

**STUDY KASUS PADA LOKOMOTIF UAP DENGAN  
PENGGANTI LOKOMOTIF SUSU DI PABRIK GULA  
PAGOTAN MADIUN**  
**PT PERKEBUNAN NUSANTARA XI**  
**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Mesin Program Strata (S-1) Fakultas Teknik Program  
Studi Teknik Mesin



**DISUSUN OLEH :**

**RAGIL FITRI NURCAHYO**  
**NIM : 13510833**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Ragil Fitri Nurcahyo  
NIM : 13510833  
Fakultas : Teknik  
Prodi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : **Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI**

**Isi dan format ini telah disetujui dan disahkan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.**

Ponorogo, .....

### Dosen Pembimbing

#### Pembimbing 1



Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.  
NIK : 1980022020130913

#### Pembimbing 2



Ir. Muh Malyadi, MM  
NIK : 1960111719900912

### Mengetahui

#### Dekan



Ir. Alivadi, MM, M.Kom  
NIK : 1964010319901912

#### Kaprodi



Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.  
NIK : 1980022020130913

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

Nama : Ragil Fitri Nurcahyo  
NIM : 13510833  
Prodi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Skripsi : **Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI**

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

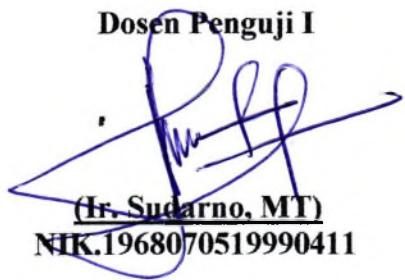
Hari : Kamis

Tanggal : 9 Maret 2017

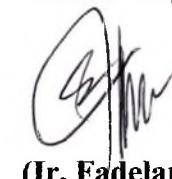
Nilai : 88/A

**Dosen Penguji**

**Dosen Penguji I**

  
(Ir. Sudarno, MT)  
NIK.1968070519990411

**Dosen Penguji II**

  
(Ir. Fadelan, MT)  
NIK.1961050919900912

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**

  
Ir. Aliyadi. MM, M. Kom  
NIK.1964010319900912

**Kaprodi**

  
Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.  
NIK.1980022020130913



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**Jl. Budi Utomo No. 10 Ponorogo Telp. 0352 481124, 487662**

**BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI**

1. Nama : Ragil Fitri Nurcahyo
2. NIM : 13510833
3. Prodi : Teknik Mesin
4. Fakultas : Teknik
5. Judul Skripsi : Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI
5. Batas Bimbingan Skripsi :
7. Dosen Pembimbing I : **Wawan Trisnadi Putra, S.T. ,M.T.**

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing

Ponorogo, 9 Maret 2017

Dosen Pembimbing 1

**Wawan Trisnadi Putra, S.T. ,M.T.**  
**NIK. 1980022020130913**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**Jl. Budi Utomo No. 10 Ponorogo Telp. 0352 481124, 487662**

**BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI**

1. Nama : Ragil Fitri Nurcahyo
2. NIM : 13510833
3. Prodi : Teknik Mesin
4. Fakultas : Teknik
5. Judul Skripsi : Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI
5. Batas Bimbingan Skripsi :
7. Dosen Pembimbing II : Ir. Muh Malyadi, MM

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing

Ponorogo, 9 Maret 2017

Dosen Pembimbing II

**Ir. Muh Malyadi, MM**  
**NIK. 1960111719900912**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

NAMA LENGKAP : RAGIL FITRI NUR CAHYO  
TEMPAT, TANGGAL LAHIR : Madiun, 21 April 1995  
NIK : 351907210495001  
JENIS KELAMIN : LAKI-LAKI  
NIM : 13510833  
FAKULTAS : TEKNIK  
PRODI : TEKNIK MESIN  
ANGKATAN : 2013/2014  
ALAMAT : Ds. Sidorejo Rt.20 Rw.03 Kec. Wungu  
Kab. Madiun  
TELP : 082335394388  
EMAIL : ragilnurcahyo2057@gmail.com

## **MOTTO**

*Ingatlah hanya mengingat Allah hati akan menjadi tenteram*

*(QS. Ar Ra'd : 28)*

*Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sesuai dengan kesanggupannya*

