

**PERHITUNGAN SISTEM PEMANAS AIR
PADA PROSES PRE-TREATMENT
UNTUK PENGECATAN DENGAN SISTEM SERBUK**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai Gelar Strata-1 (S1)



**Disusun oleh :
TATANG NURJANA
0130312-047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2008**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Jakarta, Januari 2008

Mengetahui

Nanang Ruhyat, ST, MT

Koordinator Tugas Akhir

Dr. Mardani, ST, M.Eng

Pembimbing Tugas Akhir

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tatang Nurjana

NIM : 0130312-047

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan salinan atau duplikat dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah disebutkan sumber dan referensinya.

ABSTRAK

Kata kunci : Panas ; Pre-treatment

Pre-treatment yang dijelaskan pada kali ini merupakan salah satu bagian dari proses pengecatan, di mana fungsi dari pre-treatment tersebut bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari kotoran debu dan oli, serta berfungsi untuk mempersiapkan permukaan benda kerja dengan cara disemprot cairan kimia yang berguna untuk memperkuat daya lekat cat.

Pada proses ini terdapat 8 buah tangki, yaitu pre-degrease, degrease, waterrinse 1, waterrinse 2, surface, phosphate, waterrinse 3, dan waterrinse 4. Semua tangki tersebut berisi cairan kimia dengan temperatur normal $\pm 30^0\text{ C}$ kecuali pada tangki pre-degrease dengan volume air 5 m^3 , degrease $7,5\text{ m}^3$ dan phosphate dengan volume air $7,5\text{ m}^3$ mempunyai temperatur 50^0 C .

Air panas pada tangki tersebut didapat dari proses perpindahan panas antara air panas di dalam heating coil yang disirkulasikan oleh pompa dari tangki sumber panas dengan temperatur $> 50^0\text{ C}$ dengan air di dalam tangki pada temperatur normal $\pm 30^0\text{ C}$.

Dari hasil perhitungan maka dibutuhkan energi total sebesar 650 kw, dan kapasitas pompa yang diperlukan untuk sirkulasi air panas sebesar $0,00485\text{ m}^3/\text{s}$, serta diperlukan heating coil sepanjang 6,7 m untuk setiap m^3 air yang akan dipanaskan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdullilah disertai dengan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, akhirnya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir yang penulis susun ini berjudul : “***Perhitungan sistem pemanas air pada proses pre-treatment untuk pengecatan dengan sistem serbuk***”.

Dengan selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, di antaranya adalah :

1. Bapak Dr. Ir. H. Suharyadi, MS. selaku rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Ir. Ruli Nutranta, M.Eng. selaku ketua jurusan program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
3. Bapak Dr. Mardani, ST, M.Eng. selaku dosen pembimbing
4. Semua dosen, staff dan karyawan Universitas Mercu Buana
5. Istriku tersayang Neneng Sumiyati yang tiada hentinya selalu memberikan dorongan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Anakku tercinta Naufal Hammam Muzakki yang masih belum genap setahun umurnya.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan hingga selesainya tugas akhir ini.

Demikian juga kepada kedua orang tua serta mertua penulis, adik beserta keluarga semuanya, begitu juga rekan-rekan kerja di PT.Fosta Unggul Perdana, Tangerang.

Penulis menyadari, penulisan tugas akhir ini belumlah sempurna, maka penulis mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan dan penyempurnaannya.

Akhir kata penulis megharapkan semoga tugas akhir ini berguna bagi para *Designer* di dunia industri khususnya dan masyarakat pada umumnya sebagai sarana penambah ilmu pengetahuan.

