



TUGAS AKHIR - MN 148402

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LISTRIK PLN
DAN GENERATOR DIESEL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK
PADA GALANGAN KAPAL BARU**

**Ibnu Rusdi Devagya
NRP 0411144000022**

**Dosen Pembimbing
Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - MN 148402

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LISTRIK PLN DAN
GENERATOR DIESEL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA
GALANGAN KAPAL BARU**

**Ibnu Rusdi Devagya
NRP 0411144000022**

**Dosen Pembimbing
Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



FINAL PROJECT - MN 148402

**TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF PLN
ELECTRICITY AND DIESEL GENERATORS AS SOURCES
OF ELECTRICAL ENERGY IN SHIPYARD**

**Ibnu Rusdi Devagya
NRP 0411144000022**

**Supervisor
Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LISTRIK PLN DAN GENERATOR DIESEL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA GALANGAN KAPAL BARU

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Produksi Dan Manajemen Perkapalan
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Ibnu Rusdi Devagya
NRP 0411144000022

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.
NIP 19750814200312201

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



I. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 1989031001

LEMBAR REVISI

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LISTRIK PLN DAN GENERATOR DIESEL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA GALANGAN KAPAL BARU

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 1 Juli 2019

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Ibnu Rusdi Devagya
NRP 0411144000022

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
2. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
3. Sufian Imam Wahidi, S.T.,M.Sc.
4. Totok Yulianto, S.T.,M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Sri Rejeki Wahyu P., S.T.,M.T.

The image shows three handwritten signatures in black ink, each placed on a set of horizontal dotted lines. The first signature is at the top, the second is in the middle, and the third is at the bottom. The signatures are stylized and difficult to read.

SURABAYA, 26 JULI 2019

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Dr.Ir. I Ketut Suastika selaku Dosen Wali atas bimbingan dan motivasi selama menjalani perkuliahan di departemen teknik perkapalan
3. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc yang telah memberikan bimbingan dan saran selama pengerjaan tugas akhir
4. Bapak Dr.Ir. Heri Supomo, M.Sc. yang telah memberikan bimbingan dan saran selama pengerjaan tugas akhir
5. Seluruh Dosen Industri Perkapalan, Bapak Mohammad Sholikhon Arif, S.T., M.T , Bapak Imam Baihaqi, S.T., M.T, dan Bapak Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.
6. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D selaku kepala departemen teknik perkapalan yang telah memberikan arahan selama ini
7. Bapak Totok Yulianto, S.T., M.T selaku ketua dosen penguji atas kritik dan saran untuk penyusunan Tugas Akhir ini
8. PT. Dok Perkapalan Surabaya yang telah memberikan waktunya untuk pencarian data total daya Galangan Kapal
9. PT. Perusahaan Gas Negara yang telah memberikan waktunya untuk pencarian data layout jalur distribusi pipa gas
10. Orang tua penulis Rusdi Efendi dan Maya Ariffiana dan adik penulis Dipty Maura Sabilla yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan ketika menempuh perkuliahan di departemen teknik perkapalan
11. Teman-Teman P54 DEADRIFE yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama menempuh perkuliahan di departemen teknik perkapalan
12. Kireina Cyana Siti Rohmah yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama menempuh perkuliahan di departemen teknik perkapalan

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN LISTRIK PLN DAN GENERATOR DIESEL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA GALANGAN KAPAL BARU

Nama Mahasiswa : Ibnu Rusdi Devagya
NRP : 0411144000022
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Galangan Kapal dalam melakukan aktivitas produksinya membutuhkan daya listrik untuk menyuplai alat-alat produksi yang digunakan selama aktivitas produksi berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi tentang penggunaan listrik PLN dan generator diesel sebagai sumber energi listrik pada Galangan Kapal baru, sehingga diharapkan peralihan suplai sumber listrik yang semula berumber dari PLN menjadi generator diesel mampu memberikan keuntungan untuk Galangan Kapal dari penghematan yang dilakukan. Pengukuran daya Galangan Kapal dimulai dari mengukur daya alat-alat yang ada di Galangan Kapal menggunakan *Clampmeter* dimana daya Galangan Kapal setelah dilakukan pengukuran sebesar 1656,28 kWh pada jam puncak dan total sebesar 6974,64 kWh selama satu hari. Generator yang dipilih harus mampu menyuplai daya Galangan Kapal terutama ketika di jam puncak produksi dan dipilih generator diesel solar dan gas yang ada di pasaran, pada penelitian ini dipilih generator diesel caterpillar 3516E yang mempunyai daya sebesar 2750 kW dan generator gas G3520H yang mempunyai daya sebesar 2469 kW, dimana harga dari masing-masing generator adalah sebesar Rp. 6.888.950.000 untuk generator diesel solar dan Rp. 14.030.267.500 untuk generator gas. Suplai bahan bakar untuk generator diesel solar sistem suplai bahan bakar melalui distribusi Pertamina sedangkan untuk generator gas menggunakan sistem distribusi gas melalui pipa PT.Perusahaan Gas Negara (Persero). Saat ini Galangan Kapal mengeluarkan biaya sebesar Rp. 7.212.985 per harinya. Dengan menggunakan suplai bahan bakar dari Pertamina generator diesel solar akan membutuhkan biaya variable cost sebesar Rp. 24.703.308 per harinya sedangkan generator gas membutuhkan biaya variable cost sebesar Rp. 6.155.980 per harinya dengan mengganti sumber listrik yang semula dari suplai PLN menjadi generator diesel solar maka Galangan Kapal akan mengalami kerugian sebesar Rp. 17.490.323 per harinya dan Rp.4.547.484.096 per tahunnya dan bila Galangan Kapal mengganti sumber energi listrik menjadi generator diesel gas maka Galangan Kapal akan mendapatkan keuntungan melalui penghematan sebesar Rp. 1.057.004 per harinya dan sebesar Rp. 274.821.059 per tahunnya.

Kata Kunci: Galangan Kapal, Daya Listrik, Generator Gas

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF PLN ELECTRICITY AND DIESEL GENERATORS AS SOURCES OF ELECTRICAL ENERGY IN SHIPYARD

Author : Ibnu Rusdi Devagya
Student Number : 0411144000022
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.

ABSTRACT

Shipyards when it comes to its production activity need electricity power in order to supply its machinery tools. The objective of this study is to analyze the usage of electricity source from PLN and diesel generator at shipyard. The main goal of the transition of the electricity supply from PLN to diesel generator is to gain more profit from electricity savings cost at the shipyard. The method to measure the electricity power in the shipyard begins with measuring all of the machinery with a clampmeter. The result of measurement at the shipyard is 1656,28 kWh for its peak hour and 6974,64 for a day. The generator that is chosen must be able to supply the shipyard electricity especially in its peak hour. In this final project the chosen generators are 3516E Caterpillar generator solar fuel which has 2750 kW power and G3520H Caterpillar which has 2469 kW. The price for each generator is 6.888.950.000 for solar fuel generator and Rp. 14.030.267.500 for gas generator. The fuel supply for diesel generators through distribution of PT. Pertamina (Persero) meanwhile for gas generator using pipeline of gas distribution of PT. Perusahaan Gas Negara (PGN). At current condition shipyard spending Rp. 7.212.985 everyday. Using fuel supply from Pertamina solar diesel generator will spend its variable cost Rp. 24.703.308 everyday, while gas generator will spend Rp. 6.155.980 for its variable cost everyday. When the shipyard changes its main electricity power from PLN to be solar fuel generator, the shipyard will suffer a loss about Rp. Rp. 17.490.323 everyday and Rp. 4.547.484.096 each year. If the shipyard changes its main electricity power from PLN to gas fuel generator it will save the bills about Rp. 1.057.004 everyday and Rp. 274.821.059 each year.

Keywords: Shipyards, electricity, gas generator

DAFTAR ISI

HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Galangan Kapal.....	5
2.2. Proses Pembangunan Kapal Baja.....	6
2.3. Energi Listrik.....	8
2.3.1. Daya Listrik.....	9
2.4. Generator Diesel.....	10
2.5. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas.....	13
2.6. Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Secara Umum.....	15
2.7. Satuan Gas.....	16
2.8. Langkah Teknis Pemasangan Generator Diesel dan Gas.....	16
2.9. Transportasi Gas Alam.....	21
2.9. Custody Transfer Metering Station.....	22
2.10. Tinjauan Pustaka.....	28
2.10.1. Regasification Of LNG.....	28
2.10.2. Cost Effective Pada Sistem Regasifikasi LNG Di Indonesia.....	29
2.10.3. Analisis Tekno-Ekonomi Integrasi Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sistem Regasifikasi LNG Pada PLTMG (Gas Engine).....	30
2.10.4. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Ujung Pandang.....	31
2.10.5. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas Dengan Menggunakan Bahan Bakar LNG Dan Minyak Solar Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Bali.....	35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1. Umum.....	36

3.2	Identifikasi Dan Perumusan Masalah.....	37
3.3.	Tahapan Studi Literatur.....	37
3.4.	Tahapan Pengumpulan Data.....	38
3.5.	Tahapan Analisa Penggunaan Listrik Di Galangan Kapal Saat Ini	38
3.6.	Tahapan Analisis Teknis	38
3.7.	Tahapan Analisis Ekonomi	38
3.8.	Tahap Kesimpulan.....	38
BAB 4 PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA GALANGAN KAPAL SAAT INI		40
4.1.	Konsumsi Energi Listrik Di Galangan Kapal	40
4.2.	Penggunaan Peralatan Daya Listrik Produksi Milik Galangan Kapal	48
4.3.	Penggunaan Peralatan Listrik Milik Sub-Contractor	63
4.4.	Penggunaan Peralatan Listrik Di Perkantoran	65
4.5.	Persentase Penggunaan Energi Listrik Per Alat Di Galangan Kapal	67
BAB 5 ANALISIS TEKNIS PEMILIHAN SUMBER ENERGI LISTRIK.....		71
5.1.	Generator Solar Dan Gas.....	71
5.2.	Perencanaan Pengaplikasian Generator Di Galangan Kapal.....	71
5.3.	Analisa Sistem Suplai Bahan Bakar Generator.....	74
5.3.1.	Sistem Suplai Bahan Bakar Solar	74
5.3.2.	Sistem Suplai Bahan Bakar Gas	74
5.4.	Lokasi Instalasi Pipa Gas	75
5.5.	Wiring Diagram Galangan Kapal.....	81
BAB 6 ANALISA EKONOMIS		84
6.1.	Biaya Investasi Awal.....	84
6.2.	Nilai Variable Cost Generator Diesel Solar Dan Generator gas	84
6.3.	Nilai Total Keuntungan Generator Diesel Solar Dan Generator Gas	89
6.4.	Perbandingan Harga Energi Listrik Sumber PLN Dan Generator	91
6.5.	Analisa Kelayakan Investasi	93
6.6.	Analisa Sensitivitas Harga	93
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		96
7.1	Kesimpulan.....	96
7.2	Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	10
Gambar 2.2 Komponen Dalam Diesel.....	12
Gambar 2.3 Prinsip Kerja PLTG	14
Gambar 2.11 Penambahan Panjang dan Lebar Pondasi	16
Gambar 2.12 Kedalaman Pondasi	17
Gambar 2.13 Tinggi Minimum Pondasi Dari Permukaan Tanah.....	17
Gambar 2.14 Dimensi Dari Plat Tembaga.....	18
Gambar 2.15 Pengaplikasian Arang	18
Gambar 2.16 Pengaplikasian Garam Kasar	19
Gambar 2.17 Palkah Penutup Lubang Plat Tembaga	19
Gambar 2.18 Lubang Plat Tembaga Disekitar Pondasi.....	20
Gambar 2.19 Mobile Lifting Crane	21
Gambar 2.20 Posisi Pemasangan Generator Diesel.....	21
Gambar 2. 21 Pipa Transportasi Gas Alam	22
Gambar 2.22 Custody Transfer Metering Station	23
Gambar 2.26 Differential pressure flowmeter	24
Gambar 2.27 Turbine Flowmeter	25
Gambar 2.28 Positive Displacement Flowmeter	25
Gambar 2.29 Ultrasonic Flowmeter	26
Gambar 2.30 Temperature & pressure gauge	27
Gambar 2.28 Temperature & pressure Transmitter.....	28
Gambar 2.29 Perbandingan Investasi Modal Regasifikasi	30
Gambar 4.1 Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik di Galangan Kapal Pada Jam Kantor ..	47
Gambar 4. 2 Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik Setelah Jam Kantor	48
Gambar 4.3 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Las Galangan Kapal.....	49
Gambar 4.4 Mesin Las ESAB	50
Gambar 4.5 Penggunaan Mesin Las Other	50
Gambar 4.6 Mesin Las Other	51
Gambar 4.7 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Bubut Besar Galangan Kapal.....	52
Gambar 4.8 Mesin Bubut Besar	52
Gambar 4.9 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Bubut Kecil Galangan Kapal	53
Gambar 4. 10 Mesin Bubut Kecil	53
Gambar 4.11 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Potong Manual Galangan Kapal ..	54
Gambar 4.12 Mesin Potong Manual.....	54
Gambar 4.13 Rekapitulasi Penggunaan Over Head Crane 5 Ton Galangan Kapal	55
Gambar 4.14 Rekapitulasi penggunaan Over Head Crane 10 Ton Galangan Kapal.....	55
Gambar 4.15 Gambar Overhead Crane 10 Ton Galangan Kapal	56

