

**TUGAS AKHIR**

**MENGHITUNG BEBAN KEBUTUHAN *WATER CHILLER* DI**

**SEBUAH PERUSAHAAN PRODUSEN PLASTIK**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat

dalam mencapai gelar Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Supodo Utomo

NIM : 41311120051

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2015**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Supodo Utomo

N.I.M : 41311120051

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Menghitung Beban Kebutuhan *Water Chiller* di Sebuah Perusahaan Produsen Plastik.

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,

  


[Supodo Utomo]



**LEMBAR PENGESAHAN**

**MENGHITUNG BEBAN KEBUTUHAN *WATER CHILLER* DI  
SEBUAH PERUSAHAAN PRODUSEN PLASTIK**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Supodo Utomo

NIM : 41311120051

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS Mengetahui,

Pembimbing,

Koordinator Tugas Akhir,

[ Prof. Dr. Chandrasa Soekardi, DEA ]



[ Nurato, ST., MT ]

## MOTTO

1. Bersyukur selalu dan memandang semua yang kita lalui adalah merupakan kehendakNya, akan membuat kita menjadi manusia yang lebih beruntung dan selalu berfikir positif terhadap apa yang sudah kita terima.
2. Sesungguhnya sholatku, ibadahku dan matiku hanya karena Allah SWT.
3. Mengerjakan pekerjaan yang tidak ditunda-tunda akan mempercepat proses kesuksesan dalam diri kita.
4. Manusia hanya bisa berusaha dan berdoa ke pada Allah SWT , selebihnya kita serahkan kepadaNya karena semua atas kehendakNya dan semua adalah yang terbaik untuk kita bukan yang tercepat.
5. Jangan tanya apa yang dibuat oleh negara untukmu, tapi tanyalah apa yang boleh kamu buat untuk negara – *Abraham Lincoln*.
6. Apa yang kita tanam itulah yang akan kita tunai, karena curahan hujan tidak memilih-milih apakah pohon apel atau hanya semak belukar – *Wira sagala*.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir / Skripsi ini kupersembahkan kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Alm. bapak Mulyadi dan ibunda Wuryani yang selalu mendukung dan mendoakan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.
2. Trimakasih untuk kakak tercinta ( Tri Supatmi) dan semua keluarga besarku yang selalu mendorong untuk semangat menyelesaikan kuliah terimakasih atas segala bantuannya.
3. Untuk seseorang yang sangat spesial timakasih atas doa, semangat dan dukungamu.
4. Kepada teman-teman di PT. Ultra Prima Plast (Orang Tua Group) kita semua keluarga trimakasih atas dukungan dan doa kalian dan terimakasih kepada manajemen perusahaan yang telah memberi saya waktu dan kemudahan dalam proses ijin sehingga saya dapat selalu mengikuti mata kuliah di kampus Universitas Mercubuana.
5. Untuk teman-teman angkatan 20 terimakasih karena kalian saya punya banyak sodara sukses untuk kita semua.

## ABSTRAK

Mesin pendingin air sebagai penghasil air dingin sebagai *cooling* mesin sangat berpengaruh terhadap beroprasinya mesin *injection* kebutuhan air dingin sebagai *cooling* mesin diantaranya adalah untuk menjaga kestabilan suhu mesin untuk terus beroperasi, menjaga komponen elektrik agar tidak rusak dan sebagai pendingin  *mold base* nya sendiri dan selama ini water chiller yang ada sering melebihi suhu yang diharapkan sehingga menyebabkan *downtime* mesin (mesin tidak dapat beroperasi). Karena begitu pentingnya mesin pendingin air atau *water chiller* maka dilakukan analisa performansi kebutuhan daya pada sistem *refrigerasinya*.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menumpulkan data dan menghitung beban pendingin hasil atau output yang dihasilkan dari mesin pendingin air atau *water chiller*,.

Dengan analisa ini maka diperoleh kesimpulan bahwa Kapasitas *water chiller* yang ada saat ini masih kurang, dari hasil perhitungan untuk memenuhi kebutuhan pendinginan 39 mesin, dan dapat melakukan penghematan energi dengan sistem *load, unload*.