Tangerang, Januari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SATUAN	xv

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Rumusan dan batasan masalah.....	2
1.2.1. Rumusan masalah.....	2
1.2.2. Batasan masalah.....	2
1.3. Maksud dan tujuan penulisan.....	3
1.4. Metodologi penulisan.....	3
1.5. Sistematika penulisan.....	3

BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Proses perpindahan panas.....	5
2.1.1. Konduksi.....	5
2.1.2. Konveksi.....	10
2.1.3. Radiasi.....	13
2.2. Aliran fluida dalam tabung selinder.....	13
2.2.1. Aliran laminer	13
2.2.2. Aliran turbulen.....	15
2.3. Koefisien perpindahan kalor menyeluruh.....	16
2.4. Klasifikasi alat penukar panas berdasarkan perpindahan panas.....	17
2.4.1. Alat penukar panas kontak langsung.....	17
2.4.2. Alat penukar panas kontak tidak langsung.....	18
2.5. Klasifikasi alat penukar panas berdasarkan aliran fluidanya.....	20
2.5.1. Aliran searah.....	20
2.5.2. Berlawanan arah.....	21
2.5.3. Aliran silang.....	22
2.6. Klasifikasi sistem pengecatan.....	22
2.6.1. Pengecatan sistem basah.....	22
2.6.1.1. Sistem spray.....	25
2.6.1.2. Sistem celup.....	26
2.6.2. Pengecatan sistem kering.....	29
2.6.2.1. Sistem elektrostatic serbuk gun.....	29
2.6.2.2. Sistem fluidized.....	34

BAB III PENGECATAN DENGAN SISTEM SERBUK.....	36
3.1. Proses pengecatan serbuk.....	36
3.1.1. Sistem pemindahan benda kerja (transfer conveyor).....	40
3.1.1.1. Rel dan rantai	41
3.1.1.2. Penggerak rantai (drive unit).....	43
3.1.1.3. Penegang rantai (tensioning unit).....	44
3.1.2. Persiapan permukaan (Pre-treatment).....	46
3.1.3. Hot water generator (pembangkit air panas).....	49
3.1.3.1. Tangki.....	49
3.1.3.2. Ruang pembakaran (combustion chamber).....	49
3.1.3.3. Burner.....	50
3.1.4. Drying oven (Pengeringan awal).....	54
3.1.5. Proses Pengecatan dengan serbuk.....	56
3.1.6. Baking oven (Pengering akhir).....	58

BAB IV PERHITUNGAN SISTEM PEMANAS AIR PADA PROSES PRE-TREATMENT.....	60
4.1. Energi yang hilang pada tangki pre-degrease, degrease dan phosphate.....	65
4.2. Energi yang hilang pada pipa supply.....	66
4.3. Energi yang hilang pada pipa return	73
4.4. Total kebutuhan energi I.....	78
4.5. Pemilihan burner.....	80
4.6. Energi untuk memanaskan ruang bakar.....	83
4.7. Perhitungan tangki untuk air panas (hot water).....	85
4.8. Kebutuhan energi total.....	88

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
5.1. Kesimpulan.....	90
5.2. Saran.....	92

DAFTAR PUSTAKA.....	93
----------------------------	-----------

LAMPIRAN :

- A. Contoh perhitungan energi yang hilang pada tangki phosphate
- B. Contoh Iterasi menggunakan Program MathCAD 14
- C. Contoh interpolasi
- D. Sifat-sifat zat cair jenuh
- E. Sifat-sifat zat udara
- F. Nilai empiris untuk koefisien perpindahan kalor menyeluruh (U)
- G. Nilai konduktivitas logam
- H. Katalog burner weishaupt
- I. Gambar Autocad sistem pengecatan serbuk
- J. Photo project pengecatan serbuk