Gambar 4.16 Rekapitulasi Penggunaan Over Head Crane 15 Ton Galangan Kapal	56
Gambar 4.17 Rekapitulasi Penggunaan Mesin Pres 500 Ton Galangan Kapal.....	57
Gambar 4.18 Mesin Pres Galangan Kapal 500 Ton	58
Gambar 4.19 Rekapitulasi Penggunaan Press Machine 300 Ton Galangan Kapal	59
Gambar 4.20 Mesin Pres 300 Ton	59
Gambar 4. 21 Penggunaan Kompresor	60
Gambar 4.22 Gambar Mesin Kompresor	60
Gambar 4.23 Rekapitulasi Penggunaan Vertical Boring Machine Galangan Kapal	61
Gambar 4.24 Vertical Boring Machine	61
Gambar 4.25 Rekapitulasi Penggunaan Horizontal Boring Machine Galangan Kapal.....	62
Gambar 4.26 Horizontal Milling & Boring Machine	62
Gambar 4.27 Penggunaan Mesin Las GMAW Sub-Contractor	63
Gambar 4.28 Rekapitulasi Mesin Las SMAW Sub-Contractor	64
Gambar 4.29 Rekapitulasi Penggunaan Gerinda Tangan Sub-Contractor	64
Gambar 4.30 Penggunaan Lampu Bohlam	65
Gambar 4.31 Penggunaan Lampu TL Outdoor	66
Gambar 4.32 Rekapitulasi Penggunaan Komputer Dan Laptop.....	66
Gambar 4.33 Rekapitulasi Penggunaan Air-Conditioner	67
Gambar 4.34 Presentase Persebaran Daya Galangan Kapal.....	69
Gambar 5.1 Penamaan Dimensi Generator.....	72
Gambar 5.2 Layout Galangan Kapal	73
Gambar 5.3 Peta Distribusi Gas Di Pulau Jawa (PT.Perusahaan Gas Negara)	75
Gambar 5. 4 Denah Instalasi Pipa Gas	76
Gambar 5.5 Ruangan Generator Pada Galangan Kapal	78
Gambar 5.6 Tiga Dimensi Pintu Masuk Galangan Kapal	78
Gambar 5.7 Tiga Dimensi Jalur Pipa Galangan Kapal Di Depan Bengkel	79
Gambar 5.8 Tiga Dimensi Ruangan Generator	79
Gambar 5. 9 Tiga Dimensi Gas Pressure Regulating Station.....	80
Gambar 5.10 Tiga Dimensi Pipa Generator	80
Gambar 5. 11 Wiring Diagram Galangan Kapal	81
Gambar 5. 12 Jalur Listrik Dari Ruang Generator	82
Gambar 5.13 Arah Jalur Listrik Ke Panel Galangan Kapal Utara.....	82
Gambar 5.14 Arah Jalur Listrik Ke Panel Galangan Kapal Selatan.....	83
Gambar 6.1 Perbandingan Harga Antar Sumber Listrik Per Hari.....	91
Gambar 6.2 Grafik Sensitivitas	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Spesifikasi Feed Dan Produk	28
Tabel 2. 2 Hasil Perhitungan Perbandingan Efisiensi	30
Tabel 2.3 Data Perhitungan Daya Efektif.....	35
Tabel 4.1: Tabel Kebutuhan Daya Listrik Peralatan Milik Galangan Kapal.....	40
Tabel 4.2 Kebutuhan Daya Peralatan Milik Sub-Contractor.....	41
Tabel 4.3 Penggunaan Alat Listrik Di Perkantoran.....	42
Tabel 4.4: Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik Dari Alat Produksi di Galangan Kapal ...	43
Tabel 4.5 Rekapitulasi Penggunaan Alat Listrik Perkantoran.....	44
Tabel 4.6 Rekapitan Pemakaian Daya Listrik	45
Tabel 5.1: Pilihan Generator Diesel Solar Yang Ada Di Pasaran.....	71
Tabel 5.2 Dimensi Generator.....	72
Tabel 6.1: Harga Generator Diesel Solar.....	84
Tabel 6.2 Specific Fuel Consumption Generator Solar.	85
Tabel 6.3 Nilai Variable Cost Generator Solar.....	86
Tabel 6.4 Specific Fuel Consumption Generator Gas	87
Tabel 6. 5 Nilai Variable Cost Generator Gas	88
Tabel 6.6 Nilai Variable Cost PLN	89
Tabel 6.7: Perbandingan Biaya Penggunaan Listrik Sumber PLN Dan Generator Diesel Solar	91
Tabel 6.8 Perbandingan Penggunaan Listrik Sumber PLN Dan Generator Gas	92
Tabel 6.9: Tabel Analisa Kelayakan Investasi	93

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Galangan Kapal merupakan industri manufaktur yang memerlukan energi listrik dalam jumlah besar. Energi listrik ini digunakan pada proses fabrikasi, *sub-assembly*, *assembly* dan *erection*. Energi listrik yang digunakan selama proses produksi memberikan kontribusi pada biaya produksi tidak langsung yang pada akhirnya berkontribusi pada *profit* sebuah Galangan Kapal. Sampai saat ini kebutuhan energi listrik di Galangan Kapal masih bergantung kepada sumber Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai sumber energi utama dan *Genset* sebagai suplai cadangan. Dimana sebagian besar energi listrik yang dihasilkan oleh PLN bersumber dari bahan bakar minyak fosil dan batu bara. Sumber daya tersebut merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga persediaan sumber daya alam tersebut di alam semakin sedikit seiring dengan tingkat konsumsi energi listrik yang terus naik setiap tahunnya. Dikarenakan faktor penawaran dan permintaan (*supply and demand*) yang tidak seimbang dimana sumber daya alam yang akan dikonversikan menjadi listrik oleh PLN semakin sedikit dan permintaan akan sumber daya listrik semakin banyak menyebabkan harga energi listrik terus melambung. Biaya yang semakin melambung tersebut akan membebankan biaya operasional dari Galangan Kapal itu sendiri. Oleh karena itu diperlukan penerapan teknologi pengolahan energi terbarukan agar dapat mengurangi konsumsi energi listrik dari PLN dan dapat memberikan keuntungan lain ketika ada surplus daya dari teknologi tersebut dimana surplus daya tersebut akan dijual kembali ke PLN.

Solar adalah salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Pemanfaatan dari solar sendiri banyak ditemukan seperti pada industri kecil maupun besar, transportasi, dan juga sebagai sumber energi listrik. Dikarenakan faktor kemudahan dalam membeli solar sebagai *input* untuk generator maka sumber energi berbahan bakar solar dipilih untuk dijadikan perbandingan.

Gas alam (*Natural Gas*) juga merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Pemanfaatan dari gas alam sendiri masih belum banyak diaplikasikan sedangkan jumlah gas alam sendiri masih sangat banyak. Dimana potensi gas alam di Indonesia sebesar 103,3 triliun kaki kubik (TCF). Harganya yang cenderung murah dan juga sebagai salah satu

energi terbarukan maka sumber energi berbahan bakar gas alam dipilih untuk dijadikan perbandingan.

Penggunaan generator berbahan bakar diesel solar dan generator berbahan bakar gas tidak serta merta langsung diaplikasikan. Dibutuhkan analisa teknis dan ekonomis untuk pengaplikasian kedua generator tersebut. Sehingga hasil yang diharapkan dari analisa tersebut diharapkan mampu mengganti sumber energi listrik dari PLN dan memberikan keuntungan lebih dari hasil surplus daya yang dihasilkan oleh generator-generator tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapa daya Galangan Kapal dalam satu hari dan berapa daya generator yang akan di aplikasikan pada Galangan Kapal?
2. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk instalasi generator diesel solar dan generator gas?
3. Berapa jumlah keuntungan yang didapatkan dari penghematan penggunaan sumber listrik dari generator dibandingkan dengan listrik sumber PLN ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Pemakaian daya listrik Galangan Kapal berdasarkan data primer tahun 2019
2. Data tarif dasar listrik (TDL) berdasarkan tarif PLN bulan april sampai juni 2019
3. Kurs dolar ke rupiah dianggap Rp. 14.000 per dolar
4. Harga Solar industri adalah sebesar Rp. 10.500 per liter dan harga gas untuk industri adalah sebesar \$7.98 US Dollar per MMBTU

1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Melakukan observasi kebutuhan daya Galangan Kapal dan daya generator yang akan diaplikasikan
2. Menghitung biaya yang dibutuhkan untuk instalasi generator diesel dan generator gas
3. Melakukan analisa jumlah keuntungan yang didapatkan dari penghematan penggunaan sumber listrik dari generator dibandingkan dengan listrik sumber PLN

1.5. Manfaat

Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pertimbangan praktisi maupun pemilik industri Galangan Kapal dan investor bisnis energi dalam hal bisnis jual beli listrik melalui sistem regasifikasi dan generator gas
2. Sebagai referensi dalam proses belajar dan mengajar bagi akademisi khususnya dalam bidang pemanfaatan energi di Galangan Kapal juga investasi dalam hal jual beli listrik menggunakan energi dari gas

1.6. Hipotesis

Hipotesis dalam tugas akhir ini adalah bahwa dengan menerapkan teknologi generator diesel solar dan generator gas dapat memotong biaya yang dikeluarkan untuk daya listrik dari PLN.

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Galangan Kapal

Galangan Kapal/*shipyard* adalah sebuah tempat untuk membangun atau mereparasi kapal-kapal. Galangan Kapal terdiri dari bengkel kerja tetap yang mengerjakan bangunan baru dan reparasi kapal dari suatu konstruksi benda terapung yang cukup berat yang terbentuk dari baja pada suatu tempat yang mempunyai suatu perairan yang cukup luas dan dalam untuk mengapungkan konstruksi tersebut, mempunyai luasan tertentu dan bekerja secara terus menerus sepanjang tahun. Jadi secara mendasar suatu Galangan Kapal harus memiliki (Soeharto dan Soejitno, 1996) :

1. Tanah atau lahan
2. *Water front* atau garis pantai
3. *Building berth*
4. *Building dock*
5. *Slipway*
6. *Graving dock*
7. *Lift dock*

Galangan Kapal dapat dibedakan berdasarkan letak geografis serta aktifitas yang dilakukan. Sesuai dengan letak geografisnya, Galangan Kapal dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu :

❖ Galangan Kapal daerah terbuka

Yaitu sesuatu Galangan Kapal yang dibangun langsung menghadap ke perairan terbuka. Dengan demikian dalam proses pembangunan baru atau reparasi semua tempat peluncuran baik pada landasan pembangunan (*building berth*) maupun landasan tarik (*slipway*) dapat dibangun dengan sistem memanjang maupun melintang.

❖ Galangan Kapal daerah tertutup

Yaitu Galangan Kapal yang dibangun di tepi kanal atau sungai yang mana mempunyai daerah pengapungan terbatas. Galangan Kapal jenis ini hanya dapat dibangun dengan landasan bangun melintang sehingga Galangan Kapal ini hanya dapat melayani pembangunan atau reparasi kapal yang berukuran kecil.

Sedangkan pembagian jenis Galangan Kapal berdasarkan aktivitasnya dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam (Soeharto dan Soejitno, 1996), yaitu :

❖ Galangan Kapal khusus bangunan baru

Yaitu Galangan Kapal yang membangun kapal-kapal baru dimana jangka waktunya relatif panjang. Perbandingan antara volume pekerjaan dan tenaga kerja tidak selalu konstan. Diawal dan diakhir proses produksi jumlah pekerjaan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang tersedia. Hal ini menyebabkan Galangan Kapal menjadi kurang efisien ditambah lagi jumlah pesanan/kebutuhan yang relatif sedikit.

❖ Galangan Kapal khusus reparasi

Yaitu Galangan Kapal yang khusus melakukan pekerjaan reparasi kapal. Galangan Kapal khusus reparasi dapat menerima pekerjaan beberapa kapal dalam kurun waktu yang relatif singkat. Mengingat banyaknya kapal-kapal yang memerlukan jasa reparasi maka Galangan Kapal ini lebih terjamin kelangsungan hidupnya.

❖ Galangan Kapal yang merupakan gabungan bangunan baru dan reparasi

Yaitu Galangan Kapal yang memiliki aktifitas ganda. Galangan Kapal jenis ini yang paling banyak terdapat di Indonesia karena tenaga kerja yang tidak digunakan di bangunan baru dapat dialihkan untuk pekerjaan reparasi kapal. Sehingga kontinuitas pekerjaan dan kelangsungan Galangan Kapal lebih terjamin.

2.2. Proses Pembangunan Kapal Baja

Proses pembangunan kapal baja baru disesuaikan dengan jenis dan fungsi kapal, diantaranya jenis kapal tongkang (*barge*), kapal muatan (*cargo vessel*), kapal penumpang (*passenger ship*), kapal feri, kapal tunda (*tug boat*). Secara garis besar pembuatan kapal baru ini yaitu (Soeharto dan Soejitno, 1996):

a) Perencanaan/Persiapan

Pada tahap perencanaan, kegiatan yang dilakukan lebih bersifat administratif (kontrak kerja antara pihak Galangan Kapal dengan pihak pemesan kapal). Kegiatan lain adalah pembuatan rancangan/*design* sesuai dengan permintaan, jenis dan kapasitas, gambar teknik, kebutuhan pengadaan bahan baku.

b) Proses Perakitan Badan Kapal

Proses ini meliputi proses persiapan material, fabrikasi sampai ke tahap *assembly*. Dalam persiapan material *plat* dan profil baja dipilih sesuai dengan kebutuhan tiap blok. Kemudian dilakukan *shoprimming*, untuk proses *sand blasting* umumnya tidak dilakukan

lagi karena bahan baku pelat baja sudah melalui proses *sand blasting* di pabrik. Dalam proses fabrikasi meliputi hal-hal sebagai berikut: proses penandaan (*marking*) dan pemotongan (*cutting*) pelat/profil baja pembentukan pelat/profil baja (*bending*) dilakukan sampai tercapainya bentuk yang diinginkan sesuai dengan *mouldloft* yang ada. Selanjutnya proses pemasangan *hull* yaitu proses *assembly* baik *sub section*, *sub assembly* sampai pada *grand assembly*, mencakup :

- ❖ Pembuatan *section*
- ❖ Pemasangan lunas
- ❖ Pemasangan lambung
- ❖ Pemasangan geladak utama
- ❖ Pemasangan *deck* dan *wheel house*

c) Proses pemasangan instalasi permesinan

Pada kegiatan ini mencakup beberapa proses yaitu:

- ❖ Pembuatan / pemasangan pondasi mesin dan pompa
- ❖ Pengelasan / *trial* mesin dan pompa
- ❖ Pembuatan / pengelasan instalasi propulsi
- ❖ Pemasangan instalasi perpipaan dan kotak laut

Mesin induk (*main engine*), mesin bantu (*auxillary engine*), perpompaan, alat propulsi dan perlengkapan mesin lainnya setelah diset/*tune up*, kemudian dipasang pada bagian kapal sesuai dengan *design* yang telah ditentukan dan dilakukan uji coba.

d) Proses pemasangan instalasi listrik

Pada kegiatan ini mencakup beberapa proses, yaitu :

- ❖ Pemasangan panel pembagi utama
- ❖ Pemasangan panel panel pendukung
- ❖ Pemasangan kabel instalasi listrik

e) Proses pemasangan *deck machinery*

Pada bagian ini mencakup:

- ❖ Pemasangan *winch rope*
- ❖ Pemasangan *bollard*
- ❖ Pemasangan *windlass*

f) Proses *outfitting* dan pemasangan *navigation aid*

Pada bagian ini mencakup proses, yaitu :

- ❖ Pemasangan radio komunikasi, antena, *telephone* dan *intercom*

- ❖ Pemasangan kompas, instrumen di anjungan/*bridge*
- ❖ Pemasangan lampu-lampu penerangan dan navigasi
- ❖ Pekerjaan kayu interior dan *inventory*
- ❖ Pemasangan *zinc/aluminium anode*

g) Proses peluncuran

Pada tahap ini kapal yang telah selesai dibangun, dilakukan peluncuran dari Galangan Kapal ke perairan (laut ataupun sungai) tergantung dimana letak Galangan Kapal tempat kapal dibangun. Setelah peluncuran sukses selanjutnya diadakan pemeriksaan atas keseluruhan kelengkapan kapal untuk dilakukan *sea trial*. Setelah *sea trial* berhasil, maka akan dilakukan persetujuan dan *approval* dari biro klarifikasi serta pihak syahbandar, dan setelah semua proses terselsaikan kapal kemudian dikirim ke pemesan/*owner custom*.

