



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR MOTTO .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR SOAL .....	vi
INTISARI .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. LATAR BELAKANG .....	1
1.1.1. Transfer Kalor .....	2
1.1.2. Kualitas Udara .....	3
1.2. TINJAUAN MASALAH .....	4
1.3. PROSEDUR PERANCANGAN PENGATUR KONDISI UDARA .....	9
BAB 2 BEBAN PEMANASAN .....	11
2.1. Beban pemanasan .....	13
2.2. Perlakuan udara untuk mengatasi beban pemanasan ..	19
BAB 3 SISTEM PENGKONDISIAN UDARA .....	20
3.1. Direct Expansion System ( DX System ) .....	20
3.2. All Water System .....	20
3.3. Air-Water System .....	22
3.4. All Air System .....	22
BAB 4 MESIN REFRIGERASI .....	25
4.1 Proses mesin refrigerasi .....	27
4.2. Peralatan .....	28



4.3. Pemilihan Refrigeran .....	29
4.3.1. Pertimbangan pemilihan .....	29
4.3.2. Pengelompokan Refrigeran .....	31
4.3.3. Pemilihan Refrigeran .....	32
4.4. Pemilihan temperatur kerja .....	33
4.5. Perencanaan Kondenser .....	33
4.5.1. Karakteristik kondenser.....	34
4.5.2. Faktor geometris fin .....	36
4.5.3. Perpindahan panas sisi udara .....	37
4.5.4. Perpindahan panas dalam pipa .....	40
4.5.4.1. Perpindahan panas kondensasi .....	41
4.5.4.2. Perpindahan panas desuperheati .....	44
4.5.4.3. Perpindahan panas subcooling .....	46
4.5.5. Panjang Pipa .....	48
4.5.5.1. Luas keseluruhan perpindahan panas .....	48
4.5.5.2. Dimensi susunan pipa .....	48
4.5.6. Penurunan tekanan .....	50
4.5.6.1. Penurunan tekanan sisi udara .....	50
4.5.6.2. Penurunan tekanan sisi tube .....	51
4.6. Perencanaan Evaporator .....	52
4.6.1. Karakteristik Evaporator .....	54
4.6.2. Perpindahan panas sisi tube .....	56
4.6.3. Perpindahan panas sisi shell .....	57
4.6.4. Luas Perpindahan panas .....	60
4.6.5. Penurunan tekanan .....	62
4.6.5.1. Penurunan tekanan pada sisi shell .....	62
4.6.5.2. Penurunan tekanan sisi tube .....	63
4.7. Kebutuhan Refrigeran .....	64
4.8. Kompresor .....	65
4.8.1. Silinder .....	70
4.8.2. Piston .....	75
4.8.3. Batang piston .....	76



4.8.4. Cincin torak .....	78
4.8.5. Katup .....	79
4.8.5.1. Katup isap .....	79
4.8.5.2. Katup buang .....	80
4.9. Pemilihan Motor Penggerak .....	82
4.10. Peralatan Expansi .....	82
4.10.1. Type peralatan ekspansi .....	83
4.11. Peralatan Tambahan .....	87
4.11.1. Saringan Pengering ( Filter Drier ) .....	97
4.11.2. Indikator Refrigeran .....	87
4.11.3. Akumulator .....	88
4.11.4. Pemisah oli ( Oil separator ) .....	88
4.11.5 Tabung Penampung ( Receiver ) .....	88
<b>BAB 5 AHU .....</b>	<b>90</b>
5.1. Ducting .....	95
5.1.1. Supply ducting .....	95
5.1.2. Return ducting .....	96
5.2. Fan .....	97
5.2.1. Fan suplai .....	98
5.2.2. Fan udara return .....	103
5.3. Filter udara .....	108
5.4. Humidifier .....	109
5.4.1. Spray washer .....	110
5.4.2. Pemilihan pompan .....	112
5.5. Damper .....	113
5.6. Katup udara .....	114
<b>BAB 6 PENYALURAN AIR .....</b>	<b>115</b>
6.1. Bahan dan Perlengkapan .....	116
6.2. Sistem penyaluran air panas .....	119
6.3. Sistem penyaluran air dingin .....	120