Kata kunci : *water chiller* ,mesin *injection*, beban pendingin, pengukuran beban pendingin.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan dan hidayat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “**MENGHITUNG BEBAN KEBUTUHAN WATER CHILLER DI SEBUAH PERUSAHAAN PRODUSEN PLASTIK** “ dapat terselesaikan. Tidak lupa doa serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun menuju jalan yang benar.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Terelesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, walaupun sekecil apapun. Oleh karena itu, dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu dan Ayah tercinta serta seluruh keluarga yang selalu memberi motivasi dan doa yang tak henti-hentinya dalam setiap langkahku.
3. Prof. Dr. Chandrasa Soekardi,DEA selaku Dekan Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Prof. Dr. Darwin Sebayang, M. Eng. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Dr.Ir.Arissetyanto Nugroho MM selaku Rektor Universitas Mercu Buana.

6. Prof. Dr. Chandrasa Soekardi, DEA selaku Pembimbing Tugas Akhir yang sabar dalam membimbing penulis.
7. Teman-teman di PT Ultra Prima Plast (Orang Tua Group) yang telah memberikan toleransi dalam bekerja sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman FT Mesin UMB angkatan XX yang telah memberikan bantuan dan dorongan atas terciptanya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang ada dalam laporan Tugas Akhir ini mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun selalu penulis harapkan.

Jakarta, September 2015



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

[Supodo Utomo]



## DAFTAR ISI

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Halaman Judul.....              | i        |
| Halaman Pernyataan.....         | ii       |
| Halaman Pengesahan .....        | iii      |
| Motto .....                     | iv       |
| Persembahan .....               | v        |
| Abstrak .....                   | vi       |
| Kata Pengantar .....            | vii      |
| Daftar Isi .....                | ix       |
| Daftar Tabel .....              | xiii     |
| Daftar Gambar.....              | xiv      |
| Daftar Diagram.....             | xvii     |
| Daftar Grafik.....              | xviii    |
| Daftar Notasi.....              | xix      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>  | <b>1</b> |
| 1.1.Latar Belakang Masalah..... | 1        |
| 1.2 .Rumusan Masalah .....      | 4        |
| 1.3. Batasan Masalah.....       | 4        |
| 1.4.Tujuan Penelitian.....      | 4        |
| 1.5.Metodologi Penelitian.....  | 5        |

