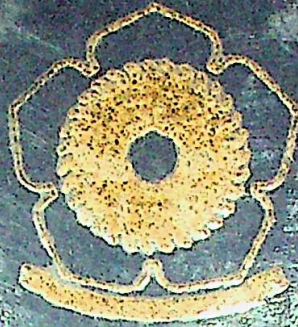


ANALISA KEGAGALAN POROS PUMPA VARIUM  
PADA PABRIK GULA



TUGAS AKHIR

Ditugas untuk membuat laporan berdasarkan pada Survei Teknik  
pada Sistem Teknik Mekanik Industri Teknik  
Industri dan Teknologi

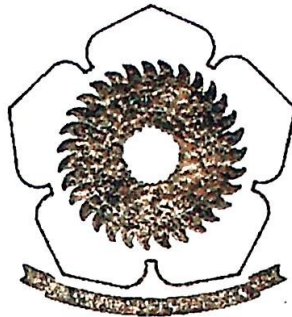
Oleh :

RAHMAT ANWAR  
0302150071

DEPARTEMEN TEKNOLOGI RASIONAL  
UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
1997

S  
621.69207  
Akab  
9  
2007

**ANALISA KEGAGALAN POROS POMPA VAKUM  
PADA PABRIK GULA**



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**RAHMAT AKBAR  
03023150071**

R. 15225  
15587

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
2007**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA KEGAGALAN POROS POMPA VAKUM  
PADA PABRIK GULA**

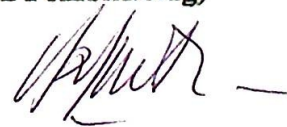


Oleh :

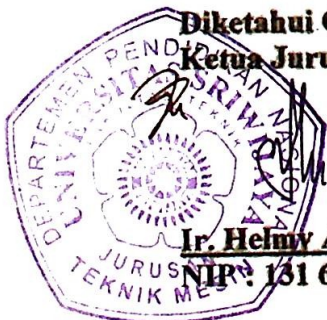
**RAHMAT AKBAR  
03023150071**

**Inderalaya, Maret 2007**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh:  
Dosen Pembimbing,**




**Ir. Hendri Chandra, MT  
NIP : 131 885 593**



**Diketahui Oleh :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Ir. Helmy Alian, MT  
NIP: 131 672 077**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**AGENDA NO** : 1628/TA/TA/07  
**DITERIMA TGL** : 14 Maret 2007  
**PARAF** : 

**TUGAS AKHIR**

**Nama** : RAHMAT AKBAR  
**NIM** : 03023158071  
**Mata Kuliah** : Analisa Kegagalan  
**Judul** : Analisa Kegagalan Poros Pompa Vakum pada Pabrik Gula  
**Diberikan** : September 2006  
**Selesai** : Februari 2007

**Diketahui Oleh :**  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Ir. Helmy Alian, MT**  
**NIP : 131 672 077**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh :**  
**Dosen Pembimbing,**

**Ir. Hendri Chandra, MT**  
**NIP : 131 885 593**

Motto :

*"Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri"*

*(Q.S. Ar-Ra'du: 11)*

*".....Hidup adalah perjuangan....."*

Dengan memanjatkan Puji Syukur pada Allah SWT, Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- ❖ Mak dan Bapak tercinta
- ❖ Saudara-saudaraku tersayang (Yuk Ida, Kak Arif, Feri dan Fera)
- ❖ Keluarga Besar ku
- ❖ Seseorang yang kukasih
- ❖ Almamater ku

## ABSTRAK

Sebuah pabrik gula yang terletak di Sumatera Selatan mengolah tebu menjadi gula tentunya membutuhkan dukungan dari alat-alat dan mesin-mesin khusus. Salah satu mesin pendukung dipabrik gula tersebut adalah pompa. Sebuah pompa penghisap uap dari bejana vakum di stasiun kristalisasi pabrik gula tersebut mengalami kegagalan, poros pompa patah berulang kali dalam waktu yang tidak lama. Hal ini menyebabkan produktivitas pabrik terganggu.

Karena itu dilakukan analisa kegagalan terhadap poros pompa untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan dan mencari solusi agar kegagalan yang sama tidak terulang lagi. Metode penelitian yang dilakukan adalah survey ke lokasi terjadinya kerusakan dan melakukan pengujian dan pemeriksaan terhadap material yang rusak yaitu pemeriksaan visual, fraktografi, metallografi dan pengujian kekerasan.

