



# JURNAL TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

<b>Najamudin</b>	Pengaruh Tekanan Masuk Dan Tekanan Keluar Turbin Terhadap Daya Penggerak Generator
<b>Indra Surya</b>	Pengaruh Panas Las GTAW ( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> ) Pada Material <i>Stainless Steelgrade 316L</i> Terhadap Uji Tarik Dan Komposisi Kimia Material
<b>Witoni</b>	Korosi Pada Peredam Suara (Muffler) Toyota Kijang Grand 94
<b>Kunarto</b>	Perencanaan Roda Jalan Trolley Dan Penggerak Motor Listrik Gantry Crane
<b>Bambang Pratowo</b>	Analisis Pengaruh Putaran Mesin Dan Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin Empat Langkah
<b>Zein Muhamad</b>	Analisa Sistem Pendingin Untuk Kenyamanan Ruangan Pada Industri Garmen

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

JURNAL TEKNIK MESIN	Vol. 6	No. 2	Hal 1-43	Bandar Lampung April 2019	ISSN 2087- 3832
---------------------------	--------	-------	-------------	---------------------------------	-----------------------





**Volume 6 Nomor 2, April 2019**

**DEWAN REDAKSI**

Pelindung	:	Dr. Ir. H. M, Yusuf Barusman, MBA
Penasehat	:	Ir. Juniardi, MT
Penanggung Jawab	:	Muhammad Riza, ST, MSc, Ph.D
Dewan Redaksi	:	Ir. Indra Surya, MT Ir. Zein Muhamad , MT Riza Muhida, ST, M.Eng, Ph.D Kunarto, ST, MT Witoni, ST, MM Harjono Saputro, ST, MT
Mitra Bestari	:	Prof. Dr. Erry Y. T. Adesta (International Islamic University Malaysia) Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, ST, MT. (Unila) Dr. Amrizal, ST, MT. (Unila)
Editor	:	Ir. Najamudin, MT
Sekretariat	:	Ir. Bambang Pratowo, MT. Suroto Adi
Grafis Desain	:	Noven Bagus Kurniawan
Penerbit	:	Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univesitas Bandar Lampung

Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Bandar Lampung  
Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu  
Bandar Lampung 35142  
Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467  
Email : [najamudin@ubl.ac.id](mailto:najamudin@ubl.ac.id)





Volume 6 Nomor 2, April 2019

## DAFTAR ISI

	Halaman
Dewan Redaksi .....	i
Daftar Isi .....	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
 Pengaruh Tekanan Masuk Dan Tekanan Keluar Turbin Terhadap Daya Pengggerak Generator <b>Najamudin</b> .....	1-9
 Pengaruh Panas Las Gtaw( <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> ) Pada Material <i>Stainless Steelgrade 316L</i> Terhadap Uji Tarik Dan Komposisi Kimia Material <b>Indra Surya</b> .....	10-15
 Korosi Pada Peredam Suara (Muffler) Toyota Kijang Grand 94 <b>Witoni</b> .....	16-21
 Perencanaan Roda Jalan Troly Dan Penggerak Motor Listrik Gantry Crane <b>Kunarto</b> .....	22-28
 Analisis Pengaruh Putaran Mesin Dan Bahan Bakar Terhadap Emesi Gas Buang Pada Motor Bensin Empat Langkah <b>Bambang Pratowo</b> .....	29-34
 Analisa Sistem Pendingin Untuk Kenyamanan Ruangan Pada Industri Garmen <b>Zein Muhamad</b> .....	35-42
 Informasi Penulisan Naskah Jurnal.....	43



**Volume 6 Nomor 2, April 2019**

## **PENGANTAR REDAKSI**

Puji syukur kepada Allah SWT, atas terbitnya kembali Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 6 No.2, April 2019, Jurnal ini diterbitkan 2 kali dalam setahun yaitu bulan April dan bulan Oktober setiap tahunnya.

Artikel-artikel yang diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 6 Nomor 2 Bulan April tahun 2019 merupakan jurnal yang diterbitkan dalam format PDF secara online. Jurnal ini dapat diakses pada link : <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTM>. Jurnal Teknik Mesin hanya memuat artikel-artikel yang berasal dari hasil hasil penelitian saja dan setelah ditelaah para mitra bestari.

Artikel - artikel yang termuat dalam jurnal Teknik Mesin ini adalah artikel yang sudah melalui proses penilaian dan review dewan penyunting. Penulis harus memperhatikan kualitas isi artikel sesuai petunjuk penulisan artikel dan komentar dari mitra bestari yang di tampilkan di masing-masing penerbitan atau dapat diunduh di website jurnal tersebut. Jumlah artikel yang terbit sebanyak enam judul artikel.

Dewan penyunting akan terus berusaha meningkatkan mutu jurnal sehingga dapat menjadi salah satu acuan yang cukup penting dalam perkembangan ilmu teknik mesin. Penghargaan dan terimakasih sebesar besarnya kepada mitra bestari bersama para anggota dewan penyunting dan seluruh pihak yang terlibat dalam penerbitan jurnal ini.

Semoga jurnal yang kami sajikan ini bermanfaat untuk semua dan jurnal ini terus melaju dengan tetap konsisten untuk memajukan misi ilmiah. Untuk edisi mendatang kami sangat mengharapkan peran serta rekan-rekan sejawat untuk mengisi jurnal ini agar tercapai penerbitan jurnal ini secara berkala.

