dinding dan atap	0	
5.	Beban kalor tersimpan dari ruangan dengan penyerapan udara putus-putus	0	
6.	Beban kalor oleh infiltrasi		0
7.	Beban transmisi kalor melalui partisi lantai dan langit-langit	0	
8.	Beban kalor karena adanya sumber kalor di dalam ruangan	0	
9.	Tambahan kalor oleh sumber penguapan interior		0
10.	Tambahan kalor (heat again) oleh udara luar masuk karena ventilasi	0	
11.	Tambahan kalor (heat again) oleh motor kipas udara	0	
12.	Kenaikan beban oleh karena kebocoran saluran udara	0	
13.	Beban kalor oleh udara luar masuk		0
14.	Kenaikkan beban kalor oleh kebocoran saluran udara		0

Dari semua komponen-komponen beban pendingin yang tertera pada tabel di atas tidaklah selalu diperhitungkan untuk perancangan suatu sistem pendingin.

Dengan demikian pada perancangan ini, perancang mencoba menghitung besar beban pendingin yang diperkirakan dan dikelompokkan seperti Tabel – 12 berikut ini, adapun pengelompokkan ini bertujuan untuk mempermudah perhitungan dalam sistem tabel pada lembaran-lembaran berikutnya.

**Tabel – 12 : Komponen Beban Kalor Yang Diperhitungkan**

No.	KOMPONEN-KOMPONEN BEBAN KALOR	Besar Beban (tertera pada)
1.	<b>BEBAN KALOR RUANGAN</b>	
	1. Beban Kalor Perimeter (beban kalor dari luar – ke dalam)	
	a. Sensible : 1) Jumlah radiasi matahari melalui jendela	Tabel – 19
	2) Pemasukan tambahan kalor (heat gain) melalui jendela	Tabel – 12
3) Beban kalor karena adanya infiltrasi (vertilasi alam)	Tabel – 13	
4) Beban kalor transmisi radiasi matahari melalui dinding dan atap	Tabel – 12	
b. Latent : Beban kalor karena adanya infiltrasi	Tabel – 14	
2.	2. Beban Kalor Interior (beban dari dalam ruangan itu sendiri)	
	a. Sensible : 1) Beban kalor partisi, langit-langit	Tabel – 12
	2) Beban kalor adanya sumber kalor di dalam (listrik, Pemanas, manusia)	Tabel – 15
	b. Latent : Beban kalor adanya sumber penguapan di dalam ruangan	Tabel – 16
2.	<b>BEBAN KALOR ALAT PENYEGAR</b>	
	a. Sensible : 1) Beban kalor partisi karena adanya pemasukan udara	Tabel – 17
	2) Beban kalor oleh motor penyegar udara	
	b. Latent : (adanya pemasukan udara)	Tabel – 14

Untuk mempermudah perhitungan terlebih dahulu menentukan koefisien perpindahan kalor dari masing-masing dinding pembatas setiap ruangan.

Berdasarkan rumus :

$$Q = k \cdot A \frac{\Delta t}{L} \dots\dots\dots \text{Lit - 1, Hal.24}$$

dimana :

k = daya hantar (konduktivitas) thermal, W/m<sup>o</sup>K

A = luas penampang, m<sup>2</sup>

Δt = beda suhu, °K

Q = besarnya energi yang mengalir

Dikaitkan dengan rumus :

$$Q = U \cdot A (t_1 - t_0) \dots\dots\dots \text{Lit-1, Hal.24}$$

U : Koefisien perpindahan kalor

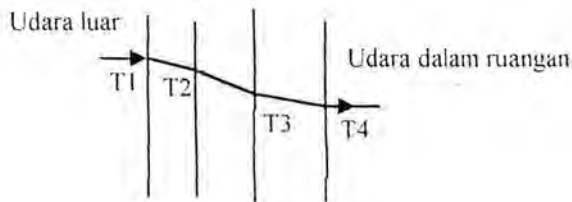
$$\text{Maka : } U = \frac{k}{l}$$

Juga dikaitkan dengan rumus :

$$R \cdot A = \begin{cases} \frac{l}{k} = R_w \text{ untuk konduksi} \\ \frac{1}{(h_e + h_r)} = R_s \text{ untuk permukaan} \end{cases}$$

$$\text{Maka : } U = \frac{1}{R}$$

Untuk dinding datar yang terdiri dari beberapa macam lapisan maka untuk mengetahui hambatan totalnya yaitu dengan menggunakan prinsip perhitungan :