6.4. Pengontrolan .....	121
6.4.1. Temperatur .....	121
6.4.2. Aliran .....	121
BAB 7 SISTEM PENGATURAN .....	123
7.1. Sistem Pengaturan Kerja Mesin Refrigerasi .....	124
7.2. Sistem Pengaturan Aliran Udara .....	124
7.3. Mekanisme Pengaturan .....	125
7.3.1. Mekanisme Pengaturan Temperatur .....	125
7.3.2. Pengaturan Kelembaban Udara .....	128
7.4. Perangkat Pengaman .....	129
BAB 8 PENUTUP .....	131
DAFTAR PUSTAKA .....	135
DAFTAR LAMPIRAN .....	136



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Skema .....	6
Gambar 2.1.	Perpindahan panas lewat plafon .....	14
Gambar 2.2.	Proses perlakuan terhadap udara .....	19
Gambar 3.1.	Direct expansion system .....	21
Gambar 3.2.	Fan coil unit .....	22
Gambar 3.3.	Air - water system .....	23
Gambar 3.4.	All air system .....	24
Gambar 4.1.	Mesin refrigerasi .....	25
Gambar 4.2.	Siklus P - H .....	26
Gambar 4.3.	Siklus T - Entropi .....	27
Gambar 4.4.	Penampang pipa bersirip .....	35
Gambar 4.5.	Evaporator shell and tube type AES .....	55
Gambar 4.6.	Grafik perpindahan panas sisi shell.....	55
Gambar 4.7.	Katup ekspansi manual .....	84
Gambar 4.8.	Katup apung .....	84
Gambar 4.9.	Katup ekspansi otomatis .....	85
Gambar 4.10.	Katup ekspansi termostatik .....	86
Gambar 4.11.	Filter drier .....	87
Gambar 4.12.	Indikator .....	87
Gambar 4.13.	Pemisah oli .....	88
Gambar 4.14.	Akumulator .....	88
Gambar 4.15.	Penampung refrigeran .....	89
Gambar 5.1.	Skema ducting udara suplai .....	92
Gambar 5.2.	Skema ducting udara suplai .....	93
Gambar 5.3.	Skema ducting udara return .....	94
Gambar 6.1.	Perpipaan air panas.....	117
Gambar 6.2.	Perpipaan air dingin.....	118
Gambar 7.1.	Rangkaian kerja pneumatis .....	127
Gambar 7.2.	Ducting dengan bypass .....	128



## DAFTAR NOTASI

Ab	: Bare external surface	$m^2 / m$
Af	: luas permukaan pipa bersirip	$m^2 / m$
Ag	: Face Area	$m^2$
Au	: luas permukaan tanpa fin	$m^2 / m$
Ax	: Luas aliran antara pipa	$m^2$
Cb	: faktor koreksi beban lentur	
CFMra	: laju aliran udara return	$ft^3 / \text{menit}$
CFMsa	: laju aliran udara suplai	$ft^3 / \text{menit}$
CFMvent	: laju aliran udara ventilasi	$ft^3 / \text{menit}$
Co	: local loss coefficients	
Cr	: clearance radial	mm
df	: diameter luar fin	mm
dr	: diameter akar fin	mm
FAR	: Free Area Ratio	
Gr	: laju aliran massa refrigeran tiap satuan luas penampang pipa	$kg / m^2 \cdot s$
Hc	: panas konveksi	Btu/jam
He	: panas evaporasi	Btu/jam
Hm	: panas dari metabolisme	Btu/jam
Hr	: panas radiasi	Btu/jam
Hs	: panas yang tersimpan	Btu/jam
Hr	: efek refrigerasi	$kJ / kg$
ho	: koefisien perpindahan panas di luar pipa	$W / m^2 \cdot ^\circ C$
hf	: koefisien perpindahan dengan fin	$W / m^2 \cdot ^\circ C$
Kt	: faktor koreksi beban tumbuk	
Lpt	: panjang tube/pass	m
L <sub>tr</sub>	: panjang torak piston	cm
lf	: tinggi fin	mm