Bandar Lampung, April 2019

Redaksi

## ANALISA SISTEM PENDINGIN UNTUK KENYAMANAN RUANGAN PADA INDUSTRI GARMEN

**Zein Muhamad**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)  
Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.26, Labuhan Ratu, Kedaton, Bandar Lampung, Lampung 35142  
E-mail: [zein.muhamad@ubl.ac.id](mailto:zein.muhamad@ubl.ac.id)

### Abstrak :

Mesin-mesin pendingin dewasa ini penggunaannya semakin meluas seiring dengan kemajuan teknologi dan taraf hidup manusia. Pada awalnya penggunaan mesin pendingin hanya sebatas untuk mengawetkan makanan, namun saat ini digunakan juga sebagai penyejuk ruangan, pembuatan es batu, pengawetan bahan kimia dan masih banyak lagi. Sebagai penyejuk ruangan mesin pendingin dikenal umum sebagai *air conditioning* (AC), baik yang digunakan dalam ruangan perkantoran, bioskop, bus-bus kota, kendaraan angkutan maupun sebagai penyejuk ruangan dalam sebuah proses industri. PT. X, merupakan salah satu industri garmen yang melakukan proses penenunan kain bahan jeans (*weaving proses*) yang berada di Bandung. Industri ini memiliki banyak permesinan dan pekerja yang berada dalam satu ruangan sehingga selama proses berlangsung terasa sekali adanya peningkatan temperatur dalam ruang kerja, dan ini sangat mempengaruhi kenyamanan para pekerja selama melakukan pekerjaannya. Proses berlangsung selama dua puluh empat jam dengan sistem pembagian waktu (*shift*), yang mana dengan ruangan seluas 3192 m<sup>2</sup> didalamnya berisi pekerja ± 56 orang; mesin 75 buah dan alat-alat kelengkapan lainnya. Sehingga ditemukan kondisi dimana para pekerja selalu keluar ruang kerja selama waktu kerja untuk menghirup udara segar dan menghilangkan kepenatannya dalam ruangan, adanya pekerjaan yang tidak mencapai target penyelesaian sehingga cenderung produktifitas menurun. Setelah dilakukan penelitian dan analisa terhadap hal ini ternyata air condition (AC) yang terpasang kapasitasnya tidak sesuai dengan beban kalor yang ditimbulkan selama pekerjaan berlangsung. Dan dari hasil analisa perhitungan diperoleh bahwa beban kalor aktual yang dihasilkan sebesar 502887,41 (kcal/jam), kalor yang dapat diserap evaporator sebesar 35,028 kcal/kg, daya kompresi aktual untuk mencapai *coefisien of performance* (COP) sebesar 630 % adalah sebesar 275 Hp, refrigeran yang bersirkulasi sebesar 14356.73 kg/jam. Sedangkan AC yang terpasang hanya mampu memberikan coefisien of performance (COP) sebesar 104 %, dengan kemampuan penyerapan kalor oleh evaporator hanya sebesar 11235,84 kcal/jam.

**Kata kunci :** Penyejukan Udara ; Kenyamanan ; Beban Kalor ; Daya Kompresor ; Koefisien Prestasi (COP).

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Mesin pendingin pada dewasa ini semakin banyak dimanfaatkan, seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya taraf kehidupan manusia. Penggunaan yang umum adalah untuk mengawetkan makanan; kegunaan lainnya adalah sebagai penyejuk ruangan, mendinginkan minuman (*beverage cooling*), untuk keperluan rumah tangga sampai pada keperluan industri. Juga pada pengangkutan yang menggunakan jasa angkutan baik angkutan darat, laut maupun udara; agar barang-barang angkutannya tidak cepat membusuk maka digunakanlah mesin pendingin.

Di atas sudah diterangkan bahwa selain untuk mendinginkan bahan makanan maka mesin pendingin juga digunakan sebagai penyejuk ruangan, yang dikenal dengan nama *air conditioning* (AC). Di Indonesia penggunaan mesin-mesin pendingin akan menjadi lebih meluas karena negara kita adalah negara tropis (beriklim panas). Sehingga banyak kita temui di gedung-gedung perkantoran, bioskop, kereta api, kantor-kantor sampai pada aktifitas di industri

yang sudah dilengkapi dengan fasilitas AC. Dalam dunia industri misalnya, untuk terjadinya suatu proses kimia tertentu kadang-kadang membutuhkan suhu/temperatur yang tertentu pula; disamping kenyamanan para pekerjanya juga merupakan hal yang harus menjadi perhatian dalam proses kerjanya sehingga kegiatan kerja dapat berjalan dengan baik dan lancar dan pada akhirnya produktifitas perusahaan dapat ditingkatkan.

Sesuai dengan namanya, tata udara atau pengkondisian udara berkaitan dengan kondisi udara di dalam suatu ruang tertentu. Tata udara tidak hanya berkaitan dengan pengaturan suhu udara melainkan juga pengaturan kelembaban dan pergerakan udara ruang termasuk penyaringan udara untuk mendapatkan udara ruang yang bersih serta bebas polutan.