Material laluan kalor

## Ilustrasi Perpindahan Kalor Pada Bagian Dinding/Atap Gedung

$$R_t = R_{so} + R_w + R_i$$

$R_{so}$  : hambatan kalor permukaan bagian luar

$R_{si}$  : hambatan kalor permukaan bagian dalam

$R_w$  : hambatan kalor untuk material laluan kalor (konduksi, konveksi, radiasi)

Maka besaran koefisien perpindahan kalor adalah :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{(R_{so} + R_w + R_{si})}$$

Dengan demikian dapatlah kita menentukan koefisien perpindahan kalor masing-masing material untuk setiap ruangan seperti ditunjukkan oleh tabel berikut. Kemudian dapat menentukan besar beban pendingin yang juga tertera pada tabel.

Tabel – 14 : Besar Beban Perimeter Sensible Gedung

Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
RUANGAN I	1.UTARA				
	Kaca	3.16	5.5	} 7	121.66
	Plate Steel (pintu)	1.85	0.69		8.94
	Plate Steel (ventilasi)	0.81	5.71		32.38
	Dinding beton	96.095	3.5		2354.33
	Dinding Asbes	51.3	0.211		75.77
	2.TIMUR				
	Kaca	10.191	5.5	} 7	392.35
	Plate Steel	3.28	0.69		15.84
	Plywood	1.36	0.59		5.62
	Dinding Asbes	12.15	0.211		17.95
	Dinding beton	16.46	3.5		403.27
	3.SELATAN				
	Kaca	2.372	5.5	} 7	91.32
	Plate Steel	11.908	0.69		57.52
	Plywood	7.116	0.59		29.6
	Dinding beton	151.134	3.5		3708.17
	4.BARAT				
	Kaca	1.275	5.5	} 7	49.09
	Plate Steel	3.28	0.69		15.84
Plywood	1.36	0.59	5.62		
Dinding beton	61.517	3.5	1507.17		
4.LANGIT-LANGIT					
Asbes	799.175	0.0159	7	88.95	
Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
RUANGAN II	1.UTARA				
	Kaca	2.25	5.5	} 7	86.63
	Beton	23.4	3.5		573.30
	2.TIMUR				
	Kaca	0.3654	5.5	} 7	14.07
	Plywood	1.726	0.59		7.13
	Dinding asbes	36.92	0.211		54.13
	3.SELATAN				
	Kaca	0.731	5.5	} 7	28.14
	Plywood	0.9945	0.59		4.11
	Dinding asbes	23.92	0.211		35.33
	4.BARAT				
	Kaca	6.75	5.5	} 7	259.88
	Plate Steel (ventilasi)	0.18	5.71		7.18
	Dinding beton	31.815	3.5		779.47
5.LANGIT-LANGIT					
Asbes	136.325	0.0159	7	15.17	

Tabel – 14 (Lanjutan)

Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
R U A N G A N III	1. UTARA				
	Kaca	0.3654	5.5	} 7	14.07
	Plate Steel	1.36	0.69		6.57
	Beton	13.125	3.5		321.56
	2. TIMUR				
	Dinding beton	15.225	3.5	7	373.75
3. SELATAN					
Kaca	2.25	5.5	} 7	86.63	
Plate Steel	0.04	5.71		1.6	
Dinding beton	12.56	0.35		307.72	
4. BARAT					
Dinding beton	15.225	3.5	7	373.75	
5. LANGIT-LANGIT					
Asbes	31.075	0.0159	7	3.46	
Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
R U A N G A N IV	1. UTARA				
	Dinding Asbes	12.15	0.211	7	17.95
	2. TIMUR				
	Dinding Asbes	14.985	0.211	7	22.13
	3. SELATAN				
	Dinding asbes	12.15	0.211	7	17.95
4. BARAT					
Kaca	3.0654	5.5	} 7	118.02	
Plywood	1.36	0.59		5.67	
Dinding asbes	10.559	0.211		15.6	
5. LANGIT-LANGIT					
Asbes	24.975	0.0159	7	2.78	