*(QS. Al Baqoroh : 286)*

*Karena itu jangan merasa lemah dan jangan pula bersedih hati, engkaulah yang menang dan lebih unggul, kalau sekiranya kamu beriman*

*(QS. Ali Imran : 139)*

**MENGUKIR KENANGAN**

**MENGGAPAI HARAPAN**

*Hanya penderitaan hidup yang mengajarkan manusia untuk menghargai kebahagiaan dan kebaikan hidup*

*(Hadist)*

## **PERSEMBAHAN**

### **SKRIPSI INI DI PERSEMBAHKAN KEPADA :**

Allah SWT, Rasulullah SAW beserta para sahabat dan

*keluargaNya*

Orang tuaku untuk kasih sayang yang mengalir tiada henti

Teman dan sahabat untuk saran dan nasehatnya

Semua dosen yang pernah mengajar dan memberikan ilmu.

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengertahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. “Dan apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku”

Ponorogo, 9 Maret 2017

Penyusun

**(Ragil Fitri Nur Cahyo)**

**ABSTRAK**  
**STUDY KASUS PADA LOKOMOTIF UAP**  
**DENGAN PENGGANTI LOKOMOTIF SUSU**  
**DI PABRIK GULA PAGOTAN MADIUN**  
**PT PERKEBUNAN NUSANTARA XI**

**Penyusun** : Ragil Fitri Nur Cahyo  
**Pembimbing I** : Wawan Trisnadi Putra, S.T. , M.T.  
**Pembimbing II** : Ir. Muh Malyadi, MM

Penemuan energi alternatif seperti efisiensi energi penggunaan uap produksi boiler terhadap bahan bakar penggerak lokomotif. Salah satu implementasinya adalah inovasi terhadap upaya peningkatan efisiensi perbandingan pada lokomotif berbahan bakar kayu dan ampas tebu dengan lokomotif susu bertenaga uap boiler lebih efisien dan ramah terhadap lingkungan. Upaya ini dilakukan mengingat dengan adanya upaya pemanfaatan energi dan efisiensi biaya produksi maka Pabrik Gula Pagotan memodifikasi loko tradisional yang dulu berbahan bakar kayu atau ampas tebu sampai dengan tahun 2010. Sekarang dimodifikasi dengan menggunakan uap hasil produksi Boiler Osro dengan tekanan 12 Kpa, loko digerakkan dengan bertenaga uap memiliki kelebihan, Perawatan loko susu lebih efisien karena tidak memakai pipa, sedangkan lokomotif uap memakai pipa boiler dan mudah keropos.

Pengaruh positif lokomotif susu berupa peningkatan efisiensi terjadi dengan minimnya penggunaan bahan bakar, murahnya perawatan, tidak banyak mencemari lingkungan karena tidak keluar percikan atau bunga api di banding lokomotif sebelumnya ( Lokomotif Uap ) dengan bahan bakar ampas tebu.

Selisih konsumsi bahan bakar loko uap dan loko susu. Penggunaan bahan bakar loko uap selama operasional 4 jam kerja = 270 Kg – 15 Kg = 255 Kg. Jadi menggunakan lokomotif susu lebih menghemat bahan bakar sebesar 255 Kg ampas atau menggunakan loko susu lebih menghemat bahan bakar ampas tebu sebesar 94%.

Selisih konsumsi bahan bakar loko uap dan lokomotif susu. Penggunaan bahan bakar lokomotif uap selama operasional 8 jam kerja 540 Kg – 30 Kg = 510 Kg. Jadi menggunakan lokomotif susu lebih menghemat bahan bakar sebesar 510 Kg ampas.perawatan yang cukup mudah, lebih ramah lingkungan, lebih hemat dan efisien.

**Kata kunci :** Krisis energi, pabrik gula (PG), ampas tebu, pembangkitan uap, pemakaian uap, efisiensi energi.

## **Kata Pengantar**

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah... puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT atas segala curahan petunjuk, rahmat, karunia dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan **judul “ Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI ”** mudah-mudahan bertambah pula nikmat itu karena kita telah mensyukurnya.

Skripsi ini disusun untuk diajukan sebagai syarat guna memperoleh gelar sarjana pada Universitas Muhammadiyah Ponorogo Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin.