2.3. Energi Listrik

Energi listrik merupakan suatu energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas. Listrik mempunyai satuan *Ampere* yang disimbolkan dengan A dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan V dengan satuan *Volt* dengan ketentuan kebutuhan pemakaian daya listrik *Watt* yang disimbolkan dengan W. Energi listrik bisa diciptakan oleh sebuah energi lain dan bahkan sanggup memberikan suatu energi yang nantinya bisa dikonversikan pada energi yang lain.

Dimana rumus energi listrik yang dibutuhkan oleh sebuah rangkaian listrik dimana diberi beda potensial V sehingga mengalirkan suatu muatan listrik sejumlah Q dan arus listrik sebesar I, maka energi listrik yang diperlukan adalah (Blume, W.S. 2007):

$$W = Q.V \tag{2.1}$$

$$Q = I.t \tag{2.2}$$

W merupakan energi listrik dalam satuan *joule*, dimana 1 *joule* adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan satu muatan sebesar 1 *coulomb* dengan beda potensial 1 *volt*. Sehingga 1 *joule* sama dengan 1 *coulomb* dikalikan dengan 1 *volt*.

Sedangkan untuk muatan per satuan waktu adalah kuat arus yang mengalir maka energi listrik bisa dirumuskan dengan memakai persamaan (2.2) maka didapatkan perumusan:

$$W = (I.t).V \tag{2.3}$$

$$W = V.I.t$$

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan hukum *Ohm* ($V = I.R$) maka dapat diperoleh rumusan:

$$W = I.R.I.t \quad (2.4)$$

$$W = I^2.R.t \quad (2.5)$$

$$W = V^2/R.t \quad (2.6)$$

Penguraian persamaan 2.6 menunjukkan bahwa besarnya suatu energi listrik tergantung pada muatan, beda potensial, arus listrik, hambatan, dan waktu. Semakin besar muatan, kuat arus, beda potensial dan waktu semakin besar pula energi yang dikeluarkan. Sedangkan untuk hambatan semakin besar hambatan, energi yang dihasilkan semakin kecil.

2.3.1. Daya Listrik

Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *electrical power* yaitu jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan sebuah daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Sedangkan dalam konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik yaitu besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu.

Berdasarkan definisi yang telah dijabarkan maka perumusan daya listrik adalah sebagai berikut:

$$P = E/t \quad (2.7)$$

Dimana

P = Daya Listrik

E = Energi dengan satuan joule

t = Satuan waktu (detik)

Sedangkan rumus umum yang digunakan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik adalah sebagai berikut:

$$P = V.I \quad (2.8)$$

Dimana

P = Daya listrik (watt)

V = Tegangan arus listrik (volt)

I = Arus listrik (ampere)

R = Hambatan (ohm)

2.4. Generator Diesel

Pembangkit Diesel adalah sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. Pembangkit listrik yang menggunakan mesin diesel sebagai penggerak mula (*prime mover*). *Prime mover* merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Mesin diesel sebagai penggerak mula berfungsi menghasilkan tenaga mekanis yang dipergunakan untuk memutar rotor generator. Motor diesel disebut juga motor penyalaan kompresi (*compression ignition engine*) karena cara penyalaan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar kedalam udara bertekanan dan temperatur tinggi, sebagai akibat dari proses didalam ruang bakar kepala silinder (*Multiple options for diesel gensets exist to tailor specific needs*". E. VAN WINGEN. 2009).



Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
(Sumber: www.cat.com)

Penggunaan Generator Diesel sangat dibutuhkan oleh sektor industrial khususnya industri kapal. Generator Diesel merupakan pembangkit listrik terbaik karena kualitas dan daya tahan yang kuat, biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam jumlah beban tertentu. Generator diesel dapat dibedakan kedalam 2 (dua) kelas berdasarkan jumlah langkah pembakaran (*stroke*) yaitu:

- a. Berdasarkan jumlah bahan bakarnya (*stroke*)

Berdasarkan jenis bahan bakarnya generator diesel dibagi menjadi 3 yaitu:

- Generator Diesel Berbahan Bakar Solar

Generator tipe ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya untuk menghasilkan

listrik, dimana generator ini paling banyak dijumpai karena harganya yang lebih murah daripada generator jenis lainnya.

- Generator Gas

Generator tipe ini menggunakan gas sebagai bahan bakarnya untuk menghasilkan listrik, dimana spesifikasi gas yang dipakai mulai dari natural gas, biogas dll. Generator jenis ini masih jarang ditemui dalam skala kecil karena harganya yang mahal dan produk yang terbilang masih jarang daripada generator diesel

- Generator Dual *Fuel*

Generator tipe ini menggunakan gas dan solar sebagai bahan bakar utama untuk menghasilkan listrik, generator jenis ini banyak dijumpai di instalasi permesinan kapal.

b. Berdasarkan jumlah langkah pembakaran (*stroke*)

Berdasarkan jumlah pembakaran generator diesel dibagi menjadi 2 yaitu:

- Mesin 2 TAK

Mesin 2 tak bekerja dengan cara, untuk memperoleh 1x usaha, dibutuhkan 1x putaran *crankshaft* dan 2x gerakan piston (turun & naik). Pada mesin 2 tak, konstruksi mesinnya cukup sederhana, di mana terdapat piston, *crankcase*, katup masuk berupa membran, saluran bilas, dan saluran buang.

- Mesin 4 TAK

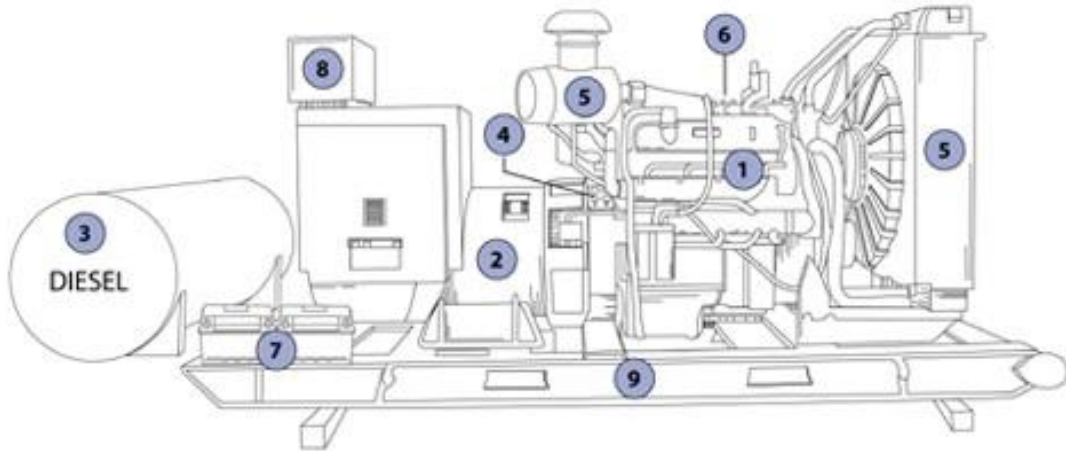
Mesin 4 tak berarti untuk memperoleh 1x usaha, dibutuhkan 2x putaran poros engkol dan 4x gerakan *piston* (turun-naik-turun-naik). Dimana perbedaan keduanya secara umum yaitu :

- Mesin 4 tak memiliki 2 katup (katup *intake* dan katup *exhaust*), sedangkan mesin 2 tak hanya ada membran yang membuka & menutup saluran masuk. Saluran buangnya tertutup oleh badan *piston* ketika sedang melakukan langkah hisap & kompresi.

- Campuran bahan bakar yang masuk pada mesin 4 tak langsung berada di bagian atas piston, sedangkan pada mesin 2 tak masuk ke dalam *crankcase* terlebih dahulu baru menuju bagian atas permukaan piston melalui saluran bilas.

Generator diesel mempunyai beberapa komponen di dalamnya dimana secara garis besar dapat digambarkan pada Gambar 2.2:

Illustration2: Main Components



Gambar 2.2 Komponen Dalam Diesel
(Sumber: Wojciech tutak and Arkadiusz jamrozik, 2014)

Dimana komponen-komponen sesuai gambar tersebut adalah:

- 1.) *Engine/mesin*
- 2.) *Alternator*
- 3.) *Sistem bahan bakar*
- 4.) *Voltage regulator*
- 5.) *Cooling and exhaust sistem*
- 6.) *Lubrication sistem*
- 7.) *Battery charger*
- 8.) *Control panel*
- 9.) *Main assembly/frame*

1. Mesin Diesel

Mesin diesel termasuk mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar ditinjau dari cara memperoleh energi *thermal*-nya. Untuk membangkitkan listrik sebuah generator menggunakan generator dengan sistem penggerak tenaga diesel.

2. Tangki Penyimpanan Bahan Bakar

Tangki bahan bakar biasanya memiliki kapasitas yang cukup untuk menjaga generator operasional selama 6 sampai 8 jam pada rata-rata. Dalam kasus unit generator kecil, tangki bahan bakar adalah bagian dari dasar *skid* generator atau dipasang di atas bingkai generator. Untuk aplikasi komersial, mungkin perlu untuk mendirikan dan menginstal tangki bahan bakar eksternal.

3. Penyaringan Bahan Bakar

Bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar dipompakan ke dalam tangki penyimpanan sementara namun sebelumnya disaring terlebih dahulu. Kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan sementara.

4. *Turbo Charger*

Untuk meningkatkan performa dari mesin diesel salah satunya dengan menggunakan *turbocharger*. Prinsip kerja dari *turbocharger* adalah memanfaatkan panas gas buang sebagai tenaga untuk memampatkan udara pembakaran sehingga dihasilkan tenaga yang besar.

5. Penyaring Gas Pembuangan

Gas-gas buang seperti sulfur oksida, nitrogen oksida, karbon monoksida, dan hidrokarbon dapat dikontrol pengeluarannya melalui beberapa metode. Gas sulfur oksida dapat dihilangkan dari udara hasil pembakaran bahan bakar dengan menggunakan filter basah yang digunakan pada penyaring gas pembuangan.

6. Generator

Generator ini berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan cara mengubah gerak menjadi energi listrik.

7. Sistem Pendingin

Saat beroperasi, maka temperatur kerja mesin akan meningkat. Untuk menurunkannya diperlukan sistem pendingin dengan menggunakan air. Air yang digunakan untuk sistem pendinginan adalah air murni yang tidak mengandung kotoran dan kadar garam untuk mencegah terjadinya korosi. Air tersebutlah yang berfungsi untuk mendinginkan blok silinder dan *turbocharger*.

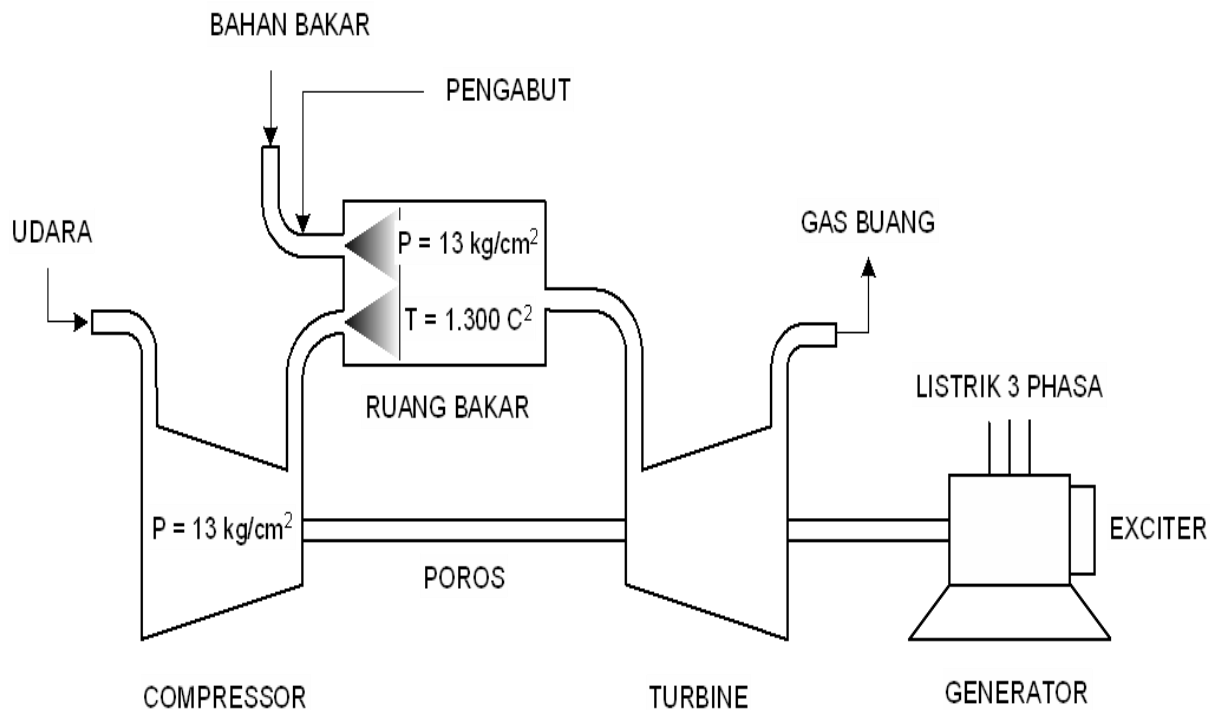
8. Sistem Pelumasan

Pada sistem pelumasan adalah untuk mengurangi keausan mesin dengan cara mengalirkan minyak pelumas dari karter ke bagian-bagian yang memerlukan pelumas pada waktu mesin sedang beroperasi atau keadaan hidup.

