

**ANALISIS BEBAN PENDINGINAN SISTEM *HEAT VENTILATION* DAN AIR
CONDITIONING (HVAC) DI AREA PRODUKSI PT.NOK INDONESIA**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS BEBAN PENDINGINAN SISTEM *HEAT VENTILATION* DAN AIR
CONDITIONING (HVAC) DI AREA PRODUKSI PT.NOK INDONESIA**



Disusun Oleh:

Nama : Lutfi Galuh

NIM : 41315120017

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH

TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

TAHUN 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lutfi Galuh

N.I.M : 41315120017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi :

“ANALISIS BEBAN PENDINGINAN SISTEM *HEAT VENTILATION* DAN *AIR CONDITIONING* (HVAC) DI AREA PRODUKSI PT.NOK INDONESIA”

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya Buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 01/08/2017



Lutfi Galuh

LEMBAR PENGESAHAN**ANALISIS BEBAN PENDINGINAN SISTEM *HEAT VENTILATION* DAN *AIR CONDITIONING* (HVAC) DI AREA PRODUKSI PT.NOK INDONESIA**

Disusun Oleh:

Nama : Lutfi Galuh

NIM : 41315120017

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,

Pembimbing



(Ir. Dadang S Permana, M.Si)

Kordinator TA/KaProdi



(Haris Wahyudi, ST. M.Sc)

ABSTRAK

Suhu nyaman termal untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban 70%. Langkah yang paling mudah untuk mengakomodasi kenyamanan tersebut adalah dengan melakukan pengkondisian secara mekanis (sistem HVAC) di dalam bangunan. Produktifitas kerja manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas. Tugas Akhir ini bertujuan untuk meningkatkan performa pendinginan dengan melakukan analisis beban pendinginan aktual pada sistem HVAC di area produksi PT. NOK Indonesia yang nantinya akan dilakukan perbaikan pada komponen HVAC yang rusak. Berdasarkan hasil perhitungan dari data pengukuran, beban pendinginan ruangan maksimum di area produksi adalah 459,662 kW, sedangkan kapasitas pendinginan terpasang untuk 4 unit AHU adalah 788 kW, artinya tuntutan beban pendinginan sudah terpenuhi. Namun, untuk kondisi aktual performa unit AHU kurang dari spesifikasi. Maka dari itu dilakukan perbaikan pada unit AHU dengan melakukan penggantian komponen *cooling coil*. Hasil perbaikan menunjukkan performa unit AHU meningkat dengan rata-rata air velocity 8,41 m/s dan temperatur 16,8 °C.

Kata kunci: *Heat Ventilation and Air Conditioning, Air Handling Unit, Cooling Coil, Kenyamanan Termal, Beban Pendinginan.*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR PUSTAKA

		Halaman
LEMBAR PERNYATAAN		i
LEMBAR PENGESAHAN		ii
PENGHARGAAN		iii
ABSTRAKSI		v
DAFTAR PUSTAKA		vi
DAFTAR GAMBAR		x
DAFTAR TABEL		xii
DAFTAR SIMBOL		xiii
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	3
1.3	Tujuan	3
1.4	Batasan Masalah	3
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Pendahuluan	5
2.2	Prosedur Perhitungan	7
2.3	Panas Konveksi dan Radiasi	18
2.4	Beban dari Ruangan dan Peralatan	19
2.5	Perhitungan <i>Cooling Load</i> dan <i>Coil Load</i>	21
2.5.1	Komponen <i>Cooling Load</i>	21

2.5.2	Komponen dari <i>Cooling Coil Load</i>	22
2.6	Sistem <i>Heat Ventilation and Air Conditioning</i> (HVAC)	23
2.6.1	Suhu	24
2.6.2	Kelembaban (<i>Humidity</i>)	24
2.6.3	Kecepatan Udara (<i>Air Velocity</i>)	24
2.6.4	Kebersihan (<i>Cleanliness</i>)	25
2.7	Fungsi Sistem <i>Heat Ventilation dan Air Conditioning</i>	25
2.8	Komponen Utama HVAC	26
2.9	AHU (<i>Air Handling Unit</i>)	26
2.10	Klasifikasi AHU	27
2.11	Komponen AHU	32
2.12	Langkah Kerja AHU	32
2.12.1	Pengumpulan dan Pencampuran <i>Outdoor dan Indoor Air</i>	36
2.12.2	Sistem Pendingin	37
2.13	Ruangan, Kamar, dan Zona	38
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Pendahuluan	39
3.2	Metode Penelitian	40
3.2.1	<i>Internal Heat Gain</i>	40
3.2.2	<i>External Heat Gain</i>	41
3.3	Perhitungan <i>Internal Cooling Load</i>	41
3.4	Perhitungan <i>External Cooling Load</i>	42
3.5	Perhitungan <i>Space dan Coil Cooling Load</i>	42