Dalam melakukan pekerjaannya, manusia menginginkan keadaan dalam ruangan dengan kondisi yang nyaman, sehingga aktifitas yang dilakukan dapat berjalan dengan maksimal. Untuk itu panas yang berasal dari berbagai sumber panas yang ada yang mengganggu kenyamanan kerja para pekerja serta guna melindungi peralatan agar tetap dalam keadaan yang presisi maka panas harus

dikeluarkan dari ruangan tersebut. Untuk itulah tepat kiranya digunakan mesin pendingin seperti air conditioning untuk melakukan hal ini.

PT. X yang merupakan salah satu perusahaan industri garmen yang berada di Bandung, bergerak dalam bidang usaha pembuatan bahan jeans (*Denim*) yang menggunakan cukup banyak permesinan terutama dalam proses penenunannya (*Weaving Proses*), mesin-mesin tersebut bekerja secara terus menerus (non stop). Akibat daripada kerja mesin yang non stop ini maka temperatur dalam ruang kerja cenderung akan terus meningkat; hal ini akan sangat sangat mengganggu kenyamanan kerja para pekerjanya. Untuk itu penggunaan mesin penyegaran udara dalam ruangan kerja sangatlah penting agar temperatur ruang dapat dipertahankan pada kondisi yang diinginkan

Pada ruangan kerja akan selalu terjadi proses konduksi panas, baik yang berasal dari kerja mesin, panas matahari maupun panas akibat gerak para pekerja di dalamnya, maka beban kalor yang timbul perlu di perhitungan kembali.

Sebagai obyek penelitian dilakukan pada Perusahaan PT.X; yang bergerak pada bidang industri garmen di Bandung tepatnya di Jln. Raya Ujung Berung.

### Permasalahan

Penelitian menganalisa beban pendingin atau beban kalor maksimum yang timbul akibat aktifitas kerja baik oleh manusia, permesinan maupun panas dari radiasi matahari saat proses kerja berlangsung, kapasitas kompresor terpasang serta koefisien permormance dari air condition yang terpasang di industri garmen yang membuat bahan jeans pada proses penenunan (*weaving proses*) tersebut.

Adapun beberapa batasan masalah yang diberikan agar penelitian lebih terarah, yaitu :

1. Yang diteliti serta analisa adalah menyangkut beban kalor yang diterima oleh *air condition* (AC) terpasang.
2. Perhitungan beban kalor yang ditimbulkan oleh matahari, manusia, mesin, maupun partisi
3. Perhitungan daya guna (*coeficient off performance*) mesin serta penentuan daya kompresor yang sesuai dengan beban panas yang diterima.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa berapa besar jumlah beban kalor maksimum yang timbul sebagai akibat kerja yang harus diterima oleh mesin pendingin sebagai beban kalor pendingin serta menentukan daya kompresor yang tepat untuk kerja sistem pendinginan udara/ *air conditioning* yang terpasang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Penyegaran Udara

Penyegaran udara adalah suatu proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu; selain itu juga untuk mengatur aliran udara dan kebersihan. (*Sumber: Wiranto A. dan Heizo Saito: Prinsip Dasar Penyegaran udara, 1981*)

Sistem penyegaran udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama :

1. Penyegaran udara untuk kenyamanan dalam ruangan; untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
2. Penyegaran udara untuk industri; diperlukan oleh proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya.

### Beban Kalor / Beban Pendinginan

Beban kalor merupakan beban kalor yang harus diatasi oleh udara yang keluar dari alat penyegar udara, supaya kondisi udara di dalamnya dapat dipertahankan pada kondisi (temperatur dan kelembaban) yang diinginkan, yakni :

- 1) Kalor yang masuk dari luar ruangan ke dalam ruangan (beban kalor perimeter / "*perimeter heat load*") seperti sinar matahari, udara luar (*ventilasi dan infiltrasi*) dan panas mesin
- 2) Beban kalor yang bersumber dari dalam ruangan itu sendiri (*beban kalor interior*) seperti manusia, lampu dan peralatan tambahan dalam ruangan

Dengan perhitungan beban pendingin/beban kalor maka dapat diketahui jumlah panas yang ada dalam ruangan yang harus dikondisikan; baik itu berupa panas sensibel maupun yang berupa panas laten.

### Sistem Pengkondisian Udara

Sistem pengkondisian udara merupakan suatu sistem peralatan yang bekerja memindah-kan kalor di antara ruangan yang dikondisikan dengan sumber atau penampung kalor dengan cara membawa udara ventilasi masuk kedalam ruangan. Kebanyakan sistem pengkondisian udara melayani zona-zona berganda, yang meliputi :

- a. Pemanasan ulang pada terminal ( *terminal reheat* )
- b. Dua-saluran (*dual duct*) atau daerah berganda
- c. Volume udara variable

### Fungsi Komponen Utama Sistem Penyegaran Udara

Fungsi utama mesin pengkondisian udara adalah mengatur suhu, kelembaban dan kecepatan udara sesuai dengan persyaratan. Sehingga untuk

menjalankan siklus fungsi tersebut mesin ini dilengkapi dengan apa yang disebut sebagai komponen – komponen utama mesin yakni: kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Kompresor berfungsi mengalirkan dan menaikkan tekanan gas refrigeran (zat pendingin); yang selanjutnya di cairkan di dalam kondensor. Dari kondensor refrigeran diuapkan dengan menyemprotkannya melalui katup ekspansi ke dalam evaporator yang bertekanan rendah. Refrigeran yang menguap di dalam evaporator menyerap kalor dari udara yang ada di sekitarnya. Sebelum Freon merupakan zat pendingin yang banyak digunakan saat ini, amonia merupakan zat pendingin yang paling populer.