DAFTAR GAMBAR

- | | |
|--------------|--|
| Gambar 2.1. | Distribusi suhu pada pemanasan dinding suhu. |
| Gambar 2.2. | Perpindahan kalor satu- dimensi melalui dinding komposit dan analogi listriknya. |
| Gambar 2.3. | Aliran kalor satu dimensi melalui penampang selinder dan analogi listriknya. |
| Gambar 2.4. | Perpindahan panas pada konveksi bebas. |
| Gambar 2.5. | Perpindahan panas pada konveksi paksa. |
| Gambar 2.6. | Profil kecepatan laminer. |
| Gambar 2.7. | Profil kecepatan turbulen. |
| Gambar 2.8. | Analogi tahanan untuk silinder berlubang dengan batas konveksi. |
| Gambar 2.9. | Penukar panas kontak langsung. |
| Gambar 2.10. | Penukar panas kontak langsung (tubular HE). |
| Gambar 2.11. | Alat penukar panas kompak. |
| Gambar 2.12. | Alat penukar panas aliran searah. |
| Gambar 2.13. | Alat penukar panas berlawanan arah. |
| Gambar 2.14. | Alat penukar panas saling menyilang. |
| Gambar 2.15. | Flow sheet pengecatan sistem spray. |
| Gambar 2.16. | Prinsip kerja anodic dan cathodic. |
| Gambar 2.17. | Flow sheet pengecatan catoda. |
| Gambar 2.18. | Elektrostatic serbuk gun. |
| Gambar 2.19. | Sistem Corona. |
| Gambar 2.20. | Sistem tribo. |

Gambar 2.21.	Sistem fluidized.
Gambar 3.1.	Flow sheet pengecatan dengan serbuk.
Gambar 3.2.	Layout pengecatan dengan serbuk
Gambar 3.3.	Benda kerja.
Gambar 3.4.	Transfer konveyor.
Gambar 3.5.	Penarik rantai.
Gambar 3.6.	Tensioning unit.
Gambar 3.7.	Proses Pre-treatment.
Gambar 3.8.	Tunel
Gambar 3.9.	Nozzle di dalam tunnel
Gambar 3.10.	Ruang pembakaran (combustion chamber).
Gambar 3.11.	Burner.
Gambar 3.12.	Burner two stage regulation.
Gambar 3.13.	Sirkulasi air panas.
Gambar 3.14.	Flow sheet drying oven.
Gambar 3.15.	Posisi pengecatan serbuk.
Gambar 3.16.	Flow sheet pengecatan serbuk.
Gambar 4.1.	Sirkulasi pompa spray pada tangki pretreatment.
Gambar 4.2.	Sirkulasi Air panas.
Gambar 4.3.	Penampang tangki degrease.
Gambar 4.4.	Analogi tahanan untuk dinding tangki degrease.
Gambar 4.5.	Penampang pipa supply air panas.
Gambar 4.6.	Analogi tahanan untuk pipa supply air panas.
Gambar 4.7.	Ukuran burner 1 – 5.
Gambar 4.8.	Ukuran burner 7 – 9.

Gambar 4.9. Ukuran panjang dan diameter api.

Gambar 4.10. Ruang bakar.

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Energi yang hilang pada tangki pre degrease,degrease dan phosphate.

Tabel 4.2. Perhitungan tangki hot water

DAFTAR NOTASI DAN SATUAN

<u>SIMBOL</u>	<u>KETERANGAN</u>	<u>SATUAN</u>
A	Luas Penampang	m^2
Cp	Panas Spesifik	$\text{Kj/kg.}^\circ\text{C}$
d,D	Diameter	m
h	Koefisien Perpindahan Kalor	$\text{W/m}^2.^\circ\text{C}$
\bar{h}	Koefisien Perpindahan Kalor Rata-rata	$\text{W/m}^2.^\circ\text{C}$
ID	Diameter dalam	m
k	Konduktivitas Kalor	$\text{W/m }^\circ\text{C}$
L	Panjang	m
L	Lebar	m
m	Massa	kg
\dot{m}	Laju Aliran Massa	Kg/s
Nu	Bilangan Nusselt	
OD	Diameter luar	m
P	Panjang	m
Pr	Bilangan Prandtl	
Q	Kalor	kJ
q	Laju Perpindahan Kalor	Watt
RA,RB,RC	Tahanan termal	
Re	Bilangan Reynold	
Ti,To,Too,Tw	Temperatur	$^\circ\text{C}$

t	Tebal,Tinggi	m
U	Koefisien perpindahan kalor keseluruhan	W/m ² . °C
u	Kecepatan	m/s
V	Volume	m ³
[*] V	Kapasitas Aliran	m ³ /s
ρ	Massa Jenis	kg/m ³
μ	Viskositas	kg/m.s