

ABSTRAK

Untuk meningkatkan kuantitas dari suatu produk yang terbuat dari plastik, dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya yaitu : memaksimalkan kapasitas mesin yang sudah ada atau menambah jumlah mesin apabila belum mencukupi kebutuhan. Dengan menambah jumlah mesin , pabrik perlu merencanakan kembali system distribusi air pendingin yang baru sehingga air pendingin dari setiap mesin dapat terpenuhi. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap system tersebut. Temperatur air yang masuk ke dalam tiap mesin adalah 30°C, dan temperatur yang keluar dari tiap mesin sekitar 40°C - 50°C.

Tujuan dari perencanaan tersebut adalah untuk merencanakan sistem distribusi air pendingin sehingga dapat melakukan pemilihan yang tepat untuk dimensi pipa, kapasitas dan tekanan pompa, serta dapat melakukan pemilihan *Cooling Tower* yang akan digunakan.

Dari studi ini, dapat disimpulkan bahwa, debit air total yang harus dipenuhi sebesar 1027,8 lt/menit, pompa yang digunakan untuk menyalurkan air dari bak penampung ke mesin -mesin injeksi adalah pompa centrifugal tipe Versa Pump 65 - 16, pompa yang digunakan iintuk menyalurkan air dari bak penampung ke Coling Tower adalah pompa centrifugal tipe Versa Pump 65-13, dan Cooling Tower yang digunakan adalah tipe LBC 80.

ABSTRACT

Increasing the quantity of plastic product can be done in many ways, one of them is maximizing the machine capacity which already exist or adding some new machines if it isn't already fulfilled. Adding some new machines, industry needs to install the new distribution system of cooling water. Therefore, the analysis of the system needs to be done for design the distribution system. The temperature of the water flowing into every machine is about 30°C while flowing out from machine is about 40°C to 50°C.

The goal of the design is to design the distribution system of the cooling water, to select the dimensions of the pipe that will be used, to calculate the capacity and the head of pump, and to select the Cooling Tower that will be used.

From this study, it is concluded that the total debit that has to be delivered is 1027,8 It / minute, the pump which used to distribute water from reservoir to injection machines is Versa Pump 65 - 16 type centrifugal pump. The pump which used to distribute water from reservoir to cooling tower is Versa Pump 65 - 13 type centrifugal pump and cooling tower which used is LBC - 80 type.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas petunjuk, pertolongan serta bimbingan Allah SWT. , sehingga Tugas Akhir yang berjudul "PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR PENDINGIN DI PT. SINAR KENCANA TANJUNGSARI", akhirnya terselesaikan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang bertujuan untuk mempertemukan beberapa mata kuliah yang telah didapatkan di masa perkuliahan serta menuangkannya dalam bentuk karya tulis. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi pada jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra, tetapi maksud sebenarnya dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah melatih mahasiswa dalam menyusun suatu konsep serta menyelesaikan masalah secara tertulis dan ilmiah.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Ekadewi Aggraini H MSc, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. B. Suboko selaku Kepala Pabrik PT. Sinar Kencana Tanjungsari sekaligus Direktur pada PT. Kencana Maduratna yang begitu baik hati mengizinkan penulis untuk mengadakan penelitian di perusahaan beliau.
3. Staf dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya yang telah membantu penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi..
4. Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
5. Pengelola Perpustakaan Universitas Kristen Petrayang telah membantu penulis mendapatkan bahan - bahan pustaka.
6. Ayahanda (Aknarhum) dan Ibu serta adikku tercinta yang telah memberikan dorongan, dukungan serta doa dan bantuan secara moril maupun materiil selama studi sampai terselesaikan.
7. Kedua orang tua serta saudara - saudaraku tersayang yang juga memberikan doa, dukungan baik secara moril maupun materiil selama menjalani masa studi.
8. Yang tersayang D. Amira H. D serta Rizky Putri R yang selalu setia mendampingi.

9. Rekan - rekan yang selalu mendukung dan memberi dorongan semangat antara lain : Yudhantoro F., Yanuar Wicaksono, Agung Suharminto, R. Wiryo Sukmo S., April Soebadianon, Joko " Platak ", Andi "Volley", Pascal, Tarsina, Ade Chandra, Hendrik Kurniawan, Handy Soenarjo, Soegianto " .Asisten Lab. Fisika", Gatong Cahyono ST. dan semua anak kost Siwalaiikerto 99.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatii atas segala bantuan yang telali diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik kepada penulis maupun kepada semua pihak yang menggunakannya.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
DATA SKRIPSI / TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTARGAMBAR	xii
DAFTARLAMPIRAN	xiv
DAFTARNOTASI	xvii