Tabel – 14 (Lanjutan)

Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
R U A N G A N V	1.UTARA Dinding asbes	12.15	0.211	7	17.95
	2.TIMUR Kaca	2.25	5.5	} 7	86.63
	Plate Steel	0.18	5.71		7.19
	Dinding beton	12.55	3.5		307.48
	3.SELATAN Kaca	0.3654	5.5	} 7	14.07
	Plywood	1.3601	0.59		5.62
	Dinding asbes	10.42	0.211		15.39
4.BARAT Dinding asbes	14.985	0.211	7	22.13	
5.LANGIT-LANGIT Asbes	24.975	0.0159	7	2.78	
Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
R U A N G A N VI	1.UTARA Kaca	2.25	5.5	} 7	86.63
	Plate Steel	0.18	5.71		7.19
	Dinding beton	23.22	3.5		568.89
	2.TIMUR Kaca	4.5	5.5	} 7	173.25
	Dinding beton	23.76	3.5		582.12
	3.SELATAN Dinding asbes	25.65	0.211	7	3.91
	4.BARAT Kaca	6.581	5.5	} 7	253.37
	Plywood	0.995	0.59		4.11
	Dinding asbes	16.184	0.211		23.9
	5.LANGIT-LANGIT Asbes	83.6	0.0159	7	9.3



Tabel – 14 (Lanjutan)

Nomor Ruang	Posisi dan Ukuran Konstruksi	Luas (m <sup>2</sup> )	Koefisien Perpindahan Kalor (kcal/m <sup>2</sup> h °C)	Perbedaan Suhu Δt °C	Beban Kalor (kcal/h)
R U A N G A N VII	1. UTARA				
	Kaca	0.3654	5.5	} 7	14.07
	Plate Steel	1.3601	0.69		6.57
	Dinding beton	10.242	3.5		255.39
	2. TIMUR				
	Dinding beton	15.255	3.5	7	373.75
	3. SELATAN				
	Kaca	2.25	5.5	} 7	86.63
	Plate Steel	0.18	5.71		7.19
	Dinding beton	12.15	3.5		297.68
4. BARAT					
Dinding beton	15.255	3.5	7	373.75	
5. LANGIT-LANGIT					
Asbes	25.425	0.0159	7	2.83	
<b>TOTAL</b>					<b>16.144.91</b>

Tabel – 15 : Besar Beban Kalor Sensibel Karena Infiltrasi (Ventilasi Alamiyah, Rumus Lit-1, Hal.-31)

No. Ruangan	{(Vol. Ruangan x Jlh penggantian ventilasi alamiyah) (Jlh udara)} x (0.24/Vol spesifik) x (selisih temperatur luar dan dalam)	Beban Kalor kcal/jam
Ruangan I	{(2157.78 m <sup>3</sup> x 2) - (30 x 100)} $\frac{0.24}{0.871}$ (32 - 25)	2537.43
Ruangan II	{(366.795 m <sup>3</sup> x 2) - (30 x 15)} $\frac{0.24}{0.871}$ (32 - 25)	547.33
Ruangan III	{(83.9025 m <sup>3</sup> x 2) - (30 x 15)} $\frac{0.24}{0.871}$ (32 - 25)	34.38
Ruangan IV	{(67.43 m <sup>3</sup> x 2) - (30 x 3)} $\frac{0.24}{0.871}$ (32 - 25)	86.58
Ruangan V	{(67.43 m <sup>3</sup> x 2) - (30 x 3)} $\frac{0.24}{0.871}$ (32 - 25)	86.58

Ruangan VI	$\{(225.72 \text{ m}^3 \times 2) - (30 \times 12)\} \frac{0.24}{0.871} (32 - 25)$	176.48
Ruangan VII	$\{(68.65 \text{ m}^3 \times 2) - (30 \times 30)\} \frac{0.24}{0.871} (32 - 25)$	91.29
	<b>TOTAL</b>	<b>3560.07</b>