Poros yang mengalami kegagalan adalah poros pengganti dengan komposisi kimia yang berbeda dengan material poros yang asli (AISI 4340). Dari hasil pengamatan visual, diketahui poros mengalami patah leleh, awal patahan berasal dari cacat akibat pengelasan. Dari pemeriksaan kekerasan didapatkan nilai kekerasan poros yang pada daerah patahan sebesar 354 VHN, lebih tinggi dari kekerasan pada daerah yang tidak rusak sebesar 166,6 VHN, hal ini disebabkan karena bagian yang rusak merupakan daerah terpengaruh pengelasan (HAZ) yang banyak terdapat martensit. Lokasi patahan terletak pada ulir, proses manufaktur ulir dengan cara pembubutan menyebabkan ulir menjadi mudah retak.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena berkat rahmat dan karunia-Nya jumlah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA KEGAGALAN POROS POMPA VAKUM PADA PABRIK GULA”** ini merupakan persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut memberikan bantuan baik berupa pikiran dan material maupun dukungan moral dan spiritual sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Zahri Kadir, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Hendri Chandra, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan saran serta atas kesabarannya dalam membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik.

5. Bapak Oerip Toermiyono selaku pembimbing lapangan, Bapak Haryanto, Bapak Abdul Hadi, Bapak Rahmadi dan seluruh karyawan bagian Teknik PTPN VII Unit Usaha Cinta Manis.
6. Bapak Ja'i, Bapak Mas'ud, Bapak Ahmadi dan keluarga besar Laboratorium Metallurgi Institut Teknologi Bandung atas fasilitas lab-nya.
7. Seluruh staf dosen, dan pegawai Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tuaku dan Saudara-saudaraku atas nasehat, dukungan moral dan materialnya.
9. Teman-temanku di Teknik Mesin'02 : Anton, Dori ( selamat menempuh hidup baru, semoga bahagia ), Dodi, Kikin, Eka, Supratman, Aulia ( thanx banget buku Metalurgi Mekaniknya ), Ijal, Afif dan semua teman-teman yang tidak bisa dituliskan satu-persatu.
10. Seluruh mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dalam hal isi maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sebagai masukan untuk dapat menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

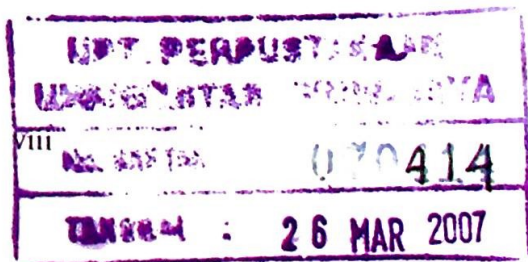
Inderalaya, Februari 2007

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	I - 1
B. Tujuan Penulisan .....	I - 3
C. Perumusan Masalah .....	I - 3
D. Metode Penelitian .....	I - 3
E. Sistematika penulisan .....	I - 4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kelelahan Logam .....	II - 1
A.1. Siklus Tegangan.....	II - 3
A.2. Kurva S – N.....	II - 4
A.3. Ciri-ciri Struktur Lelah.....	II - 5
A.4. Efek Kelelahan dan Permukaan.....	II - 10
B. Analisa Kegagalan.....	II - 13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Pengumpulan Data .....	III - 2
A.1. Data Material.....	III - 2
A.2. Data Operasi.....	III - 2
A.3. Lokasi Kerusakan.....	III - 3
A.4. Kronologis Kerusakan.....	III - 4
A.5. Sejarah Kerusakan.....	III - 4
A.6. Pengelasan.....	III - 5
A.7. Perawatan.....	III - 5
B. Pemeriksaan Visual.....	III - 6
C. Fraktografi.....	III - 6
D. Pemeriksaan Metallografi.....	III - 7
E. Pemeriksaan Kekerasan.....	III - 8



## **BAB IV HASIL PEMERIKSAAN DAN PEMBAHASAN**

A. Pembahasan Data Material.....	IV - 1
B. Pemeriksaan Visual.....	IV - 4
C. Fraktografi.....	IV - 6
D. Pemeriksaan Metallografi.....	IV - 8
D.1. Pemeriksaan Metallografi pada Bagian Poros yang Rusak.....	IV - 9
D.2. Pemeriksaan Metallografi pada Bagian Poros yang Tidak Rusak.....	IV -10
E. Pemeriksaan Kekerasan.....	IV -12
E.1. Pemeriksaan Kekerasan pada Bagian Poros yang Rusak..	IV -12
E.2. Pemeriksaan Kekerasan pada Bagian Poros yang Tidak Rusak.....	IV -13
F. Analisis Kegagalan.....	IV -18

