

**MODIFIKASI GENERATOR INDUSTRIAL/ LAND USE
MENJADI GENERATOR MARINE USE SEBAGAI
SUMBER TENAGA LISTRIK KAPAL**

Skripsi Sarjana ini Diajukan sebagai salah satu
Persyaratan mencapai gelar Sarjana
Teknik Sistem Perkapalan

Oleh :

NAMA : Erie D Hartanto
N.I.M : 95320003
N.I.R.M : 953123743250003



**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA**

2002



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa Jakarta Timur, 13450

Telp. 8649051-57 Pes.2029

**SURAT KETERANGAN
PERMOHONAN UJIAN SIDANG
TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Erie Dwi Hartanto

NIM : 95320003

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Judul Tugas Akhir:

**"MODIFIKASI GENERATOR INDUSTRIAL/LAND USE MENJADI
GENERATOR MARINE USE SEBAGAI SUMBER TENAGA LISTRIK
DIKAPAL"**

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir/Skripsi.

No	Dosen Pembimbing	Disetujui	Paraf
1.	Ir. Suwardi Masrun, M.Sc.	8/08/2002	

Mengetahui

Dekan

(Ir. Marthin J. Tamaela)

Jakarta, 8/08/2002

Ketua Jurusan
Teknik Sistem Perkapalan

(Ir. Suwardi Masrun, M.Sc.)



(Formulir Perbaikan)

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Memperhatikan ketentuan sidang Tugas Akhir/Skripsi tanggal, 8 Agustus 2002 untuk mengadakan perbaikan sesuai daftar data perbaikan terlampir:

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Erie D. Hartanto
NIM : 95320003
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Judul Tugas Akhir/Skripsi:

Modifikasi Generator Industrial/Land-Use Menjadi Generator Marine-Use Sebagai Sumber Tenaga Listrik di Kapal

Telah memperbaiki koreksi - koreksi yang disarankan Dosen Penguji pada waktu ujian Tugas Akhir/Skripsi.

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	Ir. Suwardi Masruji, M.Sc.	22/08/2002	
2.	Ir. Jacob Asthenu, M.sc.	23/08/2002	
3.	Ir. Endro Prabowo, M.Sc.	27/08/2002	
4.	Ir. Darlis Tenek, M.Sc.	23/08/2002	

Jakarta, 28 Agustus 2002

Menggetahui,
Dekan

(Ir. Marthin J. Tamaela)

Ketua Jurusan,
Teknik Sistem Perkapalan

(Ir. Suwardi Masruji, M.Sc.)

ABSTRAKSI

Kebutuhan akan sumber daya listrik di atas kapal merupakan suatu hal yang sangat penting. Generator merupakan sumber daya listrik yang banyak digunakan dan dibutuhkan di kapal. Oleh karena itu, generator selain banyak dipakai di atas kapal banyak juga digunakan di kalangan industri maupun pabrik-pabrik atau digunakan di darat (Industrial Use).

Sehingga penulis mencoba apakah generator yang dipakai di kalangan industri maupun pabrik (Industrial Use / Land Use) dapat diterapkan atau disesuaikan di lingkungan perairan, dalam hal ini digunakan di atas kapal (Marine Use).