**Kompresor (compressor)**

Kompresor berfungsi mengisap uap refrigeran tekanan rendah dari sisi keluar evaporator pada tekanan yang rendah agar refrigeran yang di isap tetap berada pada fase gas dengan temperatur yang rendah. Di dalam kompresor gas refrigeran di tekan sehingga tekanan dan temperturnya naik, gas tersebut selanjutnya di alirkan ke dalam kondensor. Energi yang diperlukan untuk mmenggerakkan kompresor berasal dari jaringan listrik atau penggerak mula lainnya. Jumlah refrigeran yang bersirkulasi dalam siklus pendinginan tersebut tergantung pada jumlah uap refrigeran yang dihisap masuk ke dalam kompresor pada saat langkah hisapnya.

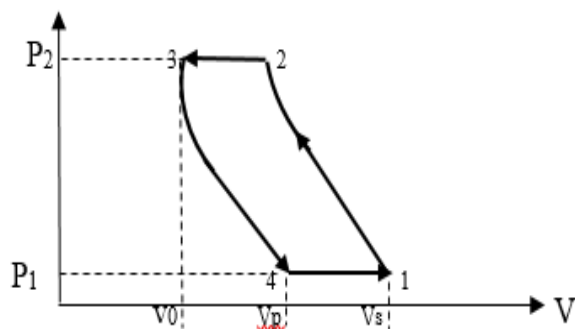
Daya aktual untuk menggerakkan kompresor dihitung :

$$N = N_{is} / \eta_c \cdot \eta_m \quad (KW)$$

$N_{is}$  = daya kompresor isentropic (KW)

$\eta_c$  = efisiensi kompresi (%)

$\eta_m$  = efisiensi mekanik (%)



**Gambar 1. Siklus Kompresi Ideal Kompresor Torak**

Keterangan :

- 1 – 2 : Proses kompresi isentropis
- 2 – 3 : Proses pada langkah tekan
- 3 – 4 : Proses ekspansi isentropis
- 4 – 1 : Proses pada langkah isap

- $P_1$  : Tekanan isap
- $P_2$  : Tekanan Tekan
- $V_0$  : Volume mula-mula
- $V_p$  : Volume langkah torak
- $V_s$  : Volume langkah isap

**Kondensor (condenser)**

Kondensor dimaksudkan untuk mengkondensasikan uap refrigeran (zat pendingin) pada tekanan dan temperatur yang cukup tinggi. Proses pengkondensasian gas refrigeran dapat dilakukan dengan menggunakan air atau udara. Dengan kata lain gas refrigeran yang berasal dari kompresor dalam kondensor panasnya (panas laten pengembunan) diberikan ke air atau udara yang berfungsi sebagai pendingin melalui dinding-dinding kondensor.

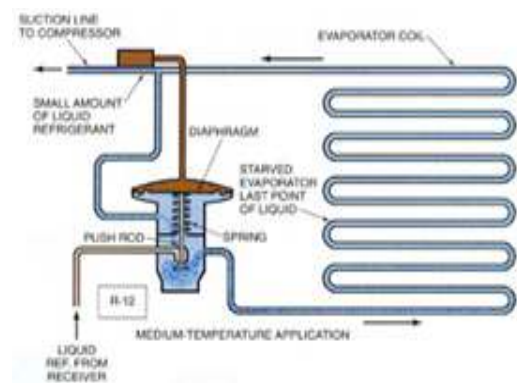


**Gambar 2. Jenis Kondensor Terpasang**

**Katup Ekspansi (expansion valve)**

Ketup ekspansi berfungsi menurunkan tekanan zat pendingin cair dari tekanan kondensasi ke tekanan evaporasi dan mengatur aliran zat pendingin yang menuju evaporator.

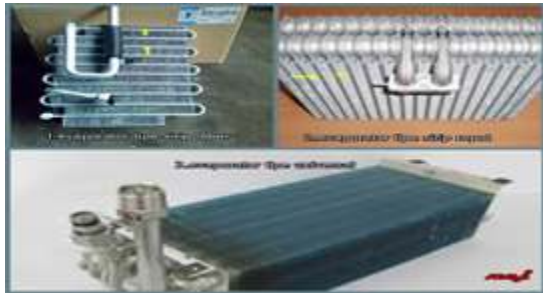
Expansion valve pada dasarnya adalah katup mekanis, didalamnya terdapat membran, pegas, sensor panas yang berisi raksa (heat sensitizing tube). Kadang dipasang menempel pada evaporator, kadang ada di bagian luar kabin kendaraan namun terhubung dengan pipa-pipa (liquid tube dan suction tube).



**Gambar 3. Katup Ekspansi Terhubung Pada Receiver, Drier Dan Evaporator**

**Evaporator (evaporators)**

Merupakan hasil akhir proses kerja dari semua komponen ac mobil, ditempat inilah dingin dihasilkan dan diserap oleh kisi-kisi evaporator yang kemudian di tiup oleh udara motor blower ke seluruh ruangan kabin.