Dalam hal ini penulis sangat menyadari atas keterbatasan kemampuan yang dimiliki, sehingga penulis juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran guna mengoreksi dan memperbaiki atas kekurangan yang ada sehingga mencapai hasil yang lebih baik. Dengan berbagai keterbatasan itulah, maka penulis menyadari bahwa skripsi ini bukan semata-mata disusun berdasarkan kemampuan penulis sendiri, melainkan karena mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga penyusunan ini bisa terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan kali ini segala ketulusan hati dan kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Ir.Aliyadi, MM, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Wawan Trisnadi Putra S.T, M.T dan Ir. Muh Malyadi MM selaku Dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan arahan dengan sabar dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Sudarno, MT dan Ir. Fadelan, MT selaku Dosen penguji skripsi.
4. Wawan Trisnadi Putra S.T, M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Mesin.
6. Abdul Kifli, S.T, selaku Manager Teknik PG Pagotan Madiun.
7. Ariyo Anindito, S.T, Kasi Teknik PG Pagotan Madiun yang memberikan dorongan dan juga masukkan kepada penulis.
8. Ikhsan anwari, S.T, Kasi Sipil PG Pagotan Madiun yang memberikan dorongan dan saran kepada penulis.
9. Hariyanto selaku supervisor bengkel lokomotif PG Pagotan Madiun yang memberikan motivasi kepada penulis.
10. Sahabat-sahabatku (Okky,Triono,Ginanjar,Anas)
11. Terimakasih atas segala support dan bantuan kalian.
12. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2013.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu sehingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Kiranya atas sumbangsih pikiran baik dari dosen pembimbing, maupun rekan-rekan seprofesi diucapkan terimakasih.

Akhir kata semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr,Wb

Ponorogo, 9 Maret 2017

### **Penulis**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
MOTTO.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ix
ABSTRAK .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Sejarah Kereta Api Uap Di Indonesia .....	4
a.	Kereta Api Pada Rel Bergigi .....	6
b.	Bengkel Lokomotif Uap.....	6
c.	Lokomotif Uap terakhir di Indonesia.....	6
d.	Museum Kereta Api.....	7
2.2	Bagian dari Lokomotif Uap.....	7
2.3	Sejarah Lokomotif Susu .....	11
2.4	Bagian dari Lokomotif Uap maupun Lokomotif Susu .....	12
2.5	Bagian-bagian yang terdapat didalam Lokomotif Susu .....	13
2.6	Perhitungan yang digunakan.....	18
2.7	Perhitungan Volume Tangki Loko Susu.....	20
2.8	Perhitungan Berat Uap didalam Tangki Loko Susu.....	20

## BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Planning Penelitian.....	21
a.	Studi Pustaka .....	21
b.	Metode Perancangan .....	21
c.	Komunikasi .....	21
3.2	Cara Kerja Loko Uap.....	23
3.3	Cara Kerja Loko Susu.....	24
3.4	Model Penelitian.....	24
3.5	Bahan dan Alat Uji.....	25
3.6	Prosedur Pengujian.....	25
3.7	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	26

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Bahan Bakar dan Perawatan .....	28
4.2	Perhitungan Volume Tanki Loko Susu .....	35
4.3	Sistem Interpolasi.....	38
4.4	Perhitungan Berat Uap Didalam Tangki.....	39