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	V - 1
B. Saran .....	V - 2

## **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Siklus Tegangan.....	II - 4
2.2. Kurva kelelahan untuk logam besi dan bukan besi.....	II - 5
2.3. Konsep Wood mengenai deformasi mikro yang menyebabkan terjadinya retakan lelah .....	II - 7
2.4. Striasi lelah ( <i>fatigue striation</i> ) pada paduan beta Ti-6Al-4V yang dianil (2000 X ).....	II - 8
2.5. Proses penumpulan plastik pada perambatan retakan lelah.....	II - 9
2.6. Superposisi tegangan sisa dan tegangan yang dikenakan.....	II - 12
3.1. Diagram alir penelitian.....	III - 1
3.2. Lokasi Terjadinya Patahan .....	III - 3
3.3. Lokasi Pengelasan .....	III - 5
4.1. Permukaan Patahan Poros .....	IV - 5
4.2. Patahan tampak belakang .....	IV - 5
4.3. Pengamatan dengan mikroskop stereo .....	IV - 7
4.4. Lokasi pengambilan sampel metallografi pada bagian poros yang rusak.....	IV - 8
4.5. Lokasi pengambilan sampel metallografi pada bagian poros yang tidak rusak.....	IV - 8
4.6. Struktur mikro bagian poros yang rusak pembesaran 300x (a), dan pembesaran 600x (b).....	IV - 9
4.7 Struktur mikro pada daerah lasan (150x).....	IV - 10
4.8 Struktur mikro bagian poros yang tidak rusak pembesaran 300x(a) dan pembesaran 600x (b).....	IV - 11

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1. Spesifikasi motor penggerak pompa .....	III - 3
4. 1. Komposisi kimia material poros yang rusak.....	IV - 1
4. 2. Komposisi kimia baja AISI 4340.....	IV - 2
4. 3. Sifat Mekanik AISI 4340 (kondisi suhu 25 °C, dianil pada 810 °C)..	IV - 2
4. 4. Hasil pengujian kekerasan pada bagian poros yang rusak .....	IV - 13
4. 5. Nilai kekerasan Vickers pada bagian poros yang rusak dari persamaan $VHN = \frac{1,854P}{D^2}$ .....	IV - 14
4. 6. Hasil pengujian kekerasan pada bagian poros yang tidak rusak.....	IV - 15
4. 7. Nilai kekerasan Vickers pada bagian poros yang rusak dari persamaan $VHN = \frac{1,854P}{D^2}$ .....	IV - 16

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Laporan hasil uji komposisi kimia .....	L - 1
B. Tabel untuk menentukan kekerasan Vickers pada alat uji kekerasan mikro Vickers dengan beban 0,2 kg <sub>f</sub> .....	L - 2
C. Gambar pompa vakum.....	L - 3
D. Gambar mikroskop stereo.....	L - 4
E. Gambar alat uji kekerasan Mikro Vickers.....	L - 5
F. Gambar mikroskop optik.....	L - 6

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dalam persaingan global dewasa ini, sebuah industri jika ingin tetap mempunyai daya saing harus meningkatkan kualitas dan kuantitas produk industri tersebut.

Salah satu faktor penunjang yang sangat penting bagi keberhasilan suatu pabrik adalah perawatan komponen-komponen mesin maupun pemeliharaan peralatan yang ada di pabrik. Jika salah satu dari bagian mesin mengalami kerusakan atau masalah, hal ini tentu saja akan mengganggu aktivitas pabrik dan mengurangi produktivitasnya bahkan jika terjadi kerusakan yang lebih fatal, maka bisa mengancam jiwa manusia.

Sebuah pabrik yang bergerak dibidang industri gula di wilayah Sumatera Selatan pada dasarnya merupakan salah satu industri yang kompleks dengan berbagai proses yang meliputi proses kimia, fisika dan biologi.

Secara umum dapat dikatakan bahwa industri gula merupakan industri yang menggunakan bahan baku tebu yang kemudian mengalami serangkaian proses-proses yaitu proses pemerahan nira, proses pemurnian nira, proses penguapan, proses kristalisasi, proses pengering dan pendinginan, pengemasan gula sampai penyimpanan di gudang dan siap dipasarkan. Semua proses



---

pengolahan tebu menjadi gula tersebut tentunya membutuhkan dukungan dari alat-alat dan mesin-mesin khusus.

Salah satu proses pengolahan tebu menjadi gula adalah proses kristalisasi atau masakan, pada proses ini nira kental dipanaskan secara terus-menerus sampai melewati phase kejenuhan dan akan membentuk kristal gula, pemanasan dilakukan dengan cara pendidihan dengan suhu rendah dalam bejana khusus yang dibuat vakum.