BAB	HALAMAN
I. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERMASALAHAN	2
1.3 TUJUAN DAN MANFAAT	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
II. TEORI DASAR	6
2.1 MESIN INJECTION MOLDING	6
2.1.1 <i>Plasticating /Injection Unit</i>	7
2.1.2 <i>IM Clamping Unit</i>	8
2.1.2.1 <i>Mechanical Clamping Unit</i>	9
2.1.2.2 <i>Hydraulic Clamping Unit</i>	12
2.1.2.3 <i>Hydraulic Mechanical Clamping Unit</i>	13
2.1.3 <i>Mold</i>	14
2.2 HUKUM THERMODINAMIKAI	15

2.2.2 Sistem Terbuka (<i>Control Volume</i>)	17
2.2.2.1 Aliran Steady	18
2.2.2.2 Aliran Un- Steady	18
2.3 KALOR PLASTIK CAIR	19
2.4 PERPINDAHAN PANAS	20
2.4.1 Perpindahan Panas Konveksi	20
2.4.2 Perpindahan Panas Radiasi	24
2.5 SISTEM PERPIPAAN	24
2.5.1 TEKANAN AIR DAN KECEPATAN AIR	25
2.5.2 ALIRAN LAMINER DAN TURBULEN	25
2.5.3 PENURUNAN TEKANAN ALIRAN DALAM PIPA	26
2.5.3.1 Persamaan Energi Aliran dalam Pipa	26
2.5.3.2 Headloss	27
2.6 COOLING TOWER	30
2.6.1 Prinsip Kerja Cooling Tower	30
2.6.2 Jenis - Jenis Cooling Tower	31
2.6.2.1 Natural Draft Tower (NDT)	31
2.6.2.2 Mechanical Draft Tower (MDT)	33
2.6.3 Pemilihan Cooling Tower	36
2.6.3.1 Pemilihan Jenis Cooling Tower	36
2.6.3.2 Pemilihan Type Cooling Tower	36
2.7 POMPA	37
2.7.1 Jenis - Jenis Pompa	38
2.7.2 Tinggi Kenaikan Geometris Total Instalasi Pompa	39
2.7.3 Tinggi Kenaikan Efektif	39
2.7.4 Pompa Centrifugal	40
2.7.5 Penentuan Net Positive Suction Head (NPSH)	41
III. DESAIN SISTEM DISTRIBUSI AIR PENDINGIN	43
3.1 PEMILIHAN SISTEM PADA MOLD	43
3.2 PERHITUNGAN KALOR PLASTIK	48
3.3 PERHITUNGAN KALOR KONVEKSI	50

3.3.1 PlatVertikal	50
3.3.2 Plat Horisontal	53
3.3.3 Kalor Konveksi Total	55
3.4 PERHITUNGAN KALOR RADIASI	59
3.5 PERHITUNGAN DEBIT AIR PENDINGIN UNTUK MOLD	61
3.6 DEBIT AIR PENDINGIN UNTUK HEAT EXCHANGER	61
3.7 PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR	63
3.7.1 PERENCANAAN PENGGUNAAN PIPA UNTUK TIAP MESIN BERDASARKAN KEBUTUHAN MOLD	65
3.7.2 PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR UNTUK FEMALE MOLD HANDLE DENGHN MESIN KM 140 B	71
3.7.3 PEMILIHAN COOLING TOWER	94
3.7.4 PEMILIHAN POMPA	94
3.7.4.1 Pompa I	95
3.7.4.2 Pompa II	98
IV.KESIMPULAN	103
DAFTARPUSTAKA	104
LAMPIRAN	105

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
3.1 DATAMOLD	47
3.2 DATA KALOR PLASTIK	49
3.3 DATA DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA MOLD	51
3.4 DATA PERHITUNGAN KALOR KONVEKSI SISI VERTIKAL	56
3.5 DATA PERHITUNGAN KALOR KONVEKSI SISI HORIZONTAL	57
3.6 DATA PERHITUNGAN KALOR KONVEKSI TOTAL	58
3.7 DATA PERHITUNGAN KALOR RADIASI	60
3.8 DATA KEBUTUHAN AIR PENDINGIN MOLD	63
3.9 DATA KEBUTUHAN AIR PENDINGIN TOTAL	64
3.7.1 TABEL DIAMETER PIPA	69
3.7.2 UKURAN PIPA PADA MESIN UNTUK SETIAP KOMPONEN	70
3.7.3 TABEL KERUGIAN PADA PIPA TEKAN	97