2.5. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Gas

Pembangkitan adalah proses produksi tenaga listrik yang dilakukan dalam pusat-pusat tenaga listrik atau sentral-sentral dengan menggunakan generator. PLTG adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan turbin sebagai *prime mover*-nya dengan gas sebagai fluida kerjanya. Dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya turbin gas merupakan pembangkit sederhana yang terdiri atas empat komponen utama yaitu kompresor, ruang bakar,

turbin gas dan generator. PLTG merupakan mesin bebas getaran, tidak terdapat bagian mesin yang bergerak translasi (bolak-balik). Temperatur turbin gas (900 - 1.300 °C) jauh lebih tinggi dari pada jenis turbin yang lain. Efisiensi konversi thermalnya mencapai 20%-30%. PLTG berfungsi memikul beban puncak karena membutuhkan bahan bakar yang sangat besar dengan biaya mahal. Prinsip kerja PLTG secara umum akan dijabarkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Prinsip Kerja PLTG
(Sumber: Wojciech Tutak and Arkadiusz Jamrozik, 2014)

Pada Gambar 2.3 diperlihatkan konsep dasar pembangkitan dengan sistem PLTG. Udara masuk ke dalam kompresor untuk dinaikkan tekanannya menjadi kurang lebih 13 kg/cm^2 kemudian udara tekan tersebut dialirkan menuju ruang bakar. Apabila digunakan BBG (Bahan Bakar Gas) maka gas dapat langsung dicampur dengan udara tekan tadi untuk dibakar. Tetapi bila digunakan BBM (Bahan Bakar Minyak), maka BBM tersebut harus dijadikan kabut terlebih dahulu baru dicampur dengan udara tekan untuk selanjutnya dibakar. Teknik mencampur bahan bakar dengan udara dalam ruang bakar sangat berpengaruh pada efisiensi pembakaran.

Pembakaran bahan bakar dalam ruang bakar menghasilkan gas bersuhu tinggi sampai kira-kira 900 - 1.300 °C dengan tekanan 13 kg/cm^2 . Gas hasil pembakaran ini kemudian dialirkan menuju turbin untuk disemprotkan kepada sudu-sudu turbin sehingga energi gas dikonversikan menjadi energi mekanik pada poros turbin. Energi mekanik pada poros digunakan untuk memutar generator yang pada akhirnya menghasilkan energi listrik. Karena

pembakaran yang terjadi pada sistem turbin gas mencapai suhu 1.300 °C maka sudu-sudu turbin dan porosnya perlu didinginkan dengan udara atau hidrogen. Suhu yang tinggi inilah yang merupakan sebab utama timbul ke-ausan apabila unit PLTG di *start-stop*.

2.6. Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Secara Umum

Secara garis besar urutan kerja dari proses operasi PLTG adalah sebagai berikut:

1.) Proses starting

Pada proses start awal untuk memutar turbin menggunakan mesin diesel sampai putaran poros *turbine/compressor* mencapai putaran 3.400 rpm maka secara otomatis diesel dilepas dan akan berhenti.

2.) Proses kompresi

Udara dari luar kemudian dihisap melalui air inlet oleh kompresor dan masuk ke ruang bakar dengan cara dikabutkan bersama bahan bakar lewat *nozzle* secara terus menerus dengan kecepatan tinggi.

3.) Transformasi energi thermis ke mekanik

udara dan bahan bakar dikabutkan ke dalam ruang bakar diberi pengapian (*ignition*) oleh busi (*spark plug*) pada saat permulaan pembakaran. Pembakaran seterusnya terjadi terus menerus dan hasil pembakarannya berupa gas bertemperatur dan bertekanan tinggi dialirkan ke dalam cakram melalui sudu-sudu yang kemudian diubah menjadi tenaga mekanis pada perputaran porosnya.

4.) Transformasi energi mekanik ke energi listrik.

Poros turbin berputar hingga 5.100 rpm, yang sekaligus memutar poros generator sehingga menghasilkan tenaga listrik. Putaran turbin 5.100 rpm diturunkan oleh *load gear* menjadi 3.000 rpm, dan kecepatan putaran turbin ini digunakan untuk memutar generator.

5.) Udara luar masuk ke kompressor

Udara luar yang dihisap masuk kompresor, kemudian dimanfaatkan hingga pada sisi keluarannya menghasilkan tekanan yang cukup tinggi. Bersama dengan udara yang bertekanan tinggi, bahan bakar dikabutkan secara terus menerus dan hasil dari pembakaran tersebut dengan suatu kecepatan yang tinggi mengalir dengan perantaraan *transition piece* menuju *nozzle* dan sudut-sudut turbin dan pada akhirnya keluar melalui *exhaust* dan dibuang ke udara bebas.

2.7. Satuan Gas

MMSCFD adalah singkatan dari *Million Standard Cubic Feet per Day* (gas) atau Juta Standar Kaki Kubik per Hari (gas) dimana huruf M adalah 1.000 (seribu) jika digunakan dalam hubungan dengan satuan SCF atau BTU, MM adalah 1.000.000 (satu juta) jika digunakan dalam hubungan dengan satuan SCF atau BTU.

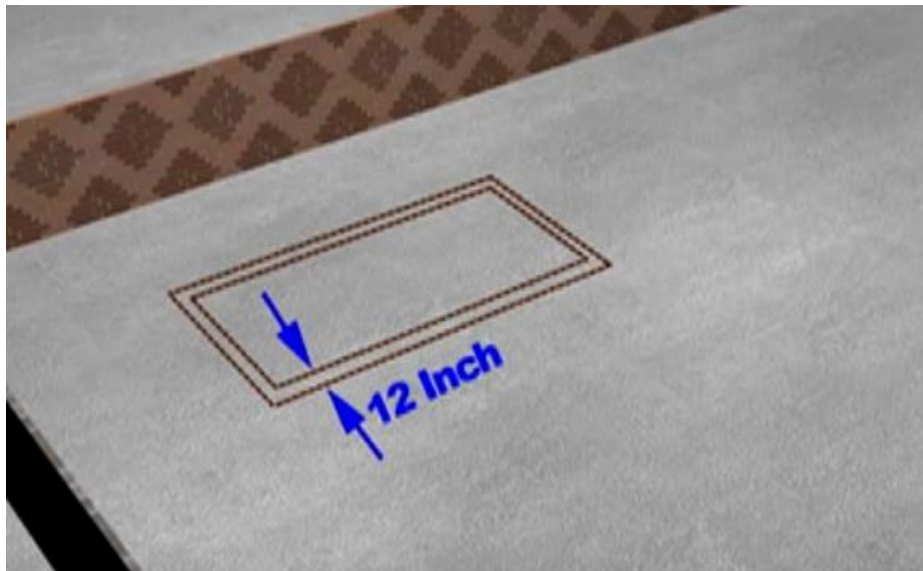
Sedangkan MMBTU adalah singkatan dari *Million Standard British Thermal Unit*, merupakan satuan energi yang digunakan di Amerika Serikat. Satuan ini juga masih sering dijumpai di Britania Raya pada sistem pemanas dan pendingin lama. Sekarang ini satuan ini mulai digantikan dengan satuan energi dari unit SI, yaitu *Joule* (J).

2.8. Langkah Teknis Pemasangan Generator Diesel dan Gas

Sebelum generator diesel diaplikasikan pada Galangan Kapal maka harus dipersiapkan beberapa hal-hal teknis untuk mendukung generator diesel tersebut agar bekerja secara maksimal ketika diaplikasikan. Langkah-langkah teknis tersebut adalah sebagai berikut :

❖ Pondasi

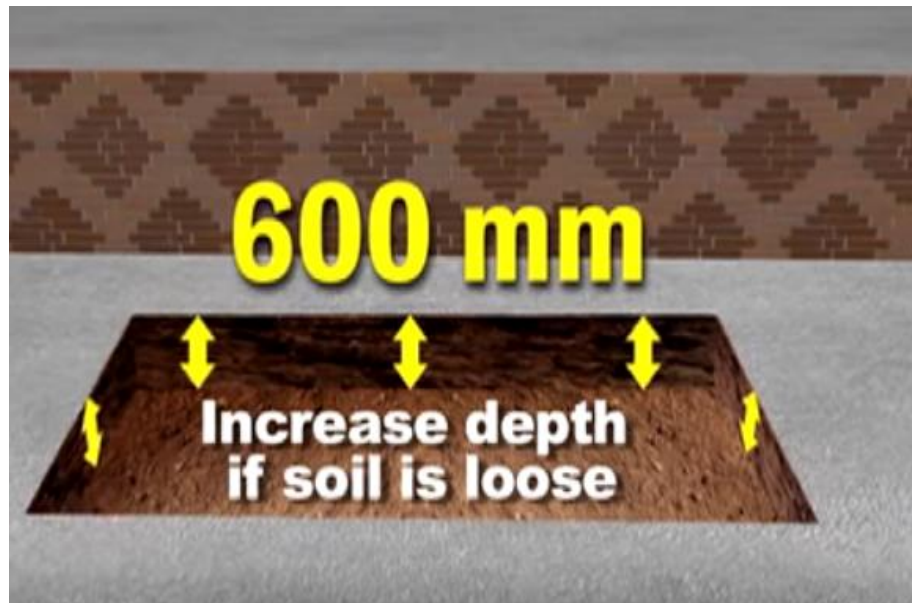
Pondasi genset haruslah dibuat dimana pondasi tersebut mempunyai ukuran panjang maupun lebar berdasarkan dimensi generator diesel itu sendiri dan pondasi tersebut dlebihkan sebanyak 12 inci atau setara dengan 30 cm.



Gambar 2.4 Penambahan Panjang dan Lebar Pondasi
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

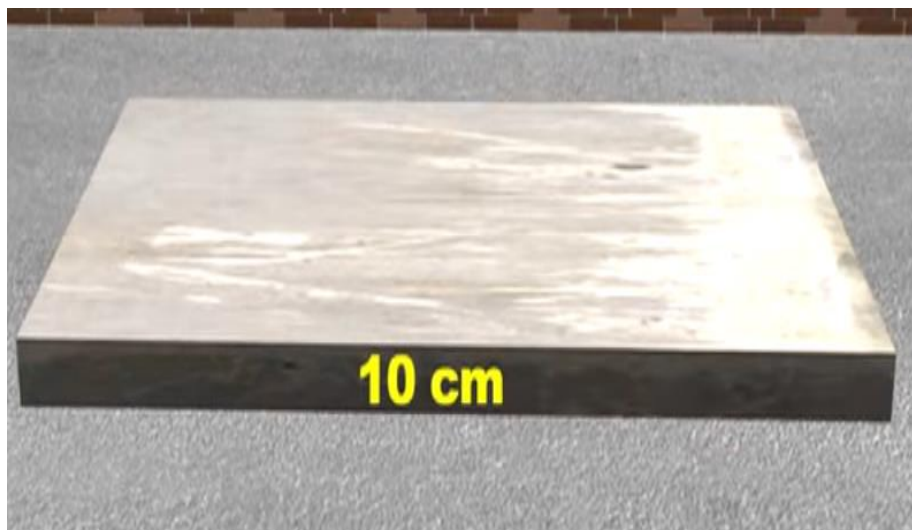
Penambahan panjang maupun lebar sebesar 12 inch atau sekitar 30cm pada pondasi seperti pada Gambar 2.4. Penambahan ini bertujuan agar masih tersisa ruang untuk generator

apabila terdapat perbedaan antara spesifikasi katalog dengan ukuran asli dari generator. Langkah selanjutnya akan dibahas pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kedalaman Pondasi
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Kedalaman dari pondasi kurang lebih sebesar 600 mm dan harus ditambahkan kedalamannya bila tanah tempat pondasi dibangun kepadatannya kurang memadai. Hal ini bertujuan agar pondasi tidak turun ketika generator ditempatkan pada pondasi. Langkah selanjutnya akan dibahas pada Gambar 2.6.

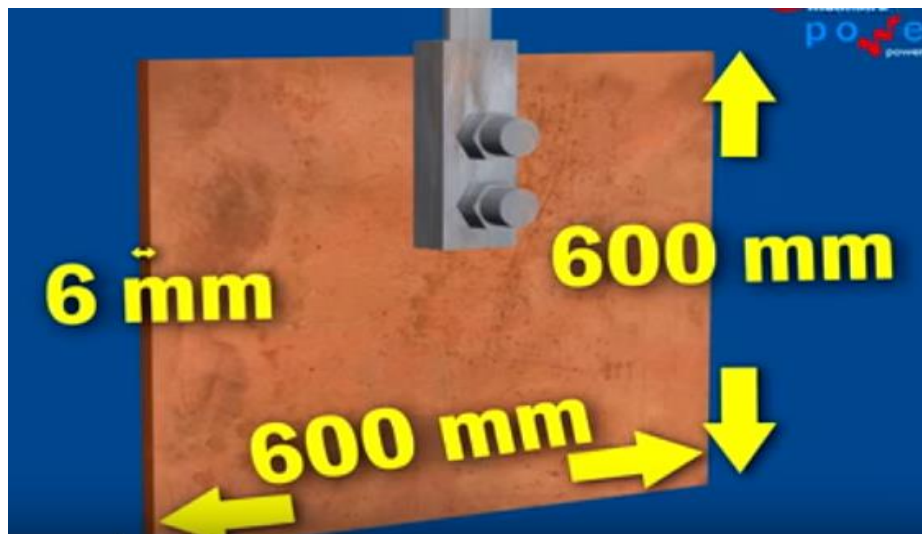


Gambar 2.6 Tinggi Minimum Pondasi Dari Permukaan Tanah
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Pondasi yang dibuat berbahan semen dimana tinggi dari pondasi tersebut minimal 10 cm dari permukaan tanah dimana permukaannya harus rata. Sehingga permukaan generator tidak langsung menyentuh tanah melainkan menyentuh pondasi.