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran .....	40

**DAFTAR PUSTAKA .....** 41**LAMPIRAN**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Efisiensi Boiler.....	19
Tabel 3.1 Planning Penelitian .....	22
Tabel 4.1 Konsumsi Bahan Bakar.....	28
Tabel 4.2 Perawatan Loko Uap.....	30
Tabel 4.3 Perawatan Loko Susu .....	31
Tabel 4.4 Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar .....	32
Tabel 4.5 Perbandingan Loko Uap dan Loko Susu.....	34
Tabel 4.6 Karakter Uap.....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tungku Tempat Pembakaran Batu Bara atau Kayu .....	8
Gambar 2.2 Ketel Uap Air .....	8
Gambar 2.3 Roda Penggerak Loko .....	9
Gambar 2.4 Piston Penggerak Roda.....	9
Gambar 2.5 Ruang Masinis Lokomotif Uap .....	10
Gambar 2.6 Cerobong Asap Loko Uap.....	10
Gambar 2.7 Manometer.....	11
Gambar 2.8 Bagian dari Lokomotif Uap maupun Lokomotif Susu.....	12
Gambar 2.9 Silinder Mesin Lokomotif Susu.....	13
Gambar 2.10 Tangki Penampung Uap.....	14
Gambar 2.11 <i>Sistem Charging</i> .....	14
Gambar 2.12 Roda Penggerak Loko susu.....	15
Gambar 2.13 Ruang Masinis Lokomotif Susu.....	15
Gambar 2.14 Cerobong Asap Lokomotif Susu.....	16
Gambar 2.15 Gelas Ukur Lokomotif Susu.....	16
Gambar 2.16 Termometer Loko Susu.....	17
Gambar 2.17 Krancis Loko Susu.....	17
Gambar 3.1 <i>Flow chart</i> Urutan Penelitian.....	24
Gambar 3.2 <i>Flow chart</i> Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Loko Uap.....	26
Gambar 3.3 <i>Flow chart</i> Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Loko Susu.....	27
Gambar 4.1 Ampas Tebu Dalam 1 Bal.....	28
Gambar 4.2 Loko Uap Tahun 1925.....	30
Gambar 4.3 Loko Susu Nomor 8 Tahun 2010.....	31

Gambar 4.4 Lori Kosongan.....	33
Gambar 4.5 Lori Muatan Tebu.....	33
Gambar 4.6 General Arrangement Lokomotif.....	35
Gambar 4.7 Tanki Silinder Elipsoidal Heads.....	35

**STUDY KASUS PADA LOKOMOTIF UAP DENGAN  
PENGGANTI LOKOMOTIF SUSU DI PABRIK GULA  
PAGOTAN MADIUN**  
**PT PERKEBUNAN NUSANTARA XI**  
**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Mesin Program Strata (S-1) Fakultas Teknik Program  
Studi Teknik Mesin



**DISUSUN OLEH :**

**RAGIL FITRI NURCAHYO**  
**NIM : 13510833**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Ragil Fitri Nurcahyo  
NIM : 13510833  
Fakultas : Teknik  
Prodi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : **Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI**

**Isi dan format ini telah disetujui dan disahkan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Strata Satu (S-1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.**

Ponorogo, .....

### Dosen Pembimbing

#### Pembimbing 1



**Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.**  
NIK : 1980022020130913

#### Pembimbing 2



**Ir. Muh Malyadi, MM**  
NIK : 1960111719900912

### Mengetahui

#### Dekan



**Ir. Aliyadi, MM. M.Kom**  
NIK : 1964010319901912

#### Kaprodi



**Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.**  
NIK : 1980022020130913

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

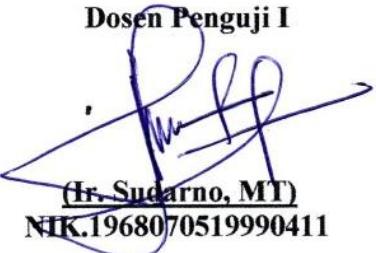
Nama	:	Ragil Fitri Nurcahyo
NIM	:	13510833
Prodi	:	Teknik Mesin
Fakultas	:	Teknik
Judul Skripsi	:	<b>Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI</b>

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 9 Maret 2017  
Nilai : 88/A

**Dosen Penguji**

**Dosen Penguji I**

  
(Ir. Sudarno, MT)  
NIK.1968070519990411

**Dosen Penguji II**

  
(Ir. Fadelan, MT)  
NIK.1961050919900912

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Teknik**

  
Ir. Aliyadi, MM, M. Kom  
NIK.1964010319900912

**Kaprodi**

  
Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.  
NIK.1980022020130913



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**Jl. Budi Utomo No. 10 Ponorogo Telp. 0352 481124, 487662**

**BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI**

1. Nama : Ragil Fitri Nurcahyo  
2. NIM : 13510833  
3. Prodi : Teknik Mesin  
4. Fakultas : Teknik  
5. Judul Skripsi : Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI  
5. Batas Bimbingan Skripsi :  
7. Dosen Pembimbing I : Wawan Trisnadi Putra, S.T. ,M.T.