**Tabel – 16 : Besar Beban Kalor Latent  
Karena Adanya Infiltrasi (Rumus Lit-1, Hal.31)**

No. Ruangan	Vol. ruangan x Jlh ventilasi alamiah x 597.3 x selisih perbandingan Kelembaban di dalam dan di luar ruangan	Beban Kalor kcal/jam
Ruangan I	$2157.78 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	25785.4
Ruangan II	$366.795 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	4383.2
Ruangan III	$83.9025 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	1002.63
Ruangan IV	$67.43 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	805.79
Ruangan V	$67.43 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	805.79
Ruangan VI	$225.72 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	2697.35
Ruangan VII	$68.65 \text{ m}^3 \times 2 \times 597.3 \text{ kcal/kg} (0.0245 - 0.0125) \text{ kg/kg}^3$	820.37
	<b>TOTAL</b>	<b>36300.6</b>

**Tabel – 17 : Besar Beban Interior Sensibel Dari Gedung**  
(Rumus Lit-1, Hal.3)

No	Sumber Beban	Kapasitas	PERHITUNGAN BEBAN KALOR (kcal/jam)						
			Ruangan I	Ruangan II	Ruangan III	Ruangan IV	Ruangan V	Ruangan VI	Ruangan VII
1.	Lampu TL	40 W	$140 \text{ bh} \times 40 \cdot 10^3 \times 1000$ kcal/kW = 5600	$30 \times 0.040 \times 1000$ $1000 = 1200$	$6 \times 0.04 \times 1000$ $= 240$	$6 \times 0.04 \times 1000$ $= 240$	$6 \times 0.04 \times 1000$ $= 240$	$24 \times 0.04 \times 1000$ $= 960$	$6 \times 0.04 \times 1000$ $= 240$
2.	Manusia	40 kcal/jam	$100 \text{ org} \times 53$ kcal/jam org x $0.947 = 5.019$	$15 \times 53 \times 0.947$ $= 752.87$	$5 \times 53 \times 0.947$ $= 250.57$	$3 \times 53 \times 0.947$ $= 150.57$	$3 \times 53 \times 0.947$ $= 150.57$	$12 \times 53 \times 0.947$ $= 602.29$	$3 \times 53 \times 0.947$ $= 150.57$
3.	Alat Pemasak Air - Heater I	3 kW	$1 \text{ bh} \times 3 \text{ kW} \times 0.86 \text{ kcal/kW}$ $= 2.58$	-	-	-	-	-	-
	- Heater II	1.5 kW	$1 \text{ bh} \times 1.5 \text{ kW} \times 0.86 \text{ kcal/kW}$ $= 1.29$	-	-	-	-	-	-
4.	Komputer	60 W	$1 \text{ bh} \times 60 \cdot 10^{-3} \times 0.86 \text{ kcal/kW}$ $= 1.29$	$4 \times 0.06 \times 0.86$ $= 0.21$	-	$4 \times 0.06 \times 0.86$ $= 0.21$	-	-	-
5.	Mesin Photocopy	1.916 kW	-	-	-	-	-	-	$2 \times 1.916 \times 0.86 = 0.41$
<b>TOTAL</b>			<b>10623.02</b>	<b>1953.08</b>	<b>490.94</b>	<b>390.78</b>	<b>390.78</b>	<b>1562.29</b>	<b>390.98</b>

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/23

**Tabel – 18 : Besar Beban Kalor Interior Latent**

(Rumus Lit-1, Hal.32)

Nama Ruangan	(Jlh orang x Kalor Latent Manusia x Koreksi Faktor Kelompok)	Jumlah kcal/jam
Ruangan I	100 org x 47 kcal/jam x 0.897	4215.90
Ruangan II	15 org x 47 kcal/jam x 0.897	632.39
Ruangan III	5 org x 47 kcal/jam x 0.897	210.80
Ruangan IV	3 org x 47 kcal/jam x 0.897	126.48
Ruangan V	3 org x 47 kcal/jam x 0.897	126.48
Ruangan VI	12 org x 47 kcal/jam x 0.897	505.92
Ruangan VII	3 org x 47 kcal/jam x 0.897	126.48
	<b>TOTAL</b>	<b>5944.40</b>

**Tabel – 19 : Beban Kalor Sensible Alat Penyegar Udara**

(Rumus Lit-1, Hal.32)