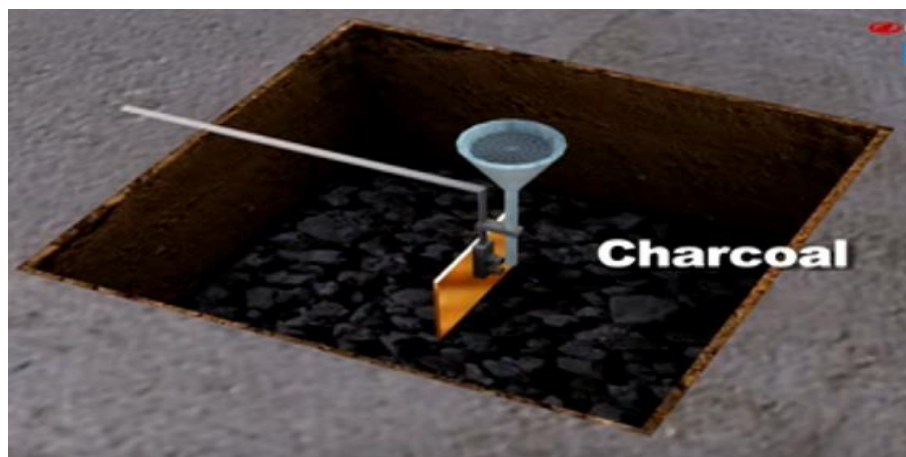
❖ Pengaplikasian Plat Tembaga Generator Diesel

Plat tembaga generator diesel haruslah dihubungkan langsung ke tanah tempat dimana generator tersebut diaplikasikan dimana plat tersebut mempunyai dimensi 600 mm x 600 mm dimana plat tembaga tersebut mempunyai ketebalan 6 mm.



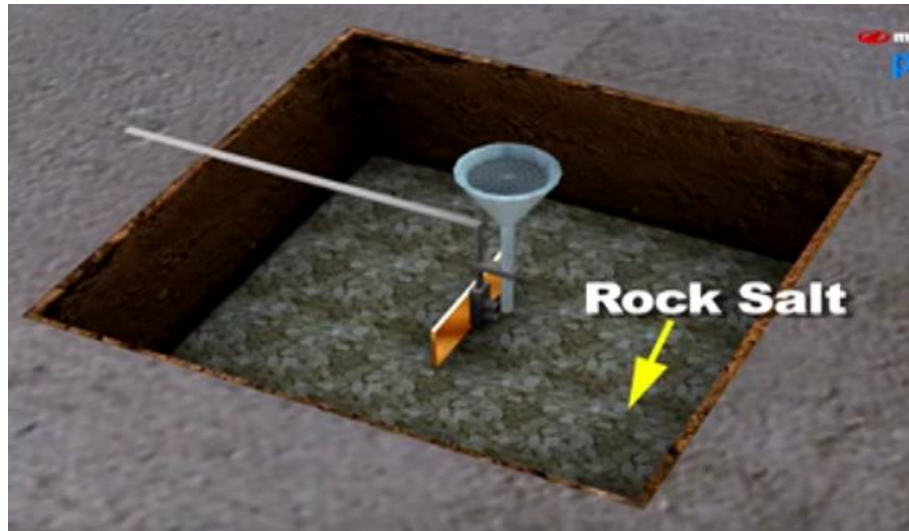
Gambar 2.7 Dimensi Dari Plat Tembaga
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Seperti pada Gambar 2.7 dimensi dari plat tembaga 600 mm x 600 mm x 6mm tersebut akan langsung ditanam di tanah. Hal ini berujuan apabila ada arus listrik yang tidak disengaja keluar dari generator akan langsung masuk ke dalam tanah. Ketika ditanam di tanah juga akan ditimbun dengan arang pada lapisan pertama dan ketiga dan juga garam kasar di lapisan kedua dan keempat.



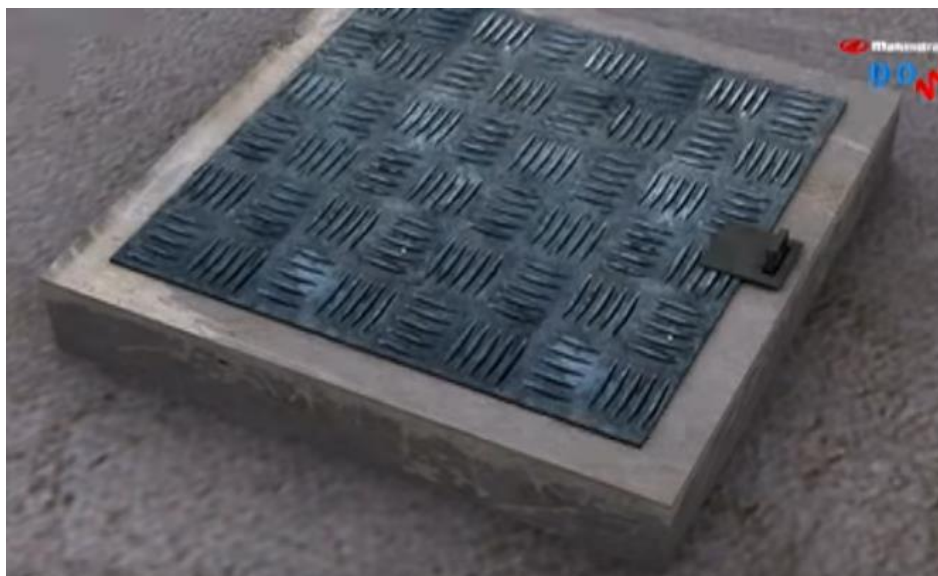
Gambar 2.8 Pengaplikasian Arang
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Seperti pada Gambar 2.8 pada lapisan pertama dan ketiga akan ditimbun oleh arang terlebih dahulu hal ini bertujuan sebagai isolator arus listrik ketika masuk ke dalam tanah yang dialiri oleh plat tembaga. Langkah selanjutnya akan dibahas pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pengaplikasian Garam Kasar
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

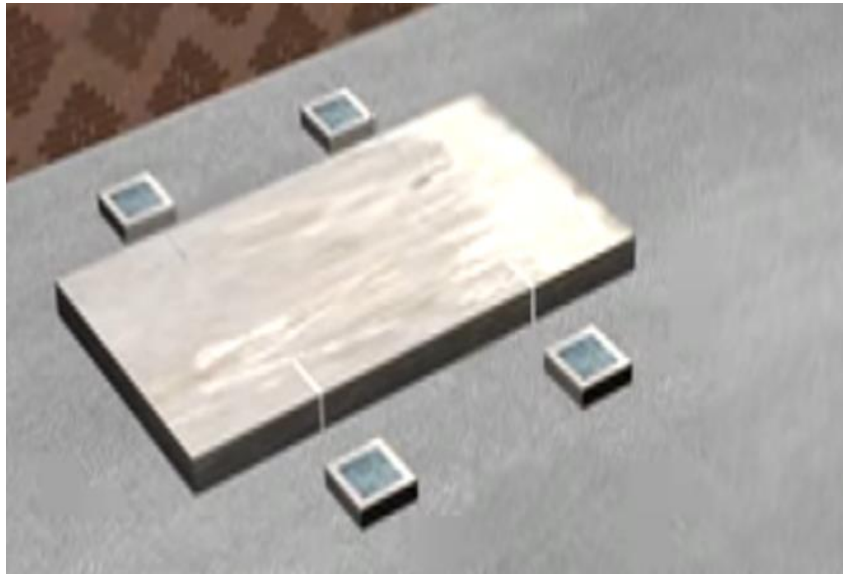
Setelah lubang untuk *plat* tembaga selesai ditimbun dengan arang dan garam kasar kemudian ditutup dengan palkah seperti Gambar 2.10. Tujuan dari penutupan lubang ini agar tidak ada benda asing yang masuk ke lubang dan juga memudahkan untuk melakukan inspeksi/pengecekan lubang dari generator.



Gambar 2.10 Palkah Penutup Lubang Plat Tembaga
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Seperti pada Gambar 2.10 palkah penutup lubang dibuat sedemikian mungkin agar aman dari benda asing dari luar lubang. Lubang yang sudah jadi akan tampak seperti Gambar

2.10. Plat tembaga dibuat sebanyak 4 buah dimana posisinya haruslah berseberangan seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Lubang Plat Tembaga Disekitar Pondasi
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

Seperti pada Gambar 2.11 terdapat 4 buah lubang plat disekitar pondasi generator. Generator siap untuk dipasang di atas pondasi apabila pondasi sudah siap agar mencegah generator amblas ke bawah tanah. Empat buah lubang plat berfungsi sebagai safety apabila ada arus listrik yang tidak disengaja keluar agar masuk ke tanah.

❖ *Unloading* Generator Diesel

Ketika generator diesel siap dipasang dan akan dipindahkan dari truk, pengangkatan generator diesel dari truk haruslah menghitung beban maksimal *mobile lifting crane* yang mengangkat generator diesel tersebut. Beban maksimal yang mampu diangkat oleh *crane* (*Maximal Lifting Capacity*) haruslah lebih besar dari berat generator diesel itu sendiri .



Gambar 2.12 *Mobile Lifting Crane*
(Sumber: www.google.com)

Gambar 2.12 merupakan contoh dari *mobile lifting crane* yang sering digunakan dalam pengaplikasian generator. Beban generator dan *Maximal Lifting Capacity* dari *mobile crane* harus dipastikan terlebih dahulu agar proses pemasangan generator berjalan sesuai dengan perencanaan. Generator diesel yang dipasang harus diposisikan di tengah-tengah dari pondasi yang telah dibuat sebelumnya seperti pada Gambar 2.13.



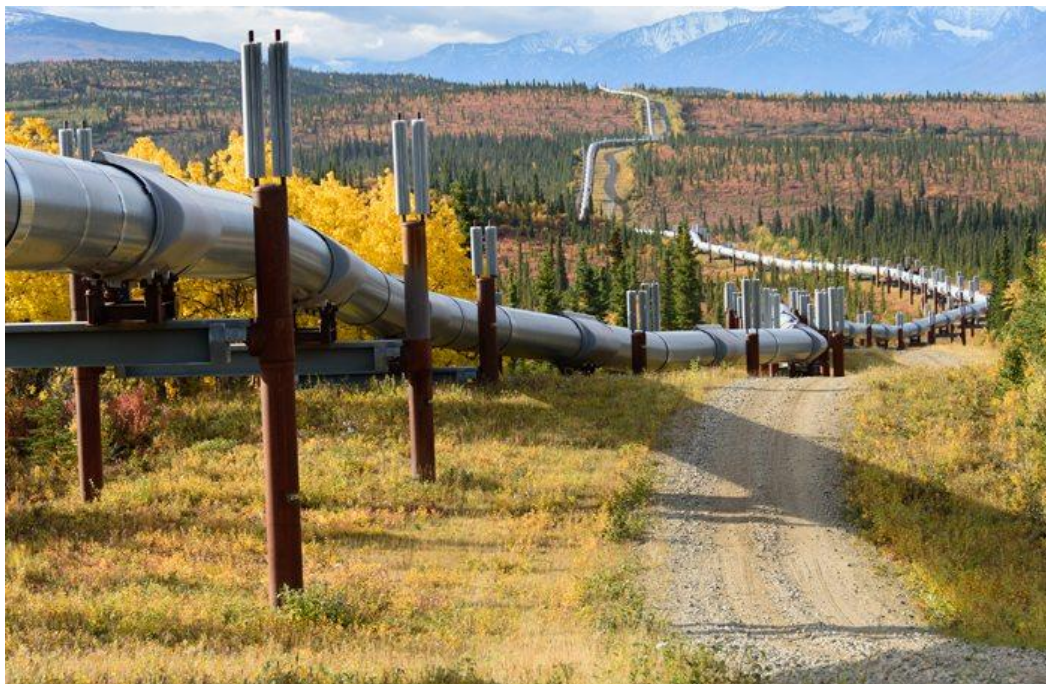
Gambar 2.13 Posisi Pemasangan Generator Diesel
(Sumber: Mahindrapowerol.com)

2.9 Transportasi Gas Alam

Pengiriman gas alam dari daerah produsen gas alam menuju daerah konsumen dibutuhkan sistem transportasi gas yang efisien dan efektif. Dalam banyak kasus gas alam yang diproduksi dari sumur gas harus dikirimkan dengan jarak yang jauh untuk mencapai

daerah dimana gas akan digunakan. Sistem transportasi gas alam terdiri dari jaringan yang kompleks dari sistem. Perpipaan, dimana sistem perpipaan ini didesain untuk mengirimkan gas secara cepat dan efektif menuju daerah konsumen gas.

Pipa transmisi mempunyai ukuran diameter mulai dari 6 hingga 48 *inch* tergantung kegunaannya. Untuk distribusi utama pipa yang digunakan berukuran 16 hingga 48. Pipa-pipa ini diproduksi di pabrik baja dimana ada 2 jenis produksi berbeda yaitu produksi khusus pipa berukuran kecil dan produksi khusus pipa berukuran besar. Pipa berukuran besar dari ukuran 20 hingga 48 *inch* diproduksi dari lembaran baja yang dibuat berbentuk tabung yang diujungnya dilas sehingga terbentuklah sebuah pipa.



Gambar 2. 14 Pipa Transportasi Gas Alam
(Sumber: www.nationofchange.org)

Pipa gas juga dilindungi dengan zat pelindung (*Coating*) untuk memastikan pipa tidak terkorosi ketika dioperasikan. Tujuan dari zat pelindung ini untuk melindungi pipa dari kelembaban dimana kelembaban akan menyebabkan pipa mengalami korosi. Zat pelindung pipa yang banyak digunakan adalah *fusion bond epoxy* dan juga *cathodic protection* yang dialiri listrik untuk mencegah terjadinya korosi.