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	7/11/2016	konsultasi judul	
2	19/11/2016	konsultasi bab I dan Acc judul	
3	1/12/2016	konsultasi Bab 2 dan 3 Acc Sempurna	
4	16/01/2017	konsultasi Bab 4	
5	07/02/2017	konsultasi Bab 5	
6	08/02/2017	konsul Daftar tabel dan Daftar isi	
7	22/02/2017	konsul Revisi: prosedur pengujian	
8	25/02/2017	Acc Ujian Sidang Akhir	

Ponorogo, Maret 2017

Dosen Pembimbing 1

**Wawan Trisnadi Putra, S.T. ,M.T.**  
**NIK. 1980022020130913**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**Jl. Budi Utomo No. 10 Ponorogo Telp. 0352 481124, 487662**

**BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI**

1. Nama : Ragil Fitri Nurcahyo
2. NIM : 13510833
3. Prodi : Teknik Mesin
4. Fakultas : Teknik
5. Judul Skripsi : Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI
6. Batas Bimbingan Skripsi :
7. Dosen Pembimbing II : Ir. Muh Malyadi, MM

No.	Tanggal	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	22/10/2016	konsultasi judul Acc	f
2	19/11/2016	konsul Tinjauan pustaka , metode penelitian	f
3	27/11/2016	konsul Bab 3 , Acc Ujian proposisi	f
4	01/12/2016	konsul Bab 4 , Analisa Data	f
5	15/12/2016	pengolahan data dilengkapi	f
6	25/12/2016	hasil pengolahan data kesimpulan	f
7	12/01/2017	konsul Revisi pro sedur pengujian	f
8	25/01/2017	Acc Ujian Sidang akhir	f

Ponorogo, Maret 2017

Dosen Pembimbing II

**Ir. Muh Malyadi, MM**  
**NIK. 1960111719900912**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

NAMA LENGKAP : RAGIL FITRI NUR CAHYO  
TEMPAT, TANGGAL LAHIR : Madiun, 21 April 1995  
NIK : 351907210495001  
JENIS KELAMIN : LAKI-LAKI  
NIM : 13510833  
FAKULTAS : TEKNIK  
PRODI : TEKNIK MESIN  
ANGKATAN : 2013/2014  
ALAMAT : Ds. Sidorejo Rt.20 Rw.03 Kec. Wungu  
Kab. Madiun  
TELP : 082335394388  
EMAIL : ragilnurcahyo2057@gmail.com

## MOTTO

Ingatlah hanya mengingat Allah hati akan menjadi tenteram

(QS. Ar Ra'd : 28)

Allah tidak akan membebani seseorang kecuali sesuai dengan kesanggupannya

(QS. Al Baqoroh : 286)

Karena itu jangan merasa lemah dan jangan pula bersedih hati, engkaulah yang menang dan lebih unggul, kalau sekiranya kamu beriman

(QS. Ali Imran : 139)

Mengukir Kenangan

Menggapai harapan

Hanya penderitaan hidup yang mengajarkan manusia untuk menghargai kebahagiaan dan kebaikan hidup

(Hadist)

## PERSEMBAHAN

*Skripsi ini di persembahkan kepada :*

*Allah SWT, Rasulullah SAW beserta para sahabat dan*

*keluarganya*

*Orang tuaku untuk kasih sayang yang mengalir tiada henti*

*Teman dan sahabat untuk saran dan nasehatnya*

*Semua dosen yang pernah mengajar dan memberikan ilmu.*

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengertahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. “Dan apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku”

Ponorogo, 9 Maret 2017

Penyusun

**(Ragil Fitri Nur Cahyo)**

**ABSTRAK**  
**STUDY KASUS PADA LOKOMOTIF UAP**  
**DENGAN PENGGANTI LOKOMOTIF SUSU**  
**DI PABRIK GULA PAGOTAN MADIUN**  
**PT PERKEBUNAN NUSANTARA XI**

**Penyusun**

: Ragil Fitri Nur Cahyo

**Pembimbing I**

: Wawan Trisnadi Putra, S.T. , M.T.