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
2.1 SIKLUS KERJA MESIN INJECTION MOLDING	6
2.2 BAGIAN UTAMA MESIN INJEKSI	7
2.3 PLASTICATING / INJECTION UNIT	8
2.4 SISTEM CLAMPING DENGAN SINGLE TOGGLE LEVER	10
2.5 GERAKAN TOGGLE LEVER UNIT	10
2.6 CLAMPING SYSTEM DENGAN FOUR POINT DOUBLE TOGGLE LEVER	11
2.7 CLAMPING SYSTEM DENGAN FIVE POINT DOUBLE TOGGLE LEVER	11
2.8 CENTRAL DRIVING CYLINDER	12
2.9 LATERAL DRIVING CYLINDER	13
2.10 HYDRAULIC MECHANICAL CLAMPING UNIT	13
2.11 BAGIAN - BAGIAN DARI MOLD	14
2.12 EJECTION SYSTEM	15
2.13 MASSAATUR	16
2.14 VOLUMEATUR	17
2.15 ARAH ALIRAN UDARA PADA DINDING VERTIKAL	22
2.16 ARAH ALIRAN UDARA PADA DINDING HORIZONTAL	22
2.17 ARAH ALIRAN UDARA PADA DINDING SILINDER	23
2.18 ALIRAN DI DALAM PIPA	26
2.19 SPRAY FILLED TOWER	31
2.20 DECK FILLED TOWER	33
2.21 MECHANICAL DRAFT TOWER COUNTER FLOW	34
2.22 MECHANICAL DRAFT TOWER CROSS FLOW	35
2.23 INDUCED DRAFT COUNTER FLOW COOLING TOWER	37
2.24 POMPA CENTRIFUGAL	40
2.25 KURVA KARAKTERISTIK POMPA CENTRIFUGAL	41
3.1 KONDISI UMUM MOLD SAAT HOLDING TIME	43
3.2 PEMTLIHAN SISTEM PADA MOLD	44

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
Lampiran 1 : Sifat Thermal Plastik I	105
Lampiran 2 : Sifat Thermal Plastik 2	106
Lampiran 3 : Tabel Properti Udara	107
Lampiran 4 : Emisivitas Radiasi Dari Permukaan Logam	108
lampiran 5 : Tabel Kebutuhan Air Untuk Pendingin Mesin Injeksi	109
Lampiran 6 : Sifat Fisik Air	110
Lampiran 7 : Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Handle (Mesin KMUOB)	111
Lampiran 7a : Perhitungan Headloss pada saluran mold Handle Female	112
Lampiran 7b : Perhitungan Headloss pada saluran mold Handle Male	113
Lampiran 7c : Perhitungan Headloss pada saluran Handle Heat Exchanger	114
Lampiran 8 : Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Filter (Mesin KMHOB)	115
Lampiran 8a : Perhitungan Headloss pada saluran mold Filter Female	116
Lampiran 8b : Perhitungan Headloss pada saluran mold Filter Male	117
Lampiran 8c : Perhitungan Headloss pada saluran Filter Heat Exchanger	118
Lampiran 9 : Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Tray (Mesin KMHOB)	119
Lampiran 9a : Perhitungan Headloss pada saluran mold Tray Female	120
Lampiran 9b : Perhitungan Headloss pada saluran mold Tray Male	121
Lampiran 9c : Perhitungan Headloss pada saluran Tray Heat Exchanger	122
Lampiran 10 : Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Bottom Cap 2 (Mesin KMUOB)	123
Lampiran 10a : Perhitungan Headloss pada saluran mold Bottom Cap 2 Female	124
Lampiran 10b : Perhitungan Headloss pada saluran mold Bottom Cap 2 Male	125
Lampiran 10c : Perhitungan Headloss pada saluran Bottom Cap 2 Heat Exchanger	126

Lampiran 11	: Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Bottom Cap 1 (Mesin KM 140 B)	127
Lampiran 11 a	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Bottom Cap 1 Female	128
Lampiran 11 b	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Bottom Cap 1 Male	129
Lampiran 11 c	: Perhitungan Headloss pada saluran Bottom Cap 1 Heat Exchanger	130
Lampiran 12	: Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Cap (Mesin KM 140 B)	131
Lampiran 12a	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Cap Female	132
Lampiran 12b	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Cap Male	133
Lampiran 12c	: Perhitungan Headloss pada saluran Cap Heat Exchanger	134
Lampiran 13	: Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Outer Body 2 (Mesin KM 280 B)	135
Lampiran 13a	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Outer Body 2 Female	136
Lampiran 13b	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Outer Body 2 Male	137
Lampiran 13c	: Perhitungan Headloss pada saluran Outer Body 2 Heat Exchanger	138
Lampiran 14	: Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Outer Body 1 (Mesin KM 280 B)	139
Lampiran 14a	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Outer Body 1 Female	140
Lampiran 14b	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Outer Body 1 Male	141
Lampiran 14c	: Perhitungan Headloss pada saluran Outer Body 1 Heat Exchanger	142
Lampiran 15	: Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Inner Body 2 (Mesin KM 280 B)	143
Lampiran 15a	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Inner Body 2 Female	144
Lampiran 15b	: Perhitungan Headloss pada saluran mold Inner Body 2 Male	145