2.9. Custody Transfer Metering Station

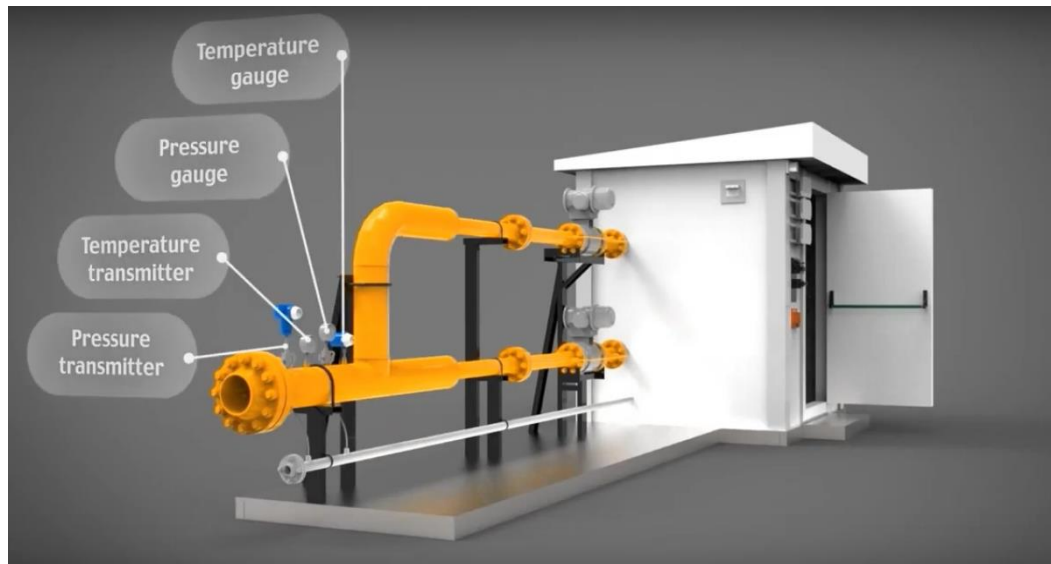
Custody Transfer Metering Station adalah sebuah titik lokasi dimana fluida gas akan diukur volumenya ketika gas tersebut akan dijual dari pihak penjual ke pembeli. *Custody transfer* umumnya akan melibatkan pihak-pihak sebagai berikut:

- 1.) Standar industri

- 2.) Standar pengukuran nasional
- 3.) Perjanjian kontrak diantara penjual dan pembeli
- 4.) Regulasi pemerintah

Custody Transfer Metering Station juga sering menjadi titik untuk pengukuran tekanan, laju dan temperatur. Beberapa komponen yang dapat ditemui di *Custody metering station* akan dijelaskan pada Gambar 2.15:

- 1.) *Flowmeter, Temperature & pressure gauge* dan *Temperature & pressure transmitter*



Gambar 2.15 *Custody Transfer Metering Station*
(Sumber: www.google.com)

Gambar 2.15 merupakan *Custody Transfer Metering Station*. Komponen-komponen yang sering dijumpai pada *Custody Transfer Metering Station* adalah *Flowmeter, Temperature & pressure gauge* dan *Temperature & pressure transmitter*. Penjelasan dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut

- 1.) *flowmeter*

Pada saat ini dibutuhkan akurasi tingkat tinggi dalam pengaplikasian *Custody Metering Sistem*, *flowmeter* yang digunakan oleh industri migas saat ini biasanya harus disetujui terlebih dahulu oleh badan terkait mengenai akurasinya. Untuk mengukur aliran gas biasanya digunakan *flowmeter* dimana terdapat 4 jenis *flowmeter* yang ada saat ini yaitu:

- 1.) *Differential pressure flowmeter*
- 2.) *Turbine flowmeter*

3.) *Positive displacement flowmeter*

4.) *Ultrasonic flowmeter*

- *Differential pressure flowmeter*

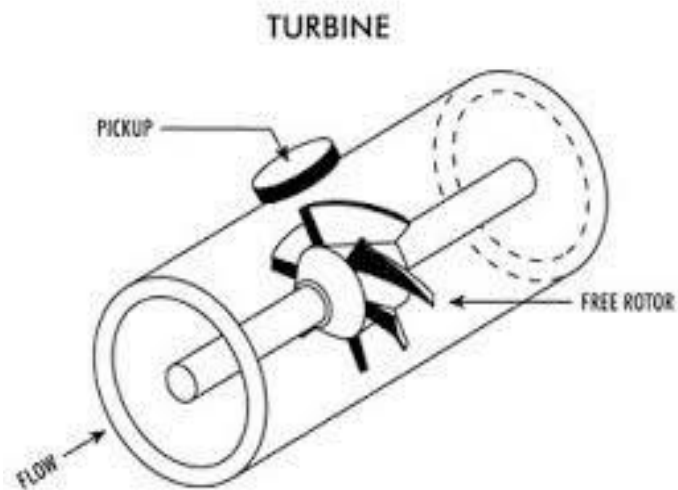
Differential pressure (DP) flowmeter digunakan untuk mengukur laju aliran migas. DP flowmeter terdiri dari *transmitter* dan *primary element*. *Primary element* biasanya ditempatkan pada aliran laju migas dan *transmitter* pada hulu maupun hilir dari aliran migas. Keuntungan dari penggunaan sistem *flowmeter* DP adalah sistem ini paling banyak dipelajari dan dipahami dari kalangan profesional dimana sistem ini mempunyai kelemahan berupa sering terjadinya penurunan tekanan pada jalur aliran gas.



Gambar 2.16 Differential pressure flowmeter
(Sumber: www.google.com)

- *Turbine Flowmeter*

Pertama ditemukan tahun 1790, *turbine flowmeter* terdiri dari rotor yang berbentuk seperti *propeller* yang berputar ketika fluida melewati rotor ini. Penggunaan *turbine flowmeter* ini mempunyai keuntungan yaitu harganya lebih murah dibandingkan dengan jenis *flowmeter* lain terutama untuk pipa-pipa berukuran besar. Kerugian dari *flowmeter* ini banyak komponennya merupakan komponen bergerak sehingga mudah untuk rusak.



Gambar 2.17 *Turbine Flowmeter*
 Sumber: (www.google.com)

- *Positive Displacement Flowmeter*

Positive Displacement Flowmeter (PD) adalah salah satu *flowmeter* yang paling akurat yang banyak digunakan di dunia industri. *PD flowmeter* mempunyai keuntungan yaitu *flowmeter* ini telah banyak disetujui penggunaannya oleh badan terkait, juga *PD meter* ini berfungsi optimal ketika mengukur aliran yang bertekanan lemah. Kerugian dari penggunaan *PD meter* adalah alat ini tidak mampu untuk membaca kecepatan aliran dari fluida yang melewatinya.



Gambar 2.18 *Positive Displacement Flowmeter*
 Sumber: (www.google.com)

- *Ultrasonic Flowmeter*

Ultrasonic Flowmeter (UF) digunakan pertama kali tahun 1963 di Jepang. *UF flowmeter* mampu membaca laju aliran volumetrik dimana metode yang digunakan adalah metode waktu transit dari gelombang suara fluida. *UF Flowmeter* mempunyai keuntungan dimana penggunaannya bisa di banyak tempat seperti produksi minyak mentah, transportasi, dan pemrosesan gas alam. Tidak seperti *flowmeter* lain *UF flowmeter* tidak mengalami penurunan tekanan, pengaplikasiannya cenderung mudah dan *maintenance* yang murah.



Gambar 2.19 *Ultrasonic Flowmeter*
(Sumber: www.google.com)

2.) *Temperature & pressure gauge*

Temperature & pressure gauge berfungsi untuk menunjukkan angka suhu dan tekanan fluida yang melewati *metering station*. Dimana satuan dari tempetur biasanya adalah *celcius* maupun *fahrenheit* dan satuan tekanan adalah Mpa. Alat ini biasanya berbahan tahan panas dan tahan karat.

PRSGE



Gambar 2.20 *Temperature & pressure gauge*
(Sumber: www.google.com)

3.) *Temperature & pressure Transmitter*

Temperature & pressure Transmitter adalah sebuah instrumen yang mempunyai sensor suhu maupun tekanan yang akan mengirmkan datanya menuju alat penunjuk ukuran seperti *gauge, monitor, recorder* dan sebagainya. Alat ini biasanya berbahan tahan panas dan tahan karat.

YUNYI



Gambar 2.21 *Temperature & pressure Transmitter*
(Sumber: www.google.com)

2.10. Tinjauan Pustaka

2.10.1. Regasification Of LNG

Penelitian ini ditulis oleh Gede Wibawa mengenai perancangan pabrik unit regasifikasi untuk menyuplai kebutuhan gas di daerah Bali. Kapasitas pabrik regasifikasi yang dirancang dalam penelitian ini adalah sebesar 100 MMSCFD dan akan memasok kebutuhan gas di 3 lokasi pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) yaitu di PLTG pesanggaran, PLTG Pamaran, dan PLTG Gilimanuk. Ketika dilakukan penelitian ini ketiga pembangkit tersebut mampu untuk menyuplai 547,8 MW atau sebesar 74,4% kapasitas listrik di Bali. Penelitian ini menetapkan spesifikasi *feed* dan produk dari LNG yang dihasilkan dibawah ini.

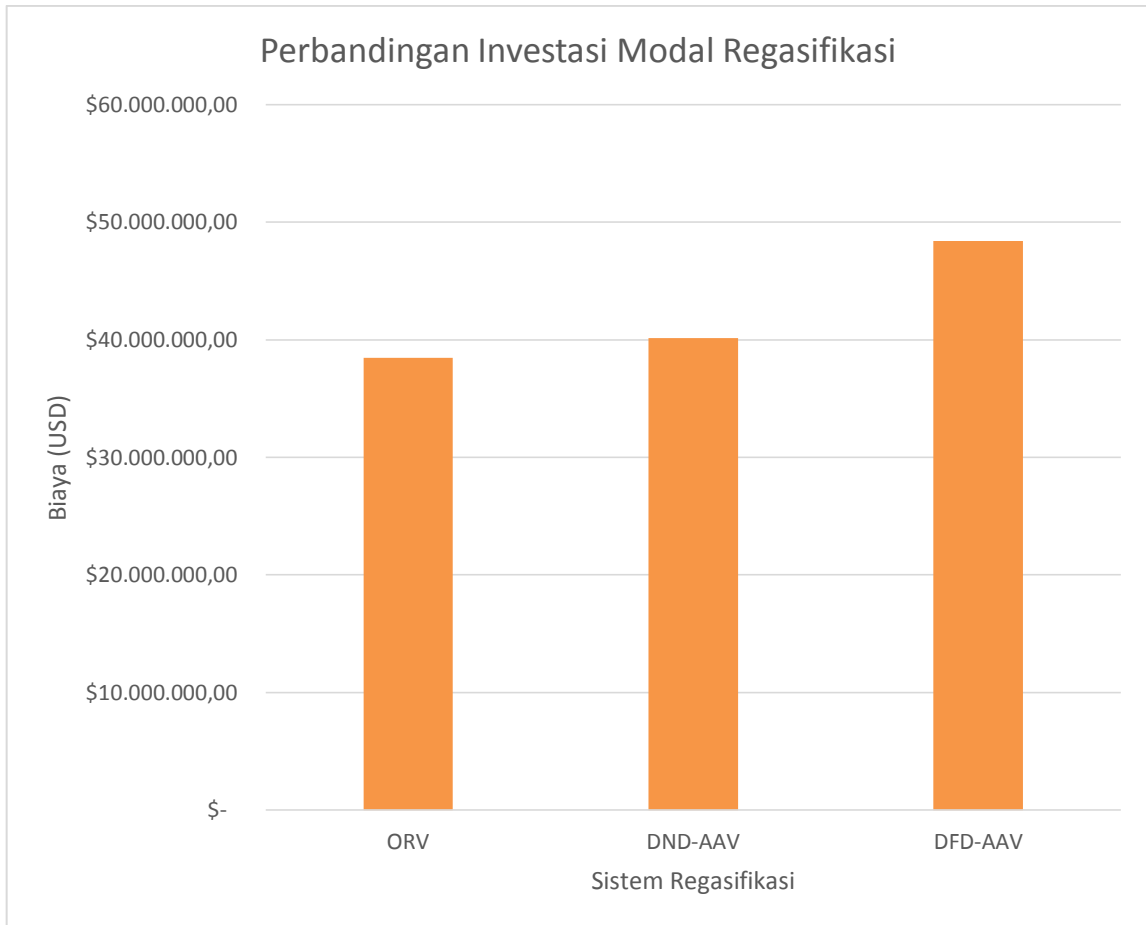
Tabel 2.1: Spesifikasi *Feed* Dan Produk

Aliran	Spesifikasi	
Masuk	Tekanan	1,13 bar
	Suhu	-161°C
	CH ₄	0,95 % mol
	C ₂ H ₆	0,04 % mol
	C ₃ H ₈	0,0005 % mol
	Nitrogen	0,004 % mol
	Dimethyl Sulphide	0 % mol
	Tert-butyl-mercaptan	0 % mol
Keluar	Tekanan	10 bar
	Suhu	65,32°C
	CH ₄	0,94 % mol
	C ₂ H ₆	0,04 % mol
	C ₃ H ₈	0,0005 % mol
	Nitrogen	0,004 % mol
	Dimethyl Sulphide	0,005 % mol
	Tert-butyl-mercaptan	0,005 % mol

Pada Tabel 2.1 menjelaskan spesifikasi *feed* dan produk dari regasifikasi dimana terdapat 2 perencanaan yaitu perencanaan masuk dan keluar. Pada perencanaan masuk spesifikasi tekanan sebesar 1,13 bar, suhu -161°C , CH_4 sebesar 0,95% mol, C_2H_6 sebesar 0,04 % mol, C_3H_8 sebesar 0,0005 % mol, nitrogen sebesar 0,0004% mol, Dimethyl Sulphide dan Tert-butyl-mercaptan sebesar 0% mol. Sedangkan spesifikasi keluar dari sistem regasifikasi ini adalah tekanan sebesar 10 bar, suhu $65,32^{\circ}\text{C}$, CH_4 sebesar 0,94% mol, C_2H_6 sebesar 0,04 % mol, C_3H_8 sebesar 0,0005 % mol, nitrogen sebesar 0,0004% mol, Dimethyl Sulphide dan Tert-butyl-mercaptan sebesar 0,005% mol. Penelitian ini akan menjadi referensi spesifikasi dari LNG apabila sistem suplai generator yang dipilih adalah sistem suplai regasifikasi.