|  |          |
|--|----------|
| 1.6. Sistematika Penulisan.....  | 6        |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>   | <b>7</b> |
| 2.1. Pengertian Sistem Pendingin.....                                      | 7        |
| 2.2. Sistem Pendingin <i>Air Cooled Chiller</i> .....                      | 9        |
| 2.3. Sistem Pendingin <i>water cooled chiller</i> .....                    | 10       |
| 2.4. Komponen Sistem Air Pendingin Utama <i>Water Chiller</i> .....        | 12       |
| 2.4.1. Kondensor.....  | 12       |
| 2.4.2. <i>Maincooling water Pump</i> .....                                 | 13       |
| 2.4.3. <i>Cooling Tower</i> .....  | 14       |
| 2.4.4. Evaporator.....   | 15       |
| 2.5. Masalah dalam Air Pendingin .....                                     | 16       |
| 2.5.1. Korosi.....   | 16       |
| 2.5.2. <i>Scale</i> .....  | 17       |
| 2.5.3. <i>Fouling</i> .....  | 17       |
| 2.5.4. <i>Biological Contamination</i> .....                               | 17       |
| 2.6. Sistem Pendingin Air di Sebuah Perusahaan Produsen Plastik. ....      | 19       |
| 2.6.1. Faktor – Faktor yang mempengaruhi keberhasilan produk.....          | 23       |
| 2.6.2. Sistem pendinginan / <i>cooling sistem</i> di mesin injection. .... | 24       |
| 2.6.3. Efek <i>Cooling</i> Sistem yang Tidak Sempurna. ....                | 26       |
| 2.7. Proses pendinginan air di <i>water chiller</i> .....                  | 33       |
| 2.7.1. pendinginan dari pipa T1 dan pipa T2.....                           | 35       |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7.2. Beban Mesin Pendingin.....                                    | 40        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                               | <b>41</b> |
| 3.1. Metode Pengambilan Data .....                                   | 41        |
| 3.2. Alat Ukur Penelitian.....                                       | 46        |
| 3.3. Data di sebuah perusahaan produsen plastik.....                 | 48        |
| 3.4. Metode pengambilan suhu.....                                    | 49        |
| <b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PERHITUNGAN DATA.....</b>                  | <b>50</b> |
| 4.1. Menentukan titik suhu pada instalasi <i>water chiller</i> ..... | 50        |
| 4.2. Mencari Suhu Air di dalam Pipa (TA1).....                       | 54        |
| 4.3. Mencari Suhu Air di dalam Pipa (TA2).....                       | 69        |
| 4.4 Perhitungan Kapasitas Water Chiller.....                         | 84        |
| 4.5 Mencari nilai COP.....   | 88        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>   |           |
| 5.1. Kesimpulan.....   | 91        |
| 5.2. Saran.....  | 92        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>93</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>   | <b>98</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1 Kapasitas pendinginan awal unit <i>water chiller</i> .....   | 48 |
| Tabel 4.1 Data suhu air di 8 titik dengan alat ukur <i>infrared thermometer</i> .....                          | 52 |
| Tabel 4.2 Data suhu udara sekitar di 8 titik dengan menggunakan <i>Enviroment meter</i> .                      | 53 |
| Tabel 4.3 konstanta Persamaan J.P Holman E.Jasjfti untuk permukaan isothermal.....                             | 58 |
| Tabel 4.4 Sifat-sifat air (zat cair jenuh) J.P Holman E.Jasjfti judul buku :Perpindahan Kalor .....            | 63 |
| Tabel 4.5 Sifat-sifat air (zat cair jenuh), pada buku J.P Holman&E.Jasjfti judul buku: Perpindahan Kalor. .... | 71 |
| Tabel 4.6 konstanta Persamaan J.P Holman E.Jasjfti, untuk permukaan isothermal.....                            | 74 |
| Tabel 4.7 Hasil perhitungan data.....  | 88 |
| Tabel 4.8 Hasil Perhitungan perbandingan COP <i>water chiller</i> .....  | 89 |