**Gambar 4. Evaporator Koil Dengan Pendinginan Udara**

Untuk menentukan kapasitas pendinginan dari evaporator digunakan persamaan :

$$Q_{evp.} = k \times A \times \Delta t_m \quad (\text{kkal. / jam})$$

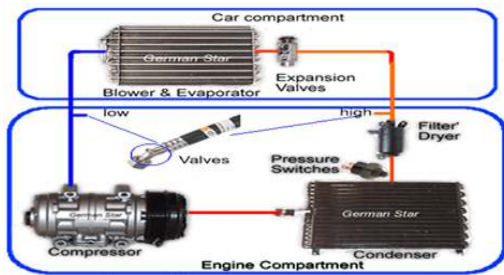
dimana,

$Q_{evp.}$  = Kapasitas pendingin dari evaporator (kkal./jam)

$K$  = Koefisien perpindahan kalor total (kkal./m<sup>2</sup>. jam . °C)

$A$  = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

$\Delta t_m$  = Perbedaan temperatur rata-rata (°C)



**Gambar 5. Sistem Kerja Air Conditioning**

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Data Perhitungan**

Penelitian dilakukan pada bulan April sampai dengan bulan Juni dimana temperatur udara luar mencapai kondisi maksimum yakni 28 °C – 32 °C pada pukul 12.00 WIB; temperatur inilah yang dijadikan temperatur acuan. Ruang yang dikondisikan adalah ruangan Proses Penenunan (weaving proces) PT. X yang terletak di Jl. Ujung Berung Bandung Utara dengan posisi: 07<sup>0</sup> - 57<sup>0</sup> Lintang Selatan dan 106<sup>0</sup> – 69<sup>0</sup> Bujur Timur dengan:

- 1) Temperatur bola kering = 32 °C
- 2) Temperatur bola basah = 28 °C

- 3) Temperatur rentang harian rata-rata = 11 °C

**Dimensi Bangunan**

- 1) Panjang Bangunan (P) = 76 m
- 2) Lebar bangunan (L) = 42 m
- 3) Tinggi bangunan (T) = 6 m
- 4) Tebal plesteran (t<sub>p1</sub>) = 25 mm = 0,025 m
- 5) Tebal bata (t<sub>b</sub>) = 100 mm = 0,1 m
- 6) Tebal kaca (t<sub>k</sub>) = 6 mm = 0,006 m
- 7) Tebal pintu (t<sub>p2</sub>) = 44 mm = 0,044 m

**ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Parameter-parameter Pendukung**

- 1). Perhitungan luas dinding sebelah timur

-. Luas keseluruhan dinding:

$$A_1 = P \times T = 42 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 252 \text{ m}^2$$

-. Luas dinding berupa pintu:

$$A_2 = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$$

Jadi luas dinding sebelah timur (A<sub>1</sub>) = 264 m<sup>2</sup>

- 2). Perhitungan luas dinding sebelah selatan dan utara

$$A_{su} = (P \times T) \times 2 = (76 \text{ m} \times 6 \text{ m}) \times 2 = 912 \text{ m}^2$$

- 3). Perhitungan luas atap (luas atap = luas lantai)

$$A_a = 42 \text{ m} \times 76 \text{ m} = 3192 \text{ m}^2$$

- 4). Perhitungan luas meja yang ada dalam ruangan

Jumlah meja 6 bh. ; panjang 0,9 m; lebar 0,6 m; tinggi 0,75 m; tebal papan 0,02 m ; jadi:  
Luas bagian atas meja = p x l

$$= 0,9 \times 0,6 \text{ m} = 0,54 \text{ m}^2$$

Luas samping kiri = luas samping kanan = luas partisi

$$= 0,75 \times 0,6 \text{ m} = 0,45 \text{ m}^2$$



Luas meja keseluruhannya ( $A_m$ ) =  $(0,54 \text{ m}^2 + 0,45 \text{ m}^2) 6$   
 =  $5,94 \text{ m}^2$

- 5). Perhitungan luas kursi yang ada dalam ruangan  
 Jumlah kursi 6 bh.  
 Ukuran bagian sandaran : panjang = 0,4 m ;  
 tinggi = 0,35 m

Luas bagian sandaran =  $0,4\text{m} \times 0,35 = 0,14 \text{ m}^2$   
 Ukuran bagian dudukan : panjang = 0,4 m ;  
 lebar = 0,4 m

Luas bagian dudukan =  $0,4\text{m} \times 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^2$   
 Total luas kursi =  $(0,14 \text{ m}^2 + 0,16 \text{ m}^2) 6 = 1,8 \text{ m}^2$

**Penentuan Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh**

Koefisien perpindahan kalor menyeluruh dapat ditentukan melalui persamaan:

$$U = 1/R_{total} \text{ (kcal./m}^2\text{.jam. } ^\circ\text{C)}$$

Dimana;

$$R_{total} = \text{jumlah tahanan total dinding} \\ = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Tabel 1. Bahan Bangunan dan Tahanan Perpindahan Kalornya

Komponen Bangunan	Bahan	Tebal (mm)	Tahanan Perpindahan Kalor R(kcal/m <sup>2</sup> .jam, °C)
Lantai	Adukan Semen	40	1,07
	Beton	214	0,714
	Keramik	9	1,9
Dinding	Plester luar	20	1,07
	Batu Bata	210	0,400
	Plester Dalam	20	1,07
	Papan Serabut krs	6	6,80
Kursi	Busa Polyethylin	30	39,1
	Woll	0,2	10
Dinding Kaca	Kaca	6	0,009
Atap	Adukan Semen	40	1,07
	Beton	214	0,714
	Papan Asbes Semn	6	0,0055
Partisi	Papan Asbes Semn	6	0,0055
Meja	Papan Srabut Keras	20	6,80