Untuk menjaga agar tekanan di dalam bejana vakum tersebut tetap stabil maka uap air hasil pemanasan nira didalamnya harus dikeluarkan secara terus-menerus dengan menggunakan pompa. Pompa tersebut berfungsi menghisap uap air dari dalam bejana vakum untuk selanjutnya dibuang keluar. Jika pompa mengalami kerusakan maka kerja vakum akan terganggu dan berpengaruh pada produktivitas pabrik.

Salah satu masalah teknik yang ada pada pabrik gula tersebut adalah kerusakan poros pompa penghisap uap vakum. Kerusakan yang sering terjadi tersebut adalah patahnya poros pompa vakum.

Untuk mencari pemecahan masalah kerusakan poros pompa tersebut, penulis mencoba untuk meneliti material yang mengalami kerusakan. Dengan analisa kegagalan poros pompa diharapkan pompa yang dipakai kemudian akan tetap efektif dan efisien dalam jangka waktu yang lebih lama sehingga pabrik dapat beroperasi dengan baik.



---

## B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan poros pada pompa vakum distasiun kristalisasi sebuah pabrik gula, dan mencari solusi terhadap kerusakan dan saran agar kerusakan yang sama tidak terulang lagi sehingga dapat meningkatkan umur pakai (*life time*).

## C. Perumusan Masalah

Akibat terjadinya kerusakan pada poros pompa yang dapat menyebabkan produktivitas terganggu dan meningkatkan biaya operasi, maka dilakukan analisis terhadap penyebab kerusakan tersebut terutama dari segi ilmu metallurgi yang diangkat menjadi pokok permasalahan pada tugas akhir ini.

## D. Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dan sasaran agar didapat data-data yang nyata dalam menyusun tugas akhir ini, maka digunakan metode penelitian sebagai berikut :

### 1. Studi literatur

Yaitu mengumpulkan berbagai informasi dari berbagai literatur, makalah-makalah teknik dan sumber-sumber bacaan lainnya yang berhubungan dengan judul tugas akhir yang ditulis.

### 2. Survey

Yaitu dengan melakukan survey dilapangan di tempat kerusakan terjadi, dengan cara mengumpulkan data-data yang diperlukan.

---





3. Pengujian dan Pemeriksaan

Melakukan beberapa pengujian di laboratorium untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan.

4. Analisis dan Pembahasan

Dengan menganalisa data-data yang diperoleh langsung dari lapangan dan mengolah data-data yang didapat dari hasil pengujian.

**E. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Bab I. Pendahuluan

Dalam bab ini secara ringkas dibahas mengenai latar belakang penulisan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Membahas mengenai landasan teori yang mendasari tugas akhir, yaitu tentang analisa kegagalan material yang didapat dari literatur, jurnal-jurnal dan skripsi terdahulu.

Bab III. Metode Penelitian

Dalam bab ini akan dipaparkan mengenai prosedur penelitian mulai dari pengumpulan data sampai pemeriksaan dan pengujian di laboratorium.



#### Bab IV. Hasil Pemeriksaan dan Pembahasan

Dalam bab ini akan memuat tentang data-data dari lapangan dan hasil pemeriksaan dan pengujian di laboratorium. Data-data yang didapat dari lapangan dan hasil pengujian di laboratorium tersebut juga akan dibahas dan dianalisa dalam bab ini.

#### Bab V. Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini akan memuat tentang kesimpulan dari semua pokok bahasan yang telah dikemukakan dan saran-saran yang kiranya diperlukan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Alok Nayar, "*The Steel Handbook*", Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 2002.

Charlie R. Brooks, "*Metallurgical Failure Analysis*", McGraw-Hill International Book Company, New York, 1993.

George E. Dieter, Sriati Djaprie, Ir., M.E, M.Met., "*Metalurgi Mekanik Jilid 1*", Edisi Ketiga, Erlangga, 1996.

George E. Dieter, Sriati Djaprie, Ir., M.E, M.Met., "*Metalurgi Mekanik Jilid 2*", Edisi Ketiga, Erlangga, 1992.

Harsono Wiryosumarto, Prof. Dr. Ir., "*Teknologi Pengelasan Logam*", PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1991.

Hironobu Nisitani, Dr Eng. Prof., "*Failure Analysis In Engineering Applications*", Shin-Ichi Nishida, Kyushu University, 1986.

Jess J. Comer, Ph.D, "*Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*", Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.

Tata Surdia, Prof. Ir. MS. Met. E., "*Pengetahuan Bahan Teknik*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.

[www.google.com](http://www.google.com)