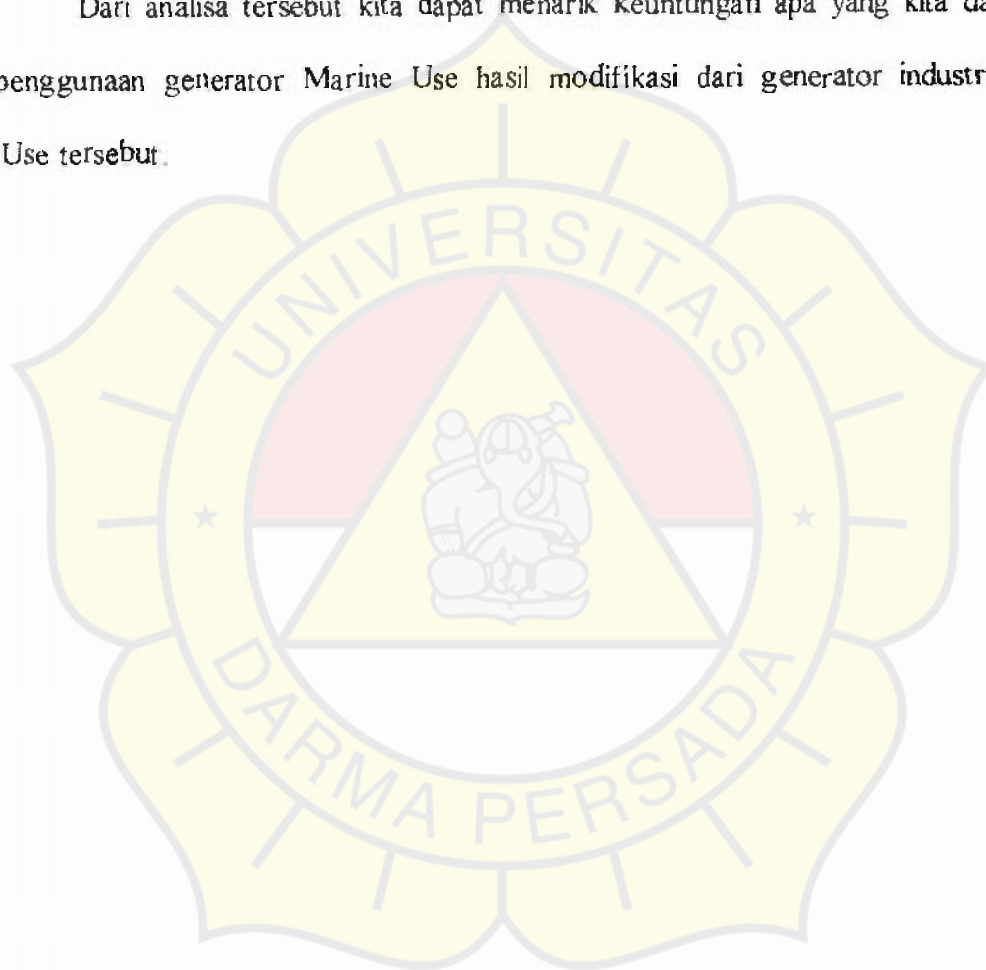
Secara langsung ataupun tidak langsung akan terjadi penyesuaian di beberapa bagian dari komponen generator tersebut (modification) yang sesuai dengan kriteria generator Marine Use oleh Biro Kalsifikasi Indonesia.

Persoalan baru yang timbul dengan adanya generator Marine Use antara lain harus adanya penyesuaian (modification) terhadap generator ini, untuk tipe generator yang sama kapasitas daya (KW) yang diberikan oleh generator Marine Use lebih kecil dari daya generator Industrial Use.

Atas dasar persoalan tersebut, maka penulis berani membuat karya tulis dengan judul: "Modifikasi Generator Industrial / Land Use Menjadi Generator Marine Use Sebagai Sumber Tenaga Listrik Kapal".

Dengan adanya judul makalah ini dapat ditelusuri lebih jauh kinerja dari generator AC / alternator kerja paralel dalam membagi (Load Sharing) yang terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik dari generator AC (alternator) tersebut, sehingga kita dapat menganalisa lebih jauh mengenai modifikasi generator industrial / Land Use menjadi generator Marine Use.

Dari analisa tersebut kita dapat menarik keuntungan apa yang kita dapati atas penggunaan generator Marine Use hasil modifikasi dari generator industrial / Land Use tersebut.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan (S 1) di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistem Permesinan Kapal Universitas Darma Persada.