**Peralatan Yang Berada Di Dalam Ruangan**

- Mesin dengan kapasitas 8 ton/hari; 25 buah @. 458,08 kW = 11.452 kW
- Mesin dengan kapasitas 5 ton/hari; 43 buah @. 220,5 kW = 9.481,5 kW
- Mesin dengan kapasitas 3 ton/hari; 7 buah @. 111,79 kW = 782,53 kW
- Jumlah orang yang berada dalam ruangan = 56 orang
- Komputer 6 buah @. 350 watt

= 2,1 kW

6) Lampu neon jenis TL 40 buah @. 60 watt = 2,4 kW

7) Lampu jenis mercury 20 buah @. 300 watt = 6 kW

**Beban Kalor Untuk Lampu Neon, Lampu Mercury, Komputer dan Mesin**

Beban kalor ini dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$Q = \sum W \times 1.080 \text{ (kcal/kW)} \\ = (2,4 + 6 + 2,1 + 11452 + 9481,5 + 782,53) \times 1,080 \\ = 23464,65 \text{ kcal/kW}$$

**Beban Kalor dari Orang yang Berada dalam Ruangan**

Beban kalor ini meliputi beban kalor sensibel dan beban kalor laten akibat proses metabolisme tubuh yang menghasilkan kalor, dan besarnya tergantung pada tingkat dan jenis aktifitas yang dilakukan. Dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{sensibel} = \sum \text{orang} \times q_{sensibel \text{ manusia}} \times \text{faktor kelompok}$$

$$Q_{laten} = \sum \text{orang} \times q_{laten \text{ manusia}} \times \text{faktor kelompok}$$

Dimana :

Jumlah orang yang bekerja dalam ruangan = 56 orang  
 Kalor sensibel manusia = 115 kcal/jam  
 Kalor laten manusia = 209 kcal/jam  
 Koreksi faktor kelompok = 0,967

Jadi,

$$Q_{sensibel} = 56 \times 115 \times 0,967 \\ = 6227,48 \text{ kcal/jam}$$

$$Q_{laten} = 56 \times 209 \times 0,967 \\ = 11317,768 \text{ kcal/jam}$$

**Beban Kalor dari Mesin**

Untuk mendapatkan harga beban kalor yang ditimbulkan oleh mesin maka digunakan persamaan :

$$Q_{sensibel} = q/v \times h_{uk} \times \Delta t \text{ (kcal/jam)}$$

Dimana:

q = Jumlah pemasukan udara luar (18 m<sup>3</sup>/jam)

v = Volume spesifik udara luar (0,896)

h<sub>uk</sub> = Entalpi udara kering (24 kcal/kg udara kering)

Δt = Selisih temperatur udara luar dan udara dalam ruangan

Sehingga diperoleh,

$$Q_{\text{sensibel}} = (18 / 0,896) \times 24 (30 - 25) = 2410,71 \text{ (kcal/jam)}$$

Sedangkan untuk mendapatkan harga kalor latennya maka digunakan persamaan:

$$Q_{\text{laten}} = q/v (W_{\text{ho}} \times W_{\text{hi}}) \text{ (kcal/jam)}$$

Dimana:

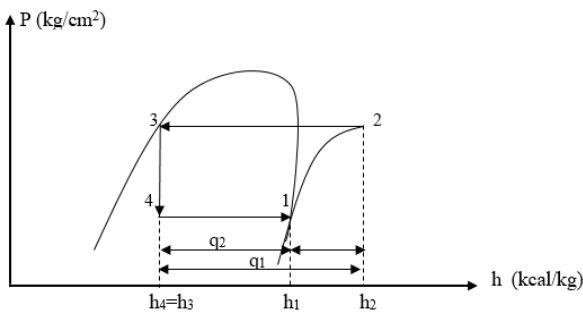
$$W_{\text{ho}} = \text{Perbandingan kelembaban udara luar} = 0,022 \text{ kg/kg}$$

$$W_{\text{hi}} = \text{Perbandingan kelembaban dalam ruangan} = 0,019 \text{ kg/kg}$$

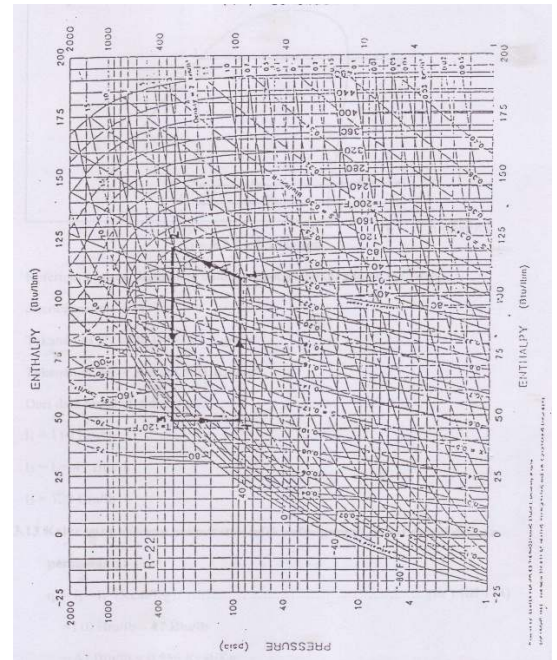
$$Q_{\text{laten}} = (18 / 0,896) \times (0,022 \times 0,019) = 0,84 \text{ (kcal/jam)}$$