Lampiran 15c :	Perhitungan Headloss pada sahiran frmer Body 2 Heat Exchanger	146
Lampiran 16 :	Daftar Kebutuhan Pipa untuk mold Inner Body 1 (Mesin KM 280 B)	147
Lampiran 16a :	Perhitungan Headloss pada saluran mold Inner Body 1 Female	148
Lampiran 16b :	Perhitungan Headloss pada saluran mold Inner Body 1 Male	149
Lampiran 16c :	Perhitungan Headloss pada saluran Inner Body 1 Heat Exchanger	150
Lampiran 17 :	Ukuran Standard Pipa	151
Lampiran 18 :	Diagram Kekasaran Relatif Untuk Pipa	154
Lampiran 19 :	Moody Diagram	155
Lampiran 20 :	Koefisien Kerugian untuk Aliran yang melalui Luas Berbeda	156
Lampiran 21 :	Koefisien Kerugian untuk Pipa Exit dan Entrance	157
Lampiran 22 :	Panjang Ekuivalen Pipa Lurus Untuk Katup dan Fitting	158
Lampiran 23 :	Diagram Pemilihan Pompa	159
Lampiran 24 :	Tabel Pemilihan Tipe Cooling Tower	160
Lampiran 25 :	Debit Air Dan Temperatur Air Dalam Cooling Tower	161
Lampiran 26 :	Spesifikasi Mesin Injeksi	162
Lampiran 27 :	Perencanaan Susunan Mesin Injeksi	163
Lampiran 28 :	Gambar Isometri susunsn mesin injeksi	164

DAFTAR NOTASI

As	= luas permukaan mold (m^2)
c	= panas jenis (J / gr $^{\circ}C$)
C	= kalor laten (J/gr)
D	= diameter (m)
f	= faktor gesekan
g	= percepatan gravitasi (m/s^2)
$h_{l \text{ mayor}}$	= <i>Kerugian Mayor</i> (m)
$h_{l \text{ minor}}$	= <i>Kerugian Minor</i> (m)
$h_{l \text{ total}}$	= <i>Kerugian Total</i> (m)
h_e	= <i>Head efektif</i> (m)
h_z	= Tinggi kenaikan geometris (m)
k	= Konduktivitas thermal (W/m.K)
K	= <i>Koefisien kerugian</i>
L	= Panjang saluran pipa (m)
\dot{m}	= Laju aliran massa (kg/s)
Nu	= Angka Nusselt
P	= Tekanan (Pa)
P_a	= tekanan absolute pada pipa isap (N/m^2)
P_d	= tekanan pada pipa tekan (N/m^2)
P_s	= tekanan pada pipa isap (N/m^2)
P_v	= tekanan uap jenuh zat cair (N/m^2)
P	= Keliling permukaan mold (m)
Pr	= Angka Prandtl
\dot{Q}	= Laju panas (Watt)
Ra	= Angka Rayleigh
Re	= Angka Reynold
t	= waktu tenggang (s)
T_r	= Temperatur rata – rata (K)
T_s	= Temperatur permukaan mold (K)

T_{surr}	= Temperatur surrounding (K)
T_{∞}	= Temperatur lingkungan (K)
\vec{V}	= Kecepatan aliran fluida (m/s)
W	= Kerja (Watt)
z	= Ketinggian (m)
ν	= <i>Viskositas kinematic</i> (m^2/s)
ΔE	= Perubahan energi dalam (Watt)
ΔT	= Perubahan temperature ($^{\circ}\text{C}$)
α	= <i>Difusivitas thermal</i> (m^2/s)
β	= <i>Koefisien ekspansi volume</i> = $1 / T$ ($1 / \text{K}$)
ε	= Emisivitas radiasi
σ	= Konstanta Boltzman = $5,67 \cdot 10^{-8}$ (Watt / $\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$)
ρ	= Massa jenis (kg/m^3)
μ	= <i>Absolut viskositas</i> ($\text{N}\cdot\text{s} / \text{m}^2$)
e/D	= Kekasaran relative dinding pipa
Le/D	= Panjang ekivalen