**Pembimbing II**

: Ir. Muh Malyadi, MM

Penemuan energi alternatif seperti efisiensi energi penggunaan uap produksi boiler terhadap bahan bakar penggerak lokomotif. Salah satu implementasinya adalah inovasi terhadap upaya peningkatan efisiensi perbandingan pada lokomotif berbahan bakar kayu dan ampas tebu dengan lokomotif susu bertenaga uap boiler lebih efisien dan ramah terhadap lingkungan. Upaya ini dilakukan mengingat dengan adanya upaya pemanfaatan energi dan efisiensi biaya produksi maka Pabrik Gula Pagotan memodifikasi loko tradisional yang dulu berbahan bakar kayu atau ampas tebu sampai dengan tahun 2010. Sekarang dimodifikasi dengan menggunakan uap hasil produksi Boiler Osro dengan tekanan 12 Kpa, loko digerakkan dengan bertenaga uap memiliki kelebihan, Perawatan loko susu lebih efisien karena tidak memakai pipa, sedangkan lokomotif uap memakai pipa boiler dan mudah keropos.

Pengaruh positif lokomotif susu berupa peningkatan efisiensi terjadi dengan minimnya penggunaan bahan bakar, murahnya perawatan, tidak banyak mencemari lingkungan karena tidak keluar percikan atau bunga api di banding lokomotif sebelumnya ( Lokomotif Uap ) dengan bahan bakar ampas tebu.

Selisih konsumsi bahan bakar loko uap dan loko susu. Penggunaan bahan bakar loko uap selama operasional 4 jam kerja = 270 Kg – 15 Kg = 255 Kg. Jadi menggunakan lokomotif susu lebih menghemat bahan bakar sebesar 255 Kg ampas atau menggunakan loko susu lebih menghemat bahan bakar ampas tebu sebesar 94%.

Selisih konsumsi bahan bakar loko uap dan lokomotif susu. Penggunaan bahan bakar lokomotif uap selama operasional 8 jam kerja 540 Kg – 30 Kg = 510 Kg. Jadi menggunakan lokomotif susu lebih menghemat bahan bakar sebesar 510 Kg ampas.perawatan yang cukup mudah, lebih ramah lingkungan, lebih hemat dan efisien.

**Kata kunci :** Krisis energi, pabrik gula (PG), ampas tebu, pembangkitan uap, pemakaian uap, efisiensi energi.

## **Kata Pengantar**

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah... puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT atas segala curahan petunjuk, rahmat, karunia dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan **judul “ Study Kasus Pada Lokomotif Uap Dengan Pengganti Lokomotif Susu Di Pabrik Gula Pagotan Madiun PT Perkebunan Nusantara XI ”** mudah-mudahan bertambah pula nikmat itu karena kita telah mensyukurnya.

Skripsi ini disusun untuk diajukan sebagai syarat guna memperoleh gelar sarjana pada Universitas Muhammadiyah Ponorogo Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin.

Dalam hal ini penulis sangat menyadari atas keterbatasan kemampuan yang dimiliki, sehingga penulis juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran guna mengoreksi dan memperbaiki atas kekurangan yang ada sehingga mencapai hasil yang lebih baik. Dengan berbagai keterbatasan itulah, maka penulis menyadari bahwa skripsi ini bukan semata-mata disusun berdasarkan kemampuan penulis sendiri, melainkan karena mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga penyusunan ini bisa terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan kali ini segala ketulusan hati dan kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Ir.Aliyadi, MM, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Wawan Trisnadi Putra S.T, M.T dan Ir. Muh Malyadi MM selaku Dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan arahan dengan sabar dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Sudarno, MT dan Ir. Fadelan, MT selaku Dosen penguji skripsi.
4. Wawan Trisnadi Putra S.T, M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Mesin.
6. Abdul Kifli, S.T, selaku Manager Teknik PG Pagotan Madiun.
7. Ariyo Anindito, S.T, Kasi Teknik PG Pagotan Madiun yang memberikan dorongan dan juga masukkan kepada penulis.
8. Ikhsan anwari, S.T, Kasi Sipil PG Pagotan Madiun yang memberikan dorongan dan saran kepada penulis.
9. Hariyanto selaku supervisor bengkel lokomotif PG Pagotan Madiun yang memberikan motivasi kepada penulis.
10. Sahabat-sahabatku (Okky,Triono,Ginanjar,Anas)
11. Terimakasih atas segala support dan bantuan kalian.
12. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2013.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu sehingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Kiranya atas sumbangsih pikiran baik dari dosen pembimbing, maupun rekan-rekan seprofesi diucapkan terimakasih.