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Mesin Pendingin Air ( <i>air cooled</i> sistem).....                            | 10 |
| Gambar 2.2 Kondesor <i>water chiller</i> .....   | 13 |
| Gambar 2.3 Instalasi Pompa <i>water chiller</i> .....                                      | 13 |
| Gambar 2.4 Cooling tower.....  | 14 |
| Gambar 2.5 Diagram skematik sistem menara pendingin.....                                   | 18 |
| Gambar 2.6 Evaporator <i>water chiller</i> .....   | 15 |
| Gambar 2.7 Pipa-pipa <i>evaporator water chiller</i> .....                                 | 15 |
| Gambar 2.8 Unit Mesin <i>Injection Molding</i> .....                                       | 20 |
| Gambar 2.9 Contoh Produk Plastik <i>Injection Molding</i> .....                            | 23 |
| Gambar 2.10 Oil Cooler Mesin <i>Injection Molding</i> .....                                | 25 |
| Gambar 2.11 Layout <i>Water chiller</i> ke Mesin <i>Injection</i> .....                    | 28 |
| Gambar 2.12 Layout Instalasi <i>Cooling</i> Sistem di Mesin <i>Injection Molding</i> ..... | 29 |
| Gambar 2.13 Detail proses pendinginan dari bak pendinginan ke <i>water chiller</i> .....   | 32 |
| Gambar 2.14 Detail proses pendinginan <i>water chiller</i> .....                           | 33 |
| Gambar 2.15 Urutan perhitungan suhu air dalam pipa.....                                    | 35 |
| Gambar 2.16 mencari suhu di T1D.....   | 37 |
| Gambar 3.17 Pengambilan suhu di titik T1.....  | 44 |
| Gambar 3.18 Pengambilan suhu di titik T2.....  | 44 |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 3.19 Pengambilan suhu di titik T3 .....                                | 45 |
| Gambar 3.20 Pengambilan suhu di titik T5 .....                                | 45 |
| Gambar 3.21 Pengambilan suhu di titik T4. ....                                | 45 |
| Gambar 3.22 Pengambilan suhu di titik T6 .....                                | 45 |
| Gambar 3.23 Pengambilan suhu di titik T7. ....                                | 46 |
| Gambar 3.24 Pengambilan suhu di titik T8. ....                                | 46 |
| Gambar 3.25 Alat ukur <i>environment meter</i> .....                          | 47 |
| Gambar 3.26Alat ukur <i>infrared thermometer</i> . ....                       | 47 |
| Gambar 4.27 Titik pengambilan suhu dengan <i>infrared thermometer</i> .....   | 51 |
| Gambar 4.28 Titik pengambilan suhu udara dengan <i>Enviroment meter</i> ..... | 53 |
| Gambar 4.29 Pipa instalasi yang digunakan. ....                               | 54 |
| Gambar 4.30 Pengambilan suhu di T1 dengan <i>infrared thermometer</i> .....   | 54 |
| Gambar 4.31 Mencari suhu di T1D (suhu diameter dalam pipa).....               | 61 |
| Gambar 4.32 Mencari suhu di TA1 (suhu air dalam pipa). ....                   | 67 |
| Gambar 4.33 Pengambilan suhu di T1 dengan <i>infrared themometer</i> .....    | 67 |
| Gambar 4.34 Pipa instalasi yang digunakan. ....                               | 69 |
| Gambar 4.35 Perhitungan suhu di T2D ( suhu di pipa ) .....                    | 77 |
| Gambar 4.36 Perhitungan suhu di TA2 ( suhu air di dalam pipa ) .....          | 82 |
| Gambar 4.37 Titik Pipa T2 yang dicari suhu airnya.....                        | 82 |

## DAFTAR DIAGRAM

|   |    |
|---|----|
| Diagram 2.1. Skema Proses produksi plastik di mesin injection.....            | 21 |
| Diagram 2.2. Proses pendinginan atau cooling sistem pada mesin injection..... | 30 |
| Diagram 2.3. Siklus pendinginan atau refrigeran di dalam water chiller.....   | 34 |
| Diagram 3.1 Skema Alur penelitian.....  | 42 |

## DAFTAR GRAFIK

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4.1 Perbandingan COP dengan kondisi presentase kapasitas pompa..... | 90 |
|--|----|



## DAFTAR NOTASI

| SIMBOL            | KETERANGAN                           | SATUAN INTERNASIONAL (SI) |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| $T_1$             | Suhu air di pipa 1                   | $^{\circ}\text{C}$        |
| $T_2$             | Suhu air di pipa 2                   | $^{\circ}\text{C}$        |
| $M_{\text{air}}$  | Massa air                            | kg/sec                    |
| $C_{p\text{air}}$ | Panas jenis air                      | J/kg                      |
| $D_i$             | Diameter luar pipa instalasi         | m                         |
| $D_0$             | Diameter dalam pipa instalasi        | m                         |
| $h$               | Koefisien perpindahan panas konveksi | W/mk                      |
| $A_p$             | Luas bidang permukaan                | $\text{m}^2$              |
| $T_{1L}$          | Suhu dipermukaan pipa 1              | $^{\circ}\text{C}$        |
| $T_{2L}$          | Suhu dipermukaan pipa 2              | $^{\circ}\text{C}$        |
| $g$               | Gravitasi                            |                           |
| $Pr$              | Bilangan pround                      |                           |
| $V$               | Percepatan                           | $\text{m}^2/\text{s}$     |
| $Q_u$             | Laju perpindahan panas konveksi      | J/s                       |
| $Q_{\text{air}}$  | kalor jenis air                      | J/s                       |

|        |                         |                            |
|--------|-------------------------|----------------------------|
| $\rho$ | Massa jenis air         | $\text{kg/m}^3$            |
| $\mu$  | Viskositas dinamik      | $\text{kg/m}\cdot\text{s}$ |
| Nu     | Bilangan <i>nusselt</i> |                            |