**Tabel 3. Kalor Sensibel**

BEBAN KALOR	JUMLAH (kcal/jam)
Atap	393094,8
Dinding	17653,48
Tambahan kalor melalui kaca	305,55
Tambahan kalor melalui pintu	208,849
Lantai	10246,32
Lampu Neon, Lampu Mercury, Komputer dan Mesin	23464,65
Manusia	6227,48
Kalor udara infiltrasi	52835,58
Kalor udara yang kontak dengan mesin	2410,7
<b>Sub Total</b>	<b>502887,41</b>



**Gambar 6. p – h diagram**



**Gambar 7. Diagram Tekanan – Enthalpi dari Refrigeran – R22**

Refrigeran yang digunakan adalah R22; data yang di peroleh :

$$\begin{aligned} \text{Tekanan di } P_1 &= 90 \text{ psi} = 6,3 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tekanan di } P_2 &= 300 \text{ psi} = 21 \text{ kg/cm}^2 \\ h_1 &= 110 \text{ Btu/lb} \\ h_2 &= 120 \text{ Btu/lb} \\ h_3 = h_4 &= 47 \text{ Btu/lb} \end{aligned}$$

**Kalor Yang Diserap Efaporator (Efek Refrigerasi)**

Besarnya kalor yang diserap oleh evaporator dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} q_e &= (h_1 - h_4) \times 0,556 \text{ kcal/kg} \\ &= (110 - 47) \times 0,556 \text{ kcal/kg} \\ &= 35,028 \text{ kcal/kg} \end{aligned}$$

**Kalor Kerja Kompresi**

Besarnya kalor kerja kompresi dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} q_k &= h_2 - h_1 \text{ kcal/kg} \\ &= (120 - 110) \times 0,556 \text{ kcal/kg} \\ &= 5,56 \text{ kcal/kg} \end{aligned}$$

**Kalor Pengembunan**

Jumlah kalor pengembunan dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} q_p &= q_e + q_k \text{ kcal/kg} \\ &= 35,028 + 5,56 \text{ kcal/kg} \\ &= 40,588 \text{ kcal/kg} \end{aligned}$$

**Jumlah Zat Pendingin (Refrigerant) yg Bersirkulasi (G)**

Banyaknya refrigeran yang bersirkulasi diperoleh dengan membandingkan kapasitas refrigerasi dengan kalor yang dapat diserap oleh refrigerator; yakni :

$$G = Q_{Total} / q_c \quad (\text{kg/jam})$$

$$= 502887,41 / 35,028$$

$$= 14356.73 \text{ kg/jam}$$

**Koefisien Prestasi (COP/Coefficient Of Performance) COP = (Kalor yang diserap**

Efaporator / Kalor beban kompresor ) x 100%

$$= \{ (35.028 \text{ kcal/kg}) / (5,56 \text{ kcal/kg}) \} \times 100\%$$

**COP = 63 %**

**Daya Teoritis Kompresor (Ni)**

$$N_i = \frac{(h_2 - h_1)}{860} \times G \quad (\text{Hp})$$

$$N_i = \frac{(120 - 110)}{860} \times 14356.73$$

**Ni = 167 Hp**

**Daya Aktual Kompresor (N)**

$$N = N_i / (\eta_i \times \eta_m) \quad (\text{Hp})$$

$$= 167 / (0,8 \times 0,76)$$

$$= 274,7 \text{ Hp} = 275 \text{ Hp}$$

Dimana :

$\eta_i = \text{Efisiensi kompresi} = 80 \%$

$\eta_m = \text{Efisiensi mekanis} = 76 \%$

**Jumlah Kalor Yang Dilepaskan Kondensor (Qc)**

$$Q_c = Q - (N \times 860) \text{ kcal/jam}$$

$$= 502887,41 - (275 \times 860)$$

$$= 502887,41 - 236500$$

$$= 266387,41 \text{ kcal/jam}$$

**Jumlah Udara Dingin Yang Diperlukan Kondensor (Ma)**

Udara yang dimaksudkan adalah udara yang dibutuhkan untuk mengembunkan uap refrigeran yang keluar dari kompresor dan masuk ke dalam kondensor, besarnya dihitung dengan persamaan :

$$M_a = \frac{Q}{0,28 \times (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{266387,41}{0,28 \times (48,84 - 7,21)}$$

$$= 22853,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Kapasitas Pendinginan Dari Evaporator (Qev)**

$$Q_{ev} = U \times A \times \Delta_{tr}$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan kalor total

A = Luas ruangan

$\Delta_{tr}$  = Perbedaan temperatur rata – rata (11 °C)