Akhir kata semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr,Wb

Ponorogo, 9 Maret 2017

**Penulis**

## **DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI .....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
MOTTO.....	vii
PERSEMBAHAN .....	viii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....	ix
ABSTRAK .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan.....	3
1.5    Manfaat.....	3

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Sejarah Kereta Api Uap Di Indonesia .....	4
a.	Kereta Api Pada Rel Bergigi .....	6
b.	Bengkel Lokomotif Uap.....	6
c.	Lokomotif Uap terakhir di Indonesia.....	6
d.	Museum Kereta Api.....	7
2.2	Bagian dari Lokomotif Uap.....	7
2.3	Sejarah Lokomotif Susu .....	11
2.4	Bagian dari Lokomotif Uap maupun Lokomotif Susu .....	12
2.5	Bagian-bagian yang terdapat didalam Lokomotif Susu .....	13
2.6	Perhitungan yang digunakan.....	18
2.7	Perhitungan Volume Tangki Loko Susu.....	20
2.8	Perhitungan Berat Uap didalam Tangki Loko Susu.....	20

## BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Planning Penelitian.....	21
a.	Studi Pustaka .....	21
b.	Metode Perancangan .....	21
c.	Komunikasi .....	21
3.2	Cara Kerja Loko Uap.....	23
3.3	Cara Kerja Loko Susu.....	24
3.4	Model Penelitian.....	24
3.5	Bahan dan Alat Uji.....	25
3.6	Prosedur Pengujian.....	25
3.7	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	26

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Bahan Bakar dan Perawatan .....	28
4.2	Perhitungan Volume Tanki Loko Susu .....	35
4.3	Sistem Interpolasi.....	38
4.4	Perhitungan Berat Uap Didalam Tangki.....	39

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran .....	40

DAFTAR PUSTAKA .....	41
----------------------	----

**LAMPIRAN**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Efisiensi Boiler.....	19
Tabel 3.1 Planning Penelitian .....	22
Tabel 4.1 Konsumsi Bahan Bakar.....	28
Tabel 4.2 Perawatan Loko Uap.....	30
Tabel 4.3 Perawatan Loko Susu .....	31
Tabel 4.4 Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar .....	32
Tabel 4.5 Perbandingan Loko Uap dan Loko Susu.....	34
Tabel 4.6 Karakter Uap.....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tungku Tempat Pembakaran Batu Bara atau Kayu .....	8
Gambar 2.2 Ketel Uap Air .....	8
Gambar 2.3 Roda Penggerak Loko .....	9
Gambar 2.4 Piston Penggerak Roda.....	9
Gambar 2.5 Ruang Masinis Lokomotif Uap .....	10
Gambar 2.6 Cerobong Asap Loko Uap.....	10
Gambar 2.7 Manometer.....	11
Gambar 2.8 Bagian dari Lokomotif Uap maupun Lokomotif Susu.....	12
Gambar 2.9 Silinder Mesin Lokomotif Susu.....	13
Gambar 2.10 Tangki Penampung Uap.....	14
Gambar 2.11 <i>Sistem Charging</i> .....	14
Gambar 2.12 Roda Penggerak Loko susu.....	15
Gambar 2.13 Ruang Masinis Lokomotif Susu.....	15
Gambar 2.14 Cerobong Asap Lokomotif Susu.....	16
Gambar 2.15 Gelas Ukur Lokomotif Susu.....	16
Gambar 2.16 Termometer Loko Susu.....	17
Gambar 2.17 Krancis Loko Susu.....	17
Gambar 3.1 <i>Flow chart</i> Urutan Penelitian.....	24
Gambar 3.2 <i>Flow chart</i> Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Loko Uap.....	26
Gambar 3.3 <i>Flow chart</i> Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Loko Susu.....	27
Gambar 4.1 Ampas Tebu Dalam 1 Bal.....	28
Gambar 4.2 Loko Uap Tahun 1925.....	30
Gambar 4.3 Loko Susu Nomor 8 Tahun 2010.....	31

Gambar 4.4 Lori Kosongan.....	33
Gambar 4.5 Lori Muatan Tebu.....	33
Gambar 4.6 General Arrangement Lokomotif.....	35
Gambar 4.7 Tanki Silinder Elipsoidal Heads.....	35