Dengan selesainya tugas akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

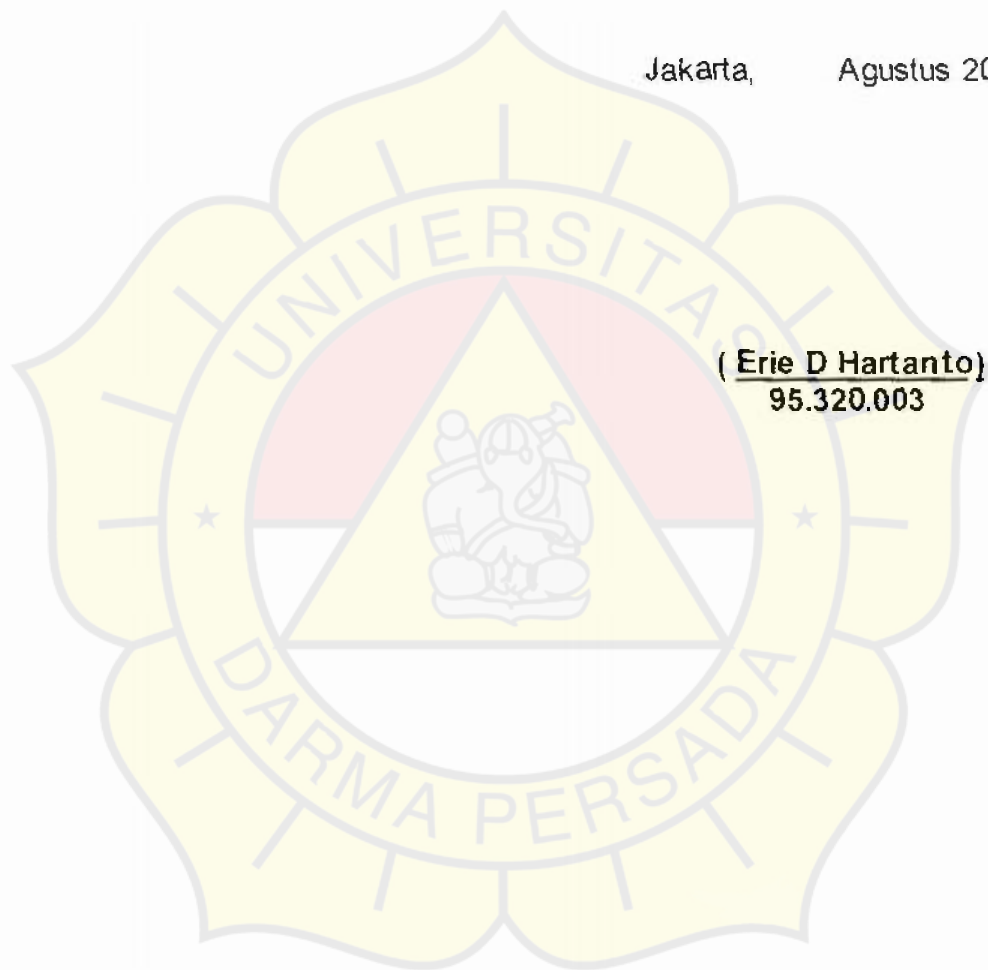
1. Bapak Ir. Marthin J Tamaela, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan.
2. Bapak Ir. Danny Faturrahman MM, selaku PUDEK I.
3. Ibu Ir. Fanny Octaviany, selaku PUDEK II
4. Bapak Ir. Arya Dewanto, selaku PUDEK III
5. Bapak Ir. Suwardi Masrun Msc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Permesinan Kapal dan dosen pembimbing.
6. Bapak Ir. Endro Prabowo Msc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sistem Permesinan Kapal.
7. Bapak Ir. Toto Sugiarto, yang telah banyak memberikan pengarahan dalam Tugas Akhir.

8. Seluruh Dosen Fakultas Teknologi Kelautan dan staff tata usaha : Mba Lie, Mas Hartono, Hendri, Kasimin dan Parno.
9. Papa dan Mama dirumah serta Ir. Eko B Santoso dan Indra T Novrianto SE yang telah banyak memberikan dorongan dan perhatian yang begitu besar kepada penulis
10. Rekan – rekan mahasiswa dan rekan senior, khususnya rekan Angkatan 95, Ir. J Roy Pattiapon, Ir. IB Lukintho, Ir. Farid A, Ir.Aprianto, Ir. M Isal, Ir. Romi H, Ir.Hendri D, Ir. Herry P, Ir. R Handiananto, Ir. Rudi HD, Ir. Tere DN, Ir. Dian N K, Achiruddin, David A, Yopie M, Pungki B, M Firdaus, Tasyudi, Ronni E, Haduji dan Armen (Thank's atas waktunya untuk cari data), JJ, izoel, Edwin R serta temen temen seperjuangan yang sedang mengerjakan TA dan Merancang.
11. Mahadewiku Mully F Riani yang telah sabar memberikan semangat, dorongan dan perhatian kepada penulis dan Mena, Windi, Ando serta Dina (Walau untuk saat ini absen tiap malam minggu).
12. Kijang Capsule dan Grand Civic 88 yang telah setia mengantarku pergi mencari data tugas akhir ini hingga selesai.
13. Serta seluruh pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini, karena itu penulis mengharapkan saran dan

kritik yang membangun untuk dapat memperbaiki dan melengkapi tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya untuk rekan-rekan yang berada dalam jurusan Teknik Sistem Permesinan Kapal dan Teknik Perkapalan.