2.10.2. Cost Effective Pada Sistem Regasifikasi LNG Di Indonesia

Penelitian ini ditulis oleh Dananto. A mengenai evaluasi data desain dan *cost effective* terhadap 3 metode regasifikasi LNG. Metode regasifikasi LNG yang dijadikan bahan penelitian yaitu *Open Rack Vaporizer* (ORV) dengan menggunakan air laut sebagai sumber panas, *Direct Natural Draft, Ambient Air Vaporizer* (DND-AAV) dan *Direct Forced Draft Ambient Air Vaporizer*, (DFD-AAV) yang menggunakan udara ambien sebagai sumber panas. Dalam membantu simulasi untuk melakukan penelitian peneliti menggunakan software *HYSYS 7.3* dimana ketiga metode regasifikasi tersebut dijalankan pada kapasitas yang sama. Hasil dari penelitian ini yang dijadikan tolak ukur dalam tugas akhir ini adalah perbandingan harga dari ketiga sistem regasifikasi. Dimana harga dari ketiga sistem regasifikasi tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 2.22 Perbandingan Investasi Modal Regasifikasi

Pada Gambar 2.22 menjelaskan perbandingan investasi modal regasifikasi dari ketiga metode. Metode regasifikasi ORV akan membutuhkan biaya sebesar \$38,444,476, metode DND-AAV akan membutuhkan biaya sebesar \$40,143,486, metode DFD-AAV akan membutuhkan biaya sebesar \$48,387,914. Penelitian ini akan menjadi referensi dari jenis regasifikasi yang dipilih berdasarkan harga apabila sistem suplai gas yang direncanakan melalui sistem suplai regasifikasi.

2.10.3. Analisis Tekno-Ekonomi Integrasi Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sistem Regasifikasi LNG Pada PLTMG (Gas Engine)

Penelitian ini ditulis oleh Dian H.L mengenai rancangan integrasi sistem yang optimal untuk pengembangan sistem regasifikasi pada terminal LNG untuk mendapatkan *profit* lebih dengan memanfaatkan energi panas apabila sistem regasifikasi dan pembangkit listrik menjadi terintegrasi. Dimana hasil dari penelitian sistem terintegrasi antara regasifikasi dan pembangkit listrik akan dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Hasil Perhitungan Perbandingan Efisiensi

Sistem Terintegrasi		Sistem Terpisah	
Daya Output	17230 kW	Daya Output	17230 kW
PS CW Pump	17,41 kW	PS CW Pump	107,2 kW
PS Heat Exchanger	0 kW	PS Heat Exchanger	107,2 kW
		PS SW Pump	18 kW
Daya Bersih	17212,59 kW	Daya Bersih	16997,6 kW
LNG Input	4 MMSCFD	LNG Input	4 MMSCFD
Massa LHV	39360 Kj/Kg	Massa LHV	49460 kJ/kg
Energy masuk	48896,7 kWh	Energy masuk	48896,7 kWh
Energy keluar	17212,59 kWh	Energy keluar	16997,6 kWh
Efisiensi	35,20%	Efisiensi	34,76%
Selisih Efisiensi	0,44%		
Selisih kWh Netto	215 kWh		

Pada Tabel 2.2 membandingkan dua jenis sistem yaitu sistem terintegrasi dan sistem terpisah. Pada sistem yang terintegrasi antara regasifikasi dan generator daya *output* yang dihasilkan adalah sebesar 17.23 kW, daya *output* yang dihasilkan oleh PS CW *Pump* adalah sebesar 17,41 kW dan akan menghasilkan daya bersih sebesar 17212,59 KW. LNG *input* dari sistem yang terintegrasi sebesar 4 MMSCFD dan mempunyai massa LHV sebesar 39360Kj/Kg , *energy* masuk sebesar 48896,7 kWh dan *energy* keluar sebesar 17212,59 kWh, efisiensi sebesar 35,20%. Pada sistem terpisah antara regasifikasi dan generator daya *output* yang dihasilkan adalah sebesar 17.230kW, daya *output* yang dihasilkan oleh PS CW *Pump* adalah sebesar 107,2 KW, PS *Heat Exchanger* adalah sebesar 107,2 KW, PS *SW Pump* adalah sebesar 18 KW dan akan menghasilkan daya bersih sebesar 16997,6 KW. LNG *input* dari sistem yang terintegrasi sebesar 4 MMSCFD dan mempunyai massa LHV sebesar 49460Kj/Kg , *energy* masuk sebesar 48896,7 kWh dan *energy* keluar sebesar 16997,6 kWh, efisiensi sebesar 34,76%. Dari data ini akan menghasilkan selisih efisiensi sebesar 0,44% dan selisih kWh netto sebesar 215 kWh.

Penelitian ini akan menjadi referensi untuk sistem terintegrasi antara regasifikasi dan generator bila sistem suplai gas menggunakan sistem regasifikasi.

2.10.4. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Ujung Pandang

Penelitian ini ditulis oleh Jeremias.L mengenai rencana umum pembangunan pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) di ujung pandang dimana pembangkit yang

direncanakan akan menghasilkan daya sebesar 2 X 4,5 MW. Pada penelitian ini yang dapat menjadi bahan literatur adalah relay proteksi dari sebuah generator yang umumnya digunakan. *Relay* proteksi adalah *relay numeric* yang diproses oleh sebuah *microprocessor*. *Relay numeric* atau *relay digital* yang digunakan adalah DGP Sistem. DGP sistem adalah sebuah mikroprosesor yang dikombinasikan dengan *relay digital* di mana menggunakan sampling bentuk gelombang dari arus dan tegangan input untuk keperluan proteksi, kontrol, dan memonitor generator. Sampling tadi digunakan untuk menghitung arus dan fasa tegangan yang mana digunakan untuk fungsi algoritma proteksi. DGP Sistem menggunakan *interface MMI (Man Machine Interface)* dan *DGP LINK software* komunikasi yang sesuai dengan *digital relay system*. Fungsi ini merupakan proteksi yang ada pada sistem GDP, antara lain:

1.) *Stator Differential*

Fungsi ini menyediakan Proteksi dengan kecepatan tinggi selama terjadi gangguan fasa-fasa, dan tiga fasa didalam stator generator. *Stator differential* menggunakan sebuah produk restraint algoritma dengan dual slope karakteristik. *Stator differential* tidak akan bekerja untuk gangguan berulang pada belitan mesin. Ini juga tidak akan bekerja untuk gangguan satu fasa ketanah, jika sistem tersebut tidak ditanahkan atau ditanahkan dengan impedansi yang tinggi. Proteksi terhadap hubung tanah akan berfungsi jika netral dari mesin (atau salah satu mesin yang dioperasikan paralel) ditanahkan. Sebuah bagian kecil dari belitan sampai titik netral tidak dapat diproteksi, jumlah gangguan sangat ditentukan dari tegangan yang dapat menyebabkan arus *pick-up* minimum yang mengalir sampai titik netral dan impedansi pentanahan. Peralatan pembatas arus pada rangkaian netral tanah akan meningkatkan impedansi netral dan akan menurunkan fungsi proteksi gangguan tanah.

2.) *Current Unbalance*

Di sini ada beberapa kondisi tidak normal pada generator, kondisi tidak normal ini dapat berupa ketidakseimbangan beban, gangguan pada sistem dan rangkaian terbuka. Komponen urutan negative (I_2) dari arus stator berhubungan langsung dengan kondisi tidak normal ini dan pengaturan jumlah putaran fluks medan pada mesin. Kekurangan ini akan menyebabkan pemanasan pada inti rotor. Kemampuan dari mesin untuk bertahan dari pemanasan yang disebabkan oleh arus yang tidak terbatas (*unbalance current*). Proteksi current unbalance dari DGP sistem menyediakan karakteristik waktu operasi yang cepat sesuai $I^2 T = K$. Sebuah karakteristik linear yang dibuat kira-kira untuk pendinginan mesin sementara pada kondisi arus yang tidak terbatas (*unbalance current*).

Didalamnya ditambahkan 46T, DGP sistem juga memasukkan sebuah *alarm unbalance current* (46A) yang mana dioperasikan oleh komponen urutan *negative* (I2) disesuaikan dengan *pick-up* dan *time delay*.

3.) *Loss of Excitation*

Fungsi ini digunakan untuk mendeteksi kekurangan eksitasi pada mesin sinkron. DGP sistem memasukkan dua karakteristik mho, untuk mendeteksi mesin, tiap bagian disesuaikan jangkauan, waktu mati dan pewaktuan. Logika disediakan dalam DGP sistem untuk memblok fungsi ini dari adanya tegangan urutan negative (dideteksi oleh sebuah *Voltage transformer fuse failure condition*) dan sebuah eksternal VTFF Digital input DI6. Eksitasi dapat hilang karena tripnya *field breaker*, rangkaian terbuka atau hubung singkat pada belitan medan, kerusakan pada regulator, atau hilangnya sumber untuk meyuplai belitan medan. Ketika sebuah generator sinkron kehilangan eksitasi, ini cenderung membuatnya menjadi sebuah generator induksi. Jika ini berlangsung pada kecepatan normal, beroperasi dengan daya yang berkurang, dan penerimaan daya reaktif (VARs) dari sistem. Impedansi ini dilihat oleh *relay*, *relay* melihat generator bukan sebagai gangguan tetapi merupakan karakteristik mesin. Aliran daya sebelumnya berkurang akibat eksitasi. Studi mengindikasikan bahwa fungsi dari zona mho dapat diset untuk mendeteksi kasus kegagalan eksitasi dalam waktu yang singkat. Dan zona kedua dapat mendeteksi semua kasus kegagalan eksitasi. Setting waktu yang lama dibutuhkan oleh *second zone* (40-2) untuk keamanan selama kondisi ayunan daya untuk sistem stabil.

4.) *Anti Motoring*

Fungsi ini untuk mengatasi terjadinya aliran daya aktif dari sistem ke generator. Kondisi ini terjadi saat semua atau sebagian *prime mover* hilang daya putarnya, dan saat itu juga daya yang dibangkitkan kurang dari daya beban. Daya aktif / nyata akan mulai mengalir ke dalam generator dari sistem. *Motoring power* secara khusus membedakan jenis penggerak mula seperti yang ditunjukkan oleh Tabel di bawah. Untuk spesifikasi penggunaan, minimum penggerak daya dari generator dapat diperoleh dari supply setiap unit.

5.) *Time overcurrent with voltage restraint* (51V)

Sebuah sistem harus dapat dilindungi dari gangguan, untuk itu *time overcurrent with voltage restraint* yang terdapat pada DGP sistem berfungsi untuk sebagai *back up protection*.

6.) *Stator Ground (64G1)*

Fungsi ini untuk mendeteksi adanya gangguan stator *ground fault* dengan sebuah impedansi ground yang tinggi pada generator. Pada keadaan normal netral dari belitan stator mempunyai potensial tertutup terhadap *ground*.

7.) *Ground Overcurrent (51 GN)*

Fungsi ini untuk mengatasi adanya arus lebih yang terjadi akibat adanya hubung singkat pada generator. Prinsip kerja dari *Ground over current* sama dengan prinsip kerja overcurrent relay.

8.) *Over excitation (24)*

Fungsi ini untuk mengatasi arus eksitasi yang berlebih pada rotor, eksitasi yang lebih pada generator dapat menaikkan temperatur pada belitan stator akibat arus yang besar sehingga dapat merusak belitan rotor.

9.) *Over Voltage*

Fungsi ini untuk mengatasi adanya tegangan lebih pada generator. Tegangan yang berlebih yang melampaui dari batas maksimum yang diijinkan dapat menyebabkan kerusakan isolasi dari belitan stator dan berakibat pada hubung singkat antara belitan. Selain itu *overvoltage* dapat mengakibatkan terjadinya *overspeed* dan merusak pengatur tegangan otomatis (AVR).

10.) *Under Voltage*

Fungsi ini untuk mendeteksi mengatasi tegangan yang rendah pada *output* generator. Apabila generator bekerja pada tegangan yang rendah maka akibat pada beban. Tegangan yang rendah pada generator akan mengakibatkan daya yang dipasok ke beban berkurang sehingga merugikan. Apabila generator berada dalam interkoneksi maka akan mengakibatkan terjadinya aliran daya ke generator.

11.) *Over and Under Frequency*

Fungsi ini untuk mendeteksi frekuensi generator, under frekuensi dapat menyebabkan membukanya CB sehingga perlu dideteksi, untuk mengatasinya dengan dilakukan dengan menyeimbangkan beban dengan daya yang dibangkitkan. *Over frequency* dapat menyebabkan *over speed, overvoltage* sehingga dapat membahayakan generator.

12.) *Voltage Transformer Fuse Failure (VTFF)*

Fungsi ini dapat *operate* untuk semua *Partial loss* dari tegangan AC yang disebabkan satu atau lebih blown fuses, jika tegangan AC hilang *negative squence voltage detector* akan *pickup* dan *positive squence detector* akan akan *drop out*.