Nama Ruangan	A. Tambahan kalor karena adanya udara masuk	B. Tambahan Kalor Motor Kipas Udara	Total (kcal/jam)
	$\frac{\text{Jlh udara luar masuk}}{\text{volume spesifik}} \times 0.24 \text{kcal/kg} \times \Delta t$	Daya Motor x 0,86 kcal/jam x $\eta$ kipas	
R – I	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$6 \times 22 \times 0.86 = 9.11$	5615.34
R – II	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$2 \times 2.2 \times 0.86 = 3.04$	843.96
R – III	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$1 \times 2.2 \times 0.86 = 1.52$	281.80
R – IV	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$1 \times 2.2 \times 0.86 = 1.52$	161.71
R – V	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$1 \times 2.2 \times 0.86 = 1.52$	161.71
R – VI	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$1 \times 2.2 \times 0.86 = 1.52$	674.29
R – VII	$\frac{30}{0.899} \times 100 \times 0.24 (32-25) = 5606.23$	$1 \times 2.2 \times 0.86 = 1.52$	161.71
<b>TOTAL</b>	<b>7880.77</b>	<b>19.75</b>	<b>7900.52</b>

**Tabel – 20 : Beban Kalor Latent Alat Penyegar Udara**  
(Rumus Lit-1, Hal.32)

Nama Ruangan	Beban kalor latent karena udara masuk (A)	Total (kcal/jam)
	$\frac{\text{Jlh udara luar masuk}}{\text{volume spesifik}} \times (\text{Selisih Perb. Kelembaban})$	
R – I	$\frac{30}{0.899} \times 100 (0.0245 - 0.0125)$	33.37
R – II	$\frac{30}{0.899} \times 15 (0.0245 - 0.0125)$	5.01
R – III	$\frac{30}{0.899} \times 5 (0.0245 - 0.0125)$	1.67
R – IV	$\frac{30}{0.899} \times 3 (0.0245 - 0.0125)$	1.00
R – V	$\frac{30}{0.899} \times 3 (0.0245 - 0.0125)$	1.00
R – VI	$\frac{30}{0.899} \times 12 (0.0245 - 0.0125)$	4.00
R – VII	$\frac{30}{0.899} \times 3 (0.0245 - 0.0125)$	1.00
<b>TOTAL BEBAN (kcal/jam)</b>		<b>47.05</b>

**Tabel – 21 : Besar Beban Perimeter**  
**Oleh Transmisi Radiasi Melalui Jendela** (Rumus Lit-1, Hal.30)

No. Ruangan	PERHITUNGAN	Beban Kalor kcal/jam
	Luas Jendela (m <sup>2</sup> ) x (Jlh radiasi Matahari kcal/m <sup>2</sup> jam) x Faktor transmisi x faktor bayangan	
Ruangan I	$17.72 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	1105.73
Ruangan II	$10.10 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	630.24
Ruangan III	$2.62 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	163.49
Ruangan IV	$3.0654 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	191.28
Ruangan V	$2.62 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	163.49
Ruangan VI	$13.33 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	831.79
Ruangan VII	$2.62 \text{ m}^2 \times 520 \text{ kcal/jam} \times 0,05 \times 0,24$	163.49
<b>TOTAL</b>		<b>3249.51</b>