Jakarta, Agustus 2002



(Erie D Hartanto)
95.320.003

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 rumusan masalah.....	4
1.3 Batasan masalah.....	5
1.4 Tujuan penulisan.....	5
1.5 Metode penulisan.....	6
BAB II DASAR TEORI	8
11.1 Konversi energi elektromekanis.....	8
11.2 Kontruksi generator.....	12
11.3 Pengaturan tegangan.....	15
11.4 Sistem excitasi.....	21
11.5 Karakteristik generator AC (Alternator).....	25
11.6 Kebutuhan tenaga listrik dikapal.....	27
11.7 Kondisi lingkungan kerja dikapal.....	30

II.8	Kondisi operasional dikapal.....	34
II.9	Rating dan kontrol pada generator AC (Alternator).	39
BAB III	PENYAJIAN DATA.....	42
III.1	Metode pengumpulan data.....	42
III.2	Penyajian data.....	43
BAB IV	ANALISA MODIFIKASI GENERATOR INDUSTRIAL MENJADI GENERATOR MARINE USE.....	46
IV.1	Tinjauan umum modifikasi.....	46
IV.2	Permanent Magnet Generator.....	47
IV.3	Automatic Voltage Generator.....	50
IV.3.1	Tinjauan Komponen Circult AVR.....	51
IV.3.2	AVR Self – Excitation.....	55
IV.4	Analisa Perhitungan Pengaturan Tegangan.....	58
IV.5	Poros Generator.....	66
IV.6	Prakiraan Ekonomis Pengoperasian Generator Hasil Modifikasi Sebagai Sumber Tenaga Listrik Kapal.....	69

BAB V	PENUTUP.....	72
V.1	Kesimpulan.....	72
V.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....		75



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meskipun teknologi pembangunan kapal modern sudah dimiliki beberapa galangan besar, namun bukan berarti bahwa pelaksanaan pembuatan kapal-kapal baru dapat berlangsung lancar. Banyak masalah yang timbul yang akhirnya dapat menyebabkan lambannya proses pembuatan kapal tersebut.

Setiap kali kapal akan dibangun, setiap kali pula timbul masalah penyediaan dan pengadaan komponen-komponen pendukung yang akan dipakai dikapal. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan agar kapal yang dibangun didalam negeri semaksimal mungkin menggunakan komponen produksi dalam negeri.

Dalam hubungannya dengan operasional di kapal, banyak sistem yang bekerja secara elektrik sehingga sumber daya listrik merupakan kebutuhan utama. Seperti halnya sistem yang ada diatas kapal, sebagian besar kebutuhan komponen listrik masih mengandalkan industri negara maju. Ini juga berhubungan dengan kondisi kerja di kapal yang menuntut komponen listrik untuk kapal harus memenuhi persyaratan klasifikasi (dalam hal ini Biro Klasifikasi Indonesia), produsen komponen listrik dalam negeri umumnya mampu

memproduksi komponen listrik kapal. Tapi itupun masih terbatas komponen tertentu saja.

Pada dasarnya kebutuhan komponen listrik di kapal terbagi dalam dua kelompok, yaitu produk jadi dan produk rakitan. Kabel listrik, lampu penerangan, alat-alat pengaman (*CB relay*) dan navigasi termasuk komponen produk jadi. Sedangkan komponen produk rakitan bisa berupa generator/motor dan panel penghubung utama (*MSB*). Kebanyakan yang sudah bisa dibuat didalam negeri adalah produk rakitan, yang sering pula terbentur pada masalah penyediaan sub komponennya.

Usaha untuk memenuhi komponen listrik kapal produk dalam negeri masih dalam bentuk modifikasi. Sudah barang tentu modifikasi dilakukan dengan persetujuan dengan klasifikasi (Biro Klasifikasi Indonesia). Salah satu produk rakitan yang sudah mampu dimodifikasi untuk keperluan di kapal adalah generator.

Sesuai dengan kondisi kerja dan karakteristik untuk generator *Industrial/Land Use* dibandingkan dengan generator *Marine Use*, terdapat beberapa perbedaan yang sangat mendasar tergantung pada produsen generator tersebut dimana antara lain perubahan sistem excitasi dengan adanya penambahan/penggantian beberapa bagian mesin yang masih disangsikan kemampuannya. Sehingga keadaan inilah yang mendasari perlunya pembuktian secara teoritis tentang

kemampuan generator hasil modifikasi digunakan di atas kapal setelah mengalami beberapa penyesuaian – penyesuaian untuk fungsi kerja.

Dalam hal ini penulis mencoba mengetahui penampilan yang akan dicapai generator *Marine Use* hasil modifikasi dari generator *Industrial Use/Land Use*. Yang dimaksud dengan modifikasi dalam hal ini adalah adanya perubahan atau penambahan pada generator *Industrial Use/Land Use* sehingga hasil akhirnya sesuai dengan kriteria generator *Marine Use* yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi.