$l_{fe}$	: tinggi fin equivalen	mm
$m_{ud}$	: laju aliran massa udara	kg/s
$N_f$	: jumlah fin/meter	
$N_t$	: jumlah tube	
$N_u$	: angka Nusselt	
$P_b$	: jarak antar baffle	mm
$Pr$	: angka Prandlt	
$\delta_{Pt}$	: penurunan tekanan sisi tube	psi
$\delta_{Pu}$	: penurunan tekanan sisi udara	psi
$p_w$	: tekanan angin	inc air
$Q_{co}$	: beban panas kondensor	kW
$Q_d$	: transmisi panas dinding	Btu/jam
$Q_{ds}$	: kalor desuperheating	kW
$Q_i$	: transmisi panas infiltrasi	Btu/jam
$Q_k$	: transmisi panas lewat kaca	Btu/jam
$Q_{ks}$	: kalor kondensasi	kW
$Q_p$	: transmisi panas lewat plafon	Btu/jam
$Q_{sc}$	: kalor subcooling	kW
$Re_r$	: angka Reynold refrigeran	
$sf$	: jarak antar fin	mm
$T$	: temperatur	$^{\circ}C, ^{\circ}F$
$T_a$	: temperatur permukaan lingkungan	$^{\circ}C$
$T_b$	: temperatur permukaan tubuh	$^{\circ}C$
$T_f$	: temperatur film	$^{\circ}C$
$T_{ia}$	: temperatur ammonia masuk kondensor	$^{\circ}C$
$T_k$	: temperatur kondensasi	$^{\circ}C$
$T_{oa}$	: temperatur ammonia keluar	$^{\circ}C$
$T_w$	: temperatur dinding	$^{\circ}C$
$tf$	: tebal fin	mm
$t_m$	: temperatur udara campuran	$^{\circ}F$
$t_o$	: temperatur udara luar	$^{\circ}C$
$t_{rm}$	: temperatur udara ruangan	$^{\circ}F$



$t_{sa}$	: temperatur udara suplai	$^{\circ}F$
$U_d$	: koefisien transmisi dinding	$Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$
$U_{ds}$	: koefisien perpindahan panas desuperheating	$Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$
$U_k$	: koefisien transmisi kaca	$Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$
$U_{ks}$	: koefisien perpindah panas kondensasi	$Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$
$U_{ms}$	: kecepatan standar udara	$m/s$
$U_{sc}$	: koefisien perpindahan panas subcooling	$Btu/jam.ft^2.^{\circ}F$
$V$	: kecepatan	
$W$	: kerja yang dilakukan	$kW$
$w$	: kelembaban spesifik	$grain/lb$
$w_{sb}$	: kelembaban spesifik pada temperatur tubuh	$grain/lb$
$x$	: fraksi uap dalam fluida	

#### HURUF YUNANI

$\alpha$	: FAR ( Free Area Ratio )
$\gamma$	: koefisien ekspansi isentropis
$\epsilon$	: clearance
$\rho$	: massa jenis
$\rho_s$	: massa jenis fluida dalam shell
$\rho_t$	: massa jenis fluida dalam tube
$\nu$	: viskositas kinematik
$\mu$	: viskositas dinamik



- $\mu_v$  : viskositas dinamik pada temperatur dinding
- $\eta_f$  : efisiensi fin
- $\eta_v$  : efisiensi volumetris
- $\eta_{ov}$  : efisiensi overall
- $\eta_{oad}$  : efisiensi adiabatik overal
- $\eta_{mt}$  : efisiensi motor
- $\sigma$  : tegangan yang diijinkan
- $\phi$  : (  $= (\mu/\mu_w)^{0,14}$  )
- $\phi_s$  : harga  $\phi$  pada fluida dalam shell
- $\phi_t$  : harga  $\phi$  pada fluida dalam tube