Jadi,

$$Q_{ev} = 0,32 \times 3192 \times 11$$

$$= 11235,84 \text{ kcal/jam}$$

**Koefisien Prestasi (COP/Coefficient Of Performance)**

$$COP = \frac{Q_c - Q_{ev}}{Q_c} \times 100\%$$

$$= \{ (266387,41 / 266387,41 - 11235,84) \} \times 100 \%$$

$$= (266387,41 / 255151,57) \times 100\%$$

$$= 104 \%$$

### Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan yang dilakukan terhadap kondisi kerja sistem pendingin ruangan (air conditioning) yang terpasang pada ruangan proses penunuan bahan jeans dari perusahaan PT. X tersebut maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Beban kalor yang diterima oleh kondensator jauh lebih besar (266387,41 kcal/jam) dari pada jumlah kalor yang dapat di serap oleh evaporator sebagai beban pendinginannya (11235,84 kcal/jam)
2. Untuk menjamin kenyamanan para pekerja maka kapasitas kompresornya harus diperbesar menjadi 275 Hp, sehingga COP bisa mencapai 630 %.
3. Dari kondisi faktual kapasitas kompresor terpasang kapasitasnya kecil sehingga hanya mampu memberikan COP sebesar 104 %.

### Saran

Agar kenyamanan para pekerja selama bekerja dapat terjaga dengan baik, maka disarankan:

1. Perusahaan melakukan langkah-langkahantisipasi dengan menambah jumlah pendingin ruangan (*air conditioning*) dengan total kapasitas kompresor terpasang mampu memberikan COP sebesar 630 %.
2. Alternatif lainnya adalah dengan merubah instalasi pengkondisian udara yang ada, dengan menggunakan instalasi sistem sentral; disamping biayanya lebih murah juga mudah dalam pengoperasiannya.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Althouse, Turnquist, Bracciano, 2003, Modern Refrigeration & Air Conditioning, Instructor Manual with answer Key, The Goodheard-Willcox Company, USA.
2. Arismunandar dan Heizo, "Penyegaran Udara", Paradnya Paramita, Jakarta 1981.
3. Carrier Air Co, "Hand Book of Air Conditionin System", Mc. Graw-Hill Book Company, New York 1965.
4. Edwin P. Anderson, "Refrigeration and Air Conditioning Guide – I" Howard W. Sams And Co., Inc; Indianapolis, Indiana 1966.
5. Holman Jp. " Perpindahan Kalor" , Erlangga, Jakarta 1993.
6. Iwan Kurniawan, "Merawat dan Memperbaiki AC", Puspa Swara, Jakarta 2000.
7. Sumanto, " Dasar-dasar Mesin Pendingin", Andi, Yogyakarta, 2004.
8. Thermo King Coop. " Maintenance Manual", Thermo King 1989.
9. Wibert F. Stoecker dan Supratman Hara, " Refrigerasi dan Pengkondisian Udara" Erlangga, Jakarta 1992.
10. Wibert F. Stoecker and Jerorl W. Jones, " Refrigeration and Air Conditioning", Mc. Grow Hill Book Company, 1982.

## Template Artikel Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung

### JUDUL DITULIS DENGAN FONT TIMES NEW ROMAN 12 CETAK TEBAL (MAKSIMUM 12 KATA)

Penulis<sup>1)</sup>, Penulis<sup>2)</sup> dst. [Font Times New Roman 10 Cetak Tebal dan Nama Tidak Boleh Disingkat]

<sup>1</sup> Nama Fakultas, nama Perguruan Tinggi (penulis 1)

email: penulis\_1@abc.ac.id

<sup>2</sup> Nama Fakultas, nama Perguruan Tinggi (penulis 2)

email: penulis\_2@cde.ac.id

#### Abstract [Times New Roman 10 Cetak Tebal]

Abstract ditulis dalam bahasa Inggris yang berisikan isu-isu pokok, tujuan penelitian, metoda/pendekatan dan hasil penelitian. Abstract ditulis dalam satu alenia, tidak lebih dari 200 kata. (Times New Roman 10, spasi tunggal).

**Keywords:** Maksimum 5 kata kunci dipisahkan dengan tanda koma. [Font Times New Roman 10 spasi tunggal]

#### 1. PENDAHULUAN [Times New Roman 10 bold]

Pendahuluan mencakup latar belakang atas isu atau permasalahan serta urgensi dan rasionalisasi kegiatan (penelitian atau pengabdian). Tujuan kegiatan dan rencana pemecahan masalah disajikan dalam bagian ini. Tinjauan pustaka yang relevan dan pengembangan hipotesis (jika ada) dimasukkan dalam bagian ini. [Times New Roman, 10, normal].

#### 2. KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS (JIKA ADA)

Bagian ini berisi kajian literatur yang dijadikan sebagai penunjang konsep penelitian. Kajian literatur tidak terbatas pada teori saja, tetapi juga bukti-bukti empiris. Hipotesis penelitian (jika ada) harus dibangun dari konsep teori dan didukung oleh kajian empiris (penelitian sebelumnya). [Times New Roman, 10, normal].

#### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek, bahan dan alat utama, tempat, teknik pengumpulan data,

definisi operasional variabel penelitian, dan teknik analisis. [Times New Roman, 10, normal].

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan. [Times New Roman, 10, normal].

#### 5. KESIMPULAN

Kesimpulan berisi rangkuman singkat atas hasil penelitian dan pembahasan. [Times New Roman, 10, normal].

#### 6. REFERENSI

Penulisan naskah dan sitasi yang diacu dalam naskah ini disarankan menggunakan aplikasi referensi (*reference manager*) seperti Mendeley, Zotero, Reffwork, Endnote dan lain-lain. [Times New Roman, 10, normal].