Tentu saja pembahasan diarahkan pada faktor-faktor yang terkait dengan pemilihan suatu peralatan dalam hal ini pemilihan generator di kapal, ditinjau dari beberapa aspek baik itu secara teknis dan non teknis sesuai dengan disiplin ilmu pada Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Dengan adanya kasus modifikasi generator tersebut sebagai tenaga listrik di kapal oleh sebagian produsen generator, maka penulis tertarik untuk mengangkatnya menjadi skripsi dalam bentuk :
“ MODIFIKASI GENERATOR INDUSTRIAL/LAND USE MENJADI GENERATOR MARINE USE SEBAGAI SUMBER TENAGA LISTRIK KAPAL”

1.2 Rumusan Masalah

- a. Untuk sekarang ini pemilik kapal mencoba alternatif baru dengan menggunakan generator *industrial/land use* sebagai sumber tenaga listrik di kapal. Tetapi penggunaan generator *industrial/land use* memerlukan beberapa penyesuaian sesuai dengan fungsi dan beban kerja serta sesuai dengan kriteria *marine use* yang disetujui oleh pihak klasifikasi (BKI), agar dapat memberikan unjuk kerja yang optimal sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan yang diinginkan.
- b. Yang mendasari modifikasi pada tipe generator *industrial/land use* menjadi generator *marine use* tersebut berkaitan dengan sistem excitasi yang dirancang lebih cocok untuk kondisi sistem kerja di kapal (*load sharing*).
- c. Pada dasarnya model dan variasi pada tipe produsen generator sama. Tiap model dirancang oleh pabrik untuk ditempatkan pada generator yang sesuai dengan kebutuhan dan lokasi pemakaian dalam hal ini generator *industrial/land use* dan generator *marine use*.
- d. Untuk tipe generator yang sama ternyata kapasitas daya (kW) yang diberikan oleh generator *marine use* lebih kecil dari pada daya generator *industrial use*. Karena di kapal harus mempunyai kerja

yang maksimal dengan kualitas yang lebih mahal (*isolasi*), demikian pula daya input dari *prime mover*nya.

1.3 Batasan Permasalahan

Dikarenakan luasnya cakupan masalah yang ikut mempengaruhi unjuk kerja generator serta terdapatnya berbagai macam merk generator yang digunakan maka penulisan ini dibatasi pada :

- Generator industrial/land use dan generator marine use yang dijadikan obyek penulisan adalah generator Newage International.
- Modifikasi yang diamati meliputi sistem pengaturan pengendalian tegangan output generator AC dimana sistem excitasi dengan adanya penambahan permanen magnet generator.
- Penggantian Automatic Voltage Regulator dan bahan poros.
- Tinjauan teknis terbatas yang berhubungan dengan ketentuan klasifikasi
- Masalah detail design, teknologi pemasangan tidak ditinjau serta melakukan pengetesan kesamaan phase setelah dimodifikasi

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir / Skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui seberapa jauh modifikasi akan mempengaruhi unjuk kerja generator AC/Alternator kerja paralel dalam membagi beban (*Load Sharing*).
- b. Mengetahui referensi peraturan BKI yang berkaitan dengan pemilihan generator sehubungan dengan kondisi kerja di kapal.
- c. Apakah generator hasil modifikasi sesuai atau tidak dengan peraturan BKI

1.5 Metode Penulisan

Untuk menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi ini ditempuh dengan pengumpulan masukan lewat data-data literature, jadi Tugas Akhir/Skripsi ini berupa study lapangan. Bertambah kelengkapan

Sistematika penulisan dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Bab I : Pendahuluan mencakup hal latar belakang penyusunan Tugas Akhir/Skripsi, tujuan penulisan, batasan masalah dan metode penulisan yang digunakan.
- Bab II : Dasar teori mencakup konversi energi elektromekanis, konstruksi generator, pengaturan tegangan, sistem excitasi dan karakteristik generator AC (*alternator*). Generator AC sebagai sumber tenaga listrik kapal mencakup kebutuhan tenaga listrik di kapal, kondisi lingkungan kerja di kapal,

kondisi operasional di kapal dan rating dan kontrol pada generator AC (*alternator*).

Bab III : Penyajian Data

Bab IV : Analisa modifikasi generator *Industrial/Land Use* menjadi generator *Marine Use* dalam hal ini mencakup tinjauan umum modifikasi, *Permanent Magnet Generator*, *Automatic Voltage Regulator*, Tinjauan komponen *circuit AVR* dan poros generator.

Bab V : Kesimpulan.