3.6	Perbaiki Sistem HVAC	43
3.7	Monitoring dan Dokumentasi	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pendahuluan	44
4.2	Pengumpulan Data	44
4.3	Perhitungan Beban Pendinginan	49
4.3.1	<i>Heat Gain</i> Konduksi Melalui Atap	49
4.3.2	<i>Heat Gain</i> Melalui Plafon dan Dinding Partisi Bagian Dalam	50
4.3.3	<i>Heat Gain</i> dari Penghuni	51
4.3.4	<i>Heat Gain</i> dari Lampu	51
4.3.5	<i>Heat Gain</i> Sensibel dari Motor dan <i>Heater</i>	52
4.3.6	<i>Heat Gain</i> dari Infiltrasi	52
4.3.7	Beban Pendinginan Ruang (<i>Space Cooling Load</i>)	53
4.3.8	Beban Koil Pendingin (<i>Cooling Coil Load</i>)	53
4.4	Perbaiki Sistem HVAC	54
4.5	Monitoring dan Dokumentasi	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		
A	Prosedur Pemilihan Model <i>Coil</i>	67
B	Data Umum Model <i>Coil</i>	68



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar		Halaman
2.1	Panas Konveksi dan Radiasi pada Ruangan Terkondisi dan Suhu dari Permukaan Interior	19
2.2	Perbedaan <i>Cooling Load</i> dengan <i>Cooling Coil Load</i> pada Grafik <i>Psychometric</i>	23
2.3	Sistem <i>Air Handling Unit</i>	27
2.4	Jenis <i>Air Handling Unit</i> (AHU)	30
2.5	Jenis <i>Factory-Fabricated</i> AHU dan <i>Field-Built</i> AHU, <i>Custom-Built</i> dan <i>Standard Fabrication</i> AHU	31
2.6	Jenis <i>Rooftop</i> AHU dan <i>Indoor</i> AHU	32
2.7	<i>Casing</i> AHU	33
2.8	<i>Fan</i> AHU	33
2.9	<i>Cooling Coil</i>	34
2.10	<i>Filter</i> AHU	34
2.11	<i>Humidifier</i>	35
2.12	<i>Mixing Box</i>	36
2.13	Kipas Sentrifugal	37
3.1	<i>Anemomaster Anemometer</i> 6063 Series Merk <i>Kanomax</i>	41
4.1	Pengukuran Temperatur Pada Unit AHU di Area Produksi	45
4.2	Kondisi Temperatur yang Keluar dari <i>Ducting Grille</i>	56
4.3	Kondisi <i>Fin Cooling Coil</i> yang Sudah Rusak	58
4.4	Kondisi Pipa Suplai <i>Chilled Water</i> yang Terdapat Banyak Kotoran	59

4.5	<i>Technical Drawing</i> untuk <i>Cooling Coil</i>	61
4.6	Proses Penggantian Komponen <i>Cooling Coil</i>	62



DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
2.1	Rata-rata <i>Heat Gain</i> dari Penghuni di dalam Ruangan Terkondisi	12
2.2	Efisiensi Nominal Minimum untuk Motor Listrik yang Umum	14
4.1	Data Temperatur dan Kelembaban di Area Produksi	46
4.2	Data Cooling Load dari Mesin dan Heater	47
4.3	Data <i>Air Flow</i> dan <i>Temperature Testing</i> pada Unit AHU	48
4.4	Data Luas Area Produksi dan Jumlah Penghuni	49
4.5	Data Komponen HVAC yang Digunakan di PT.NOK Indonesia	54
4.6	Data Kondisi Komponen Unit AHU di Area Produksi	57
4.7	Spesifikasi Unit AHU <i>Trane Quantum Climate Changer</i>	61
4.8	Data <i>Air Flow</i> dan <i>Temperature Testing</i> pada Unit AHU Setelah Perbaikan	64

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Besaran	Satuan
A	Luas	m
α	Absorptansi permukaan untuk radiasi matahari	
E_t	Total insiden radiasi matahari pada permukaan	W/m ²
h_o	Koefisien fungsi transfer konduksi	W/m ² .°C
t_o	Suhu udara luar	°C
t_s	Suhu permukaan	°C
ε	Emiten hemispherical permukaan	
ΔR	Perbedaan antara radiasi panjang gelombang di permukaan	W/m ²
U	Koefisien perpindahan panas total dari plafon, lantai, dan dinding	W/m ² .°C
W	Total watt lampu	W
q_{em}	Panas <i>equivalent</i> dari motor atau peralatan yang beroperasi	W
P	Rating daya motor	W
ρ_o	Densitas udara luar ruangan	kg/m ³
w_o, w_r	Rasio kelembaban udara luar dan udara ruang, masing-masing	kg/kg
$h_{fg, 32}$	Panas laten dari penguapan pada 0°C	J/kg
\dot{V}_s	Laju aliran volume dari udara suplai	m ³ /s
ρ_s	Densitas dari udara suplai	kg/m ³
h_{ae}, h_{cc}	Entalpi yang masuk ke udara dan udara terkondisi meninggalkan <i>coil</i>	J/kg
T_{ae}, T_{cc}	Suhu yang masuk ke udara dan udara terkondisi meninggalkan <i>coil</i>	°C
c_{pa}	Panas spesifik dari udara lembab	J/kg.°C
$q_{s, s}, q_{r, s}$	Suplai dan <i>heat gain</i> sistem <i>return</i>	W

$Q_{o,s}$	Beban sensibel dari konsumsi udara luar	W
$Q_{o,l}$	Beban laten dari konsumsi udara luar	W
Q_{rc}	Beban pendinginan ruang	W
Q_{cc}	Beban <i>coil</i> pendingin	W