Jumlah radiasi matahari = 520 kcal/jam ..... Lit-1, Hal.38

Pada sudut = 30° dan posisi jendela vertikal ..... Lit-1, Hal.38

Faktor transmisi = 0.50 ..... Lit-1, Hal.43

Faktor bayangan = 0.24 ..... Lit-2, Hal.253

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

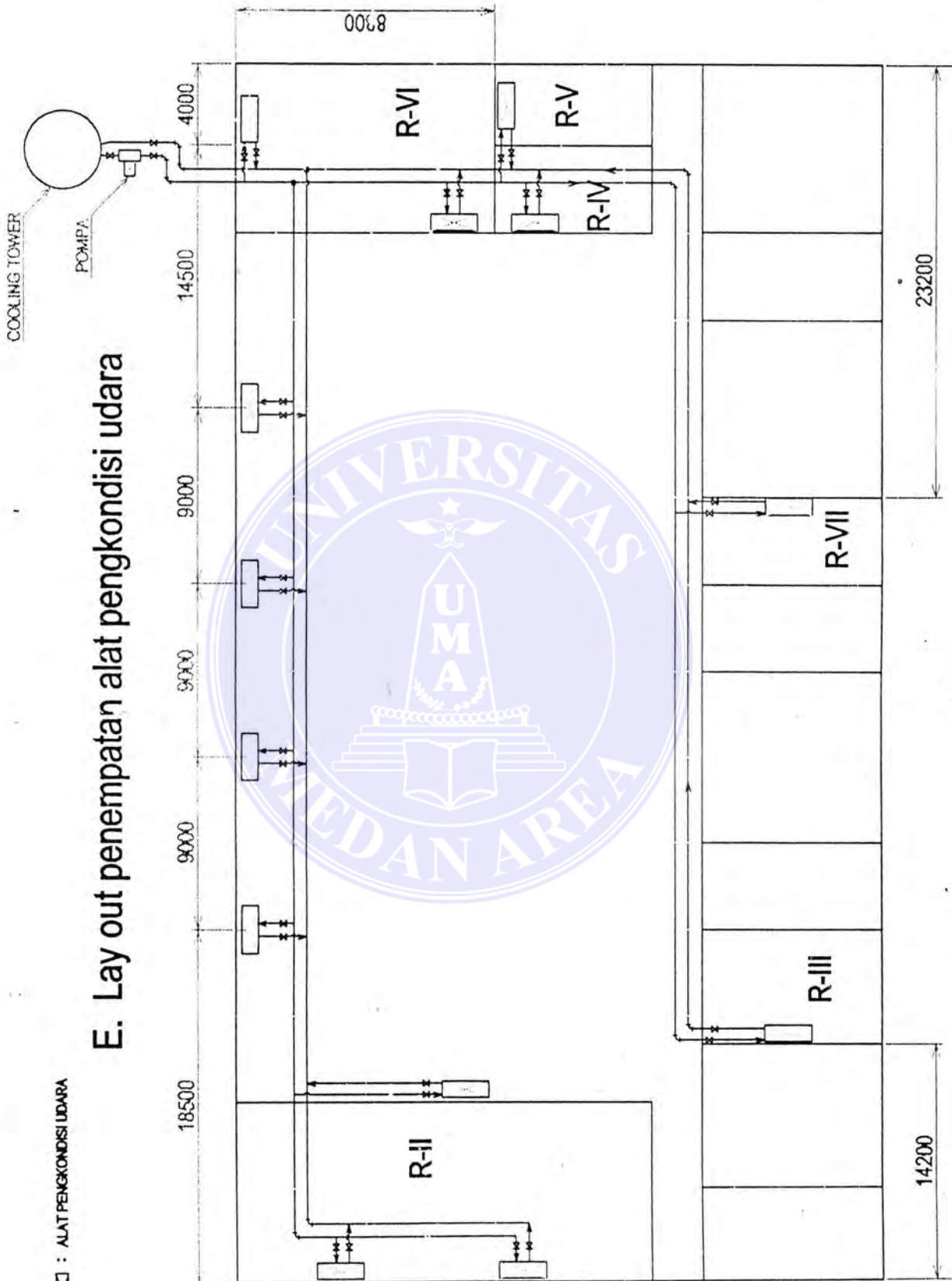
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/23

**Tabel – 22 : Rekapitulasi Beban Pendingin**

No	NAMA BEBAN KALOR	BESAR BEBAN KALOR (kcal/jam)							Total
		R – I	R – II	R – III	R – IV	R – V	R – VI	R – VII	
1.	Beban kalor perimeter sensible dari Gedung	8972.49	1846.55	1489.10	200.09	479.25	1712.68	1417.85	16136.01
2.	Beban kalor perimeter sensible karena adanya ventilasi alamiah	2537.43	547.33	34.38	86.58	86.58	176.48	91.92	3560.07
3.	Beban kalor latent karena adanya infiltrasi	25785.47	4383.20	1002.63	805.79	805.79	2697.35	820.37	36300.60
4.	Beban kalor interior sensible dari Gedung	10623.02	1953.08	490.96	390.78	390.57	1562.29	390.98	15801.68
5.	Beban kalor interior latent	4215.90	632.39	210.80	126.48	126.48	505.92	126.48	5944.45
6.	Beban kalor sensible alat penyegar udara	5615.34	843.96	218.80	161.71	161.71	674.29	161.71	7900.52
7.	Beban kalor latent alat penyegar udara	33.37	5.01	1.67	1.00	1.00	4.00	1.00	47.05
8.	Beban kalor perimeter oleh radiasi matahari melalui jendela	1105.73	630.24	163.24	191.22	163.49	191.22	163.49	3249.45
<b>TOTAL BEBAN (kcal/jam) (kJoule/jam)</b>		<b>58888.75</b>	<b>10859.76</b>	<b>3674.83</b>	<b>1963.65</b>	<b>2214.87</b>	<b>8164.80</b>	<b>3173.17</b>	<b>88939.83 (370582.60)</b>

Notes : 1 joule = 0.24 cal



### E. Lay out penempatan alat pengkondisi udara

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 14/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## BAB IV

### PENUTUP

#### KESIMPULAN

Setelah mencoba mengestimasi (memperkirakan), mempertimbangkan dan kemudian merancang dengan melakukan perhitungan-perhitungan sederhana, maka pada akhir bab ini penulis sebagai perancang menyimpulkan sebagai berikut :

1. Total Cooling Load
  - = 88939.92 (kcal/jam)
  - = 353091.48 (Btu/jam)
  - = 29.42 (Tons)
  - = 370582.6 (kJ/jam)
2. Spesifikasi Evaporator
  - Jenis = Expansi langsung
  - Konstruksi = Type Coil dengan pendinginan udara
  - Jumlah pipa Coil/d pipa = 12/12.7 (mm)
  - Panjang = 400 (mm)
  - Lebar = 50 (mm)
3. Spesifikasi Kompresor
  - Type = Hermatik
  - Daya = 1.43 (kW)
  - Diameter Silinder = 55 (mm)



Jumlah Silinder = 2  
 Panjang langkah = 60 (mm)  
 Putaran = 500 (rpm)

#### 4. Spesifikasi Kondensor

Type = Shell & Tube Water Cooled Condensor  
 Jlh Pipa Coil/d Pipa = 42 pipa/16 (mm)  
 Diameter Shell = 280 (mm)  
 Panjang pipa = 440 (mm)

#### 5. Spesifikasi Expansion Valve

Type = Pipa Kapiler  
 Diameter Pipa = 1.63 (mm)  
 Panjang = 2.35 (mm)

#### 6. Spesifikasi Kipas Udara

Type = SIROCCO FAN (Kipas udara berdaun sudu banyak)  
 Daya = 0.38 kW  
 Kapasitas = 46 (m<sup>3</sup>/min)

#### 7. Spesifikasi Pompa Distribusi Air Pendingin Kondensor

Type = Centrifugal Pump  
 Head = 0 ~ 40 (m)  
 Daya = 5.5 (kW)  
 Spesifikasi Pasaran = 150 x 100 TBL HA

WIRANTO  
RICHARD C. JORDAN

PBI

### DAFTAR PUSTAKA

1. Wiranto Arismunandar, 1981, "**Penyegar Udara**", Pradnya Paramita, Jakarta.
2. Richard C. Jordan & Gayle B. Priester, 1985, "**Refrigeration and Air Conditioning**", Second Edition, Pretice Hall of India, New Delhi – 110001.
3. Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones, Supratman Hara, 1989, "**Refrigerasi dan Pengkondisian Udara**", Penerbit Airlangga.
4. D.N.W. Kentish C Eng MIMechE, 1982, "**Industrial Pipe Work**", MC Graw-Hill Book Company (UK) Limited, London.
5. Eugene A. Vallone, 1987, "**Marks Standard Hand Book Mechanical Engineer**", Ninth Edition, MC Graw-Hill International Edition.
6. William Stainer, 1959, "**Plant Engineering Hand Book**", MC Graw-Hill Book Company (UK) Limited, London.
7. Tyler G. Hicks, 1986, "**Standard Hand Book of Engineering Calculation**", Second Edition.
8. JP. Hofman, E. Jastfi Ir, 1984, "**Perpindahan Kalor**", Edisi Kelima, Airlangga, Jakarta.
9. TSURUMI, **Pump Catalog**
10. DAIKIN, **Water Cooled Package Air Conditions Series No.ES 11 – 4B**
11. DAIKIN, **Cooling Tower TIF Catalog Series No.ES 39 - 2**
12. DAIKIN, **Operation Manual Water Cooled Package Air Conditioner UCP 3 JA Model.**