2.10.5. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas Dengan Menggunakan Bahan Bakar LNG Dan Minyak Solar Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Bali

Penelitian ini ditulis oleh K.G.Trisna yang bertujuan melakukan pengkajian unjuk kerja pembangkit yang meliputi daya efektif, torsi, konsumsi bahan bakar, efisiensi termal, dan analisis keekonomiannya diantara kedua suplai bahan bakar yaitu solar dan gas. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Data Perhitungan Daya Efektif

Data	Nilai	
	Dual Fuel	Single Fuel
Daya Generator	15654000 Watt	16844000 Watt
Daya Efektif	18308771,93 Watt	19700584,8 Watt
Putaran Mesin	500 rpm	

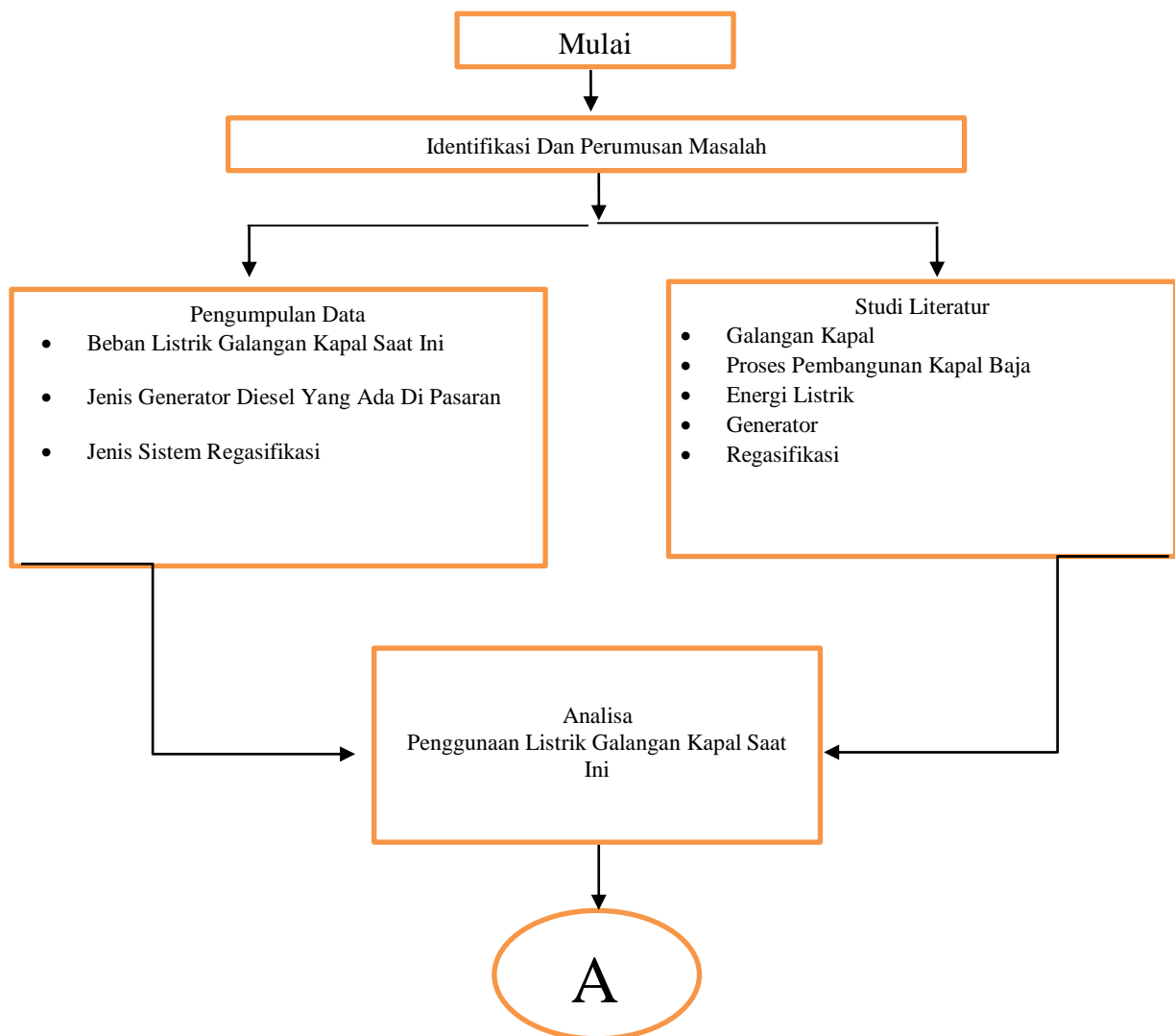
Pada Tabel 2.3 menjelaskan data perhitungan daya efektif dari *dual fuel* (solar-LNG) dan *single fuel* (LNG saja) dimana daya dari generator untuk dual fuel adalah sebesar 15,65 MW dan sebesar 16,84 MW untuk *single fuel*. Daya efektif yang dihasilkan generator ketika disuplai bahan bakar *dual fuel* adalah sebesar 18,3 MW dan ketika disuplai single fuel akan menghasilkan 19,7MW. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa apabila generator *single fuel* mempunyai produksi daya yang lebih besar dibandingkan generator *dual fuel*

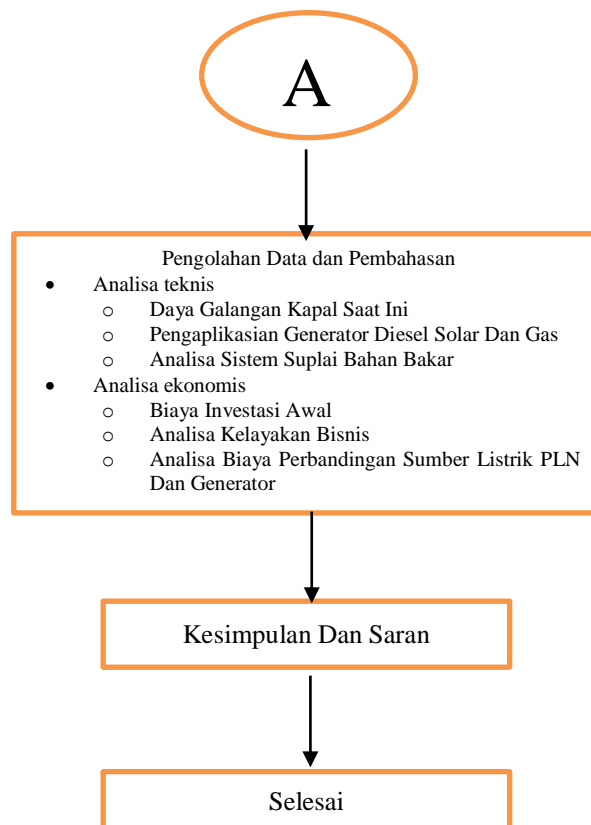
Penelitian ini akan menjadi referensi pemilihan generator antara generator *single fuel* dan *dual fuel*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Pada bab metodologi ini akan dibahas tentang alur pengerjaan tugas akhir mulai dari identifikasi masalah hingga kesimpulan penelitian. Gambar 3.1 akan menjelaskan tentang metodologi yang digunakan pada penelitian ini





Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Identifikasi Dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dari penelitian ini, langkah awal yang dikerjakan adalah menentukan rumusan masalah yang akan diteliti. Pertama adalah jenis sumber listrik apa yang digunakan oleh Galangan Kapal saat ini, kedua bagaimana langkah teknis pengaplikasian sumber energi dari generator baik solar maupun gas, dan yang terakhir adalah berapa besar investasi yang dibutuhkan serta berapa keuntungan atas penghematan dari konversi sumber energi listrik.

3.3 Tahapan Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan tinjauan pustaka terkait dengan permasalahan pada tugas akhir ini. Materi-materi yang dijadikan pokok dalam studi literatur adalah:

- Alat alat yang digunakan dalam proses bangunan baru di Galangan Kapal beserta daya yang dibutuhkan
- Proses pembangunan kapal baja
- Energi listrik

- Generator
- Regasifikasi

3.4. Tahapan Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Sebagian data-data yang akan digunakan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

- 1.) Sumber listrik Galangan Kapal saat ini
- 2.) Kebutuhan daya dari masing-masing peralatan di Galangan Kapal
- 3.) Durasi pemakaian dari masing-masing peralatan di Galangan Kapal
- 4.) Layout Galangan Kapal PT.DPS
- 5.) *Wiring Diagram* PT. DPS

3.5. Tahapan Analisa Penggunaan Listrik Di Galangan Kapal Saat Ini

Pada tahapan ini dilakukan analisa dari data penggunaan listrik di Galangan Kapal saat ini. Analisa yang dilakukan adalah menghitung kebutuhan daya dari Galangan Kapal per jam, sehingga didapatkan beban puncak selama satu hari dari Galangan Kapal. Data beban puncak tersebut diperlukan untuk menentukan ukuran daya dari generator yang akan diaplikasikan

3.6. Tahapan Analisis Teknis

Pada tahapan ini menjelaskan pengaplikasian teknis dari generator solar dan gas. Langkah teknis meliputi sistem suplai bahan bakar masing-masing generator serta komponen tambahan untuk sistem suplai dari generator tersebut. Penentuan lokasi dari generator pada Galangan Kapal juga masuk pada tahapan ini.

3.7. Tahapan Analisis Ekonomi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan secara ekonomis pada investasi yang dilakukan baik konversi ke generator solar maupun gas.

3.8. Tahap Kesimpulan

Pada tahapan ini dirangkum hasil analisis teknis dan ekonomis yang didapat serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut. Adapun perhitungan yang dilakukan antara lain

- 1.) Total Investasi dari masing-masing generator solar dan gas
- 2.) Estimasi penghematan yang dilakukan ketika konversi sumber energi listrik

dilakukan

3.) Perhitungan NPV,IRR,ROI dan *Payback Period*.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 4

PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA GALANGAN KAPAL SAAT INI

4.1. Konsumsi Energi Listrik Di Galangan Kapal

Dalam proses produksi sebuah Galangan Kapal membutuhkan energi listrik agar dapat mencapai target produksinya. Proses produksi kapal dapat dibagi menjadi beberapa tahapan dimana setiap tahapan tersebut mempunyai aktifitas-aktifitas produktif yang berbeda. Aktifitas-aktifitas produktif tersebut ditunjang dengan peralatan produksi yang terdapat pada bengkel di berbagai departemen. Tabel 4.1 menunjukkan data kebutuhan daya energi listrik peralatan di Galangan Kapal pada tahun 2019:

Tabel 4.1: Tabel Kebutuhan Daya Listrik Peralatan Milik Galangan Kapal

Nama Alat	Daya (kW)	Jumlah	Total Daya Per Jenis Alat (kW)	Pemakaian (JAM)
Mesin Las 400 A ESAB	2,50	75	188,10	6
Mesin Las Lain	2,78	46	128,01	6
Mesin Bubut Besar	56,24	2	112,48	4
Mesin Bubut Kecil	18,26	12	219,12	3
Mesin Potong Manual	3,48	81	282,20	5
<i>Over Head Crane 5 ton</i>	4,30	6	25,80	4
<i>Over Head Crane 10 ton</i>	11,5	5	57,75	4
<i>Over Head Crane 16 ton</i>	28,80	2	57,60	4
Mesin Pres 500 ton	33,9	4	135,72	4
Mesin Pres 300 ton	21,34	4	85,37	4
Mesin Bending Pipa	19,86	2	39,72	4
Kompressor	44,90	4	179,60	3
<i>Vertical Boring Machine</i>	25,77	2	51,54	4
<i>Horizontal Milling & Boring Machine</i>	42,46	2	84,92	4
Mesin Gerida Tangan	0,54	25	13,50	3

Pada Tabel 4.1 peralatan produksi Galangan Kapal beserta daya dan pemakaiannya dimana terdapat mesin las 400 A sejumlah 75 unit mempunyai daya 2,50 KW dengan total daya 188,1 dan pemakaian sepanjang 6 jam, mesin las lain yang mempunyai daya sebesar 2,78 kW berjumlah 46 unit dengan total daya sebesar 128,01 kW pemakaian sepanjang 6 jam,

mesin bubut besar sejumlah 2 unit yang mempunyai daya sebesar 56,24 kW dengan total daya sebesar 56,24 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, mesin bubut kecil sejumlah 12 unit yang mempunyai daya sebesar 18,26 kW dengan total daya sebesar 219,12 dengan pemakaian sepanjang 3 jam. Mesin potong manual 3,48 kW dengan total daya sebesar 282,20 dengan pemakaian sepanjang 5 jam, *overhead crane* 5 ton 4,3 kW dengan total daya sebesar 25,8 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, *overhead crane* 10 ton 11,55 kW dengan total daya sebesar 57,75 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, *overhead crane* 16 ton 28,8 kW dengan total daya sebesar 57,6 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, mesin pres 500 ton sebesar 33,93 kW dengan total daya sebesar 135,72 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, mesin pres 300 ton sebesar 21,344 kW dengan total daya sebesar 85,376 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, mesin *bending* pipa 19,86 kW dengan total daya sebesar 39,72 kW dengan pemakaian sepanjang 5 jam, kompresor 44,9 kW dengan total daya sebesar 179,60 kW dengan pemakaian sepanjang 3 jam. *Vertical boring machine* 25,77 kW dengan total daya 51,54 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, *horizontal milling & boring machine* 42,46 kW dengan total daya 84,92 kW dengan pemakaian sepanjang 4 jam, mesin gerinda tangan 0,54 kW mempunyai total daya sebesar 13,5 kW dengan pemakaian sepanjang 3 jam

Setelah peralatan produksi yang dimiliki oleh Galangan Kapal terdapat pula peralatan produksi yang dimiliki oleh *sub-contractor*. Peralatan yang dimiliki oleh *sub-contractor* akan dijabarkan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Kebutuhan Daya Peralatan Milik *Sub-Contractor*

Nama Alat	Daya (kW)	Jumlah	Total Daya Per Jenis Alat (kW)	Pemakaian (Jam)
Welding Machine GMAW	2,78	32	89,05	6
Welding Machine SMAW	2,50	22	55,17	6
Gerinda	0,54	2	1,08	3

Pada Tabel 4.2 menjelaskan kebutuhan daya peralatan milik *sub-contractor*. Mesin las GMAW sejumlah 32 unit mempunyai daya 2,78 kW dengan total daya 89,05 kW dan pemakaian sepanjang 6 jam. Mesin las SMAW sejumlah 22 unit mempunyai daya 2,50 kW dengan total daya 55,17 kW dan pemakaian sepanjang 6 jam.

Setelah peralatan produksi yang dimiliki oleh Galangan Kapal dan *sub contractor* terdapat pula alat listrik dari perkantoran yang memakai daya listrik. Alat listrik dari perkantoran yang memakai daya listrik akan dijabarkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Penggunaan Alat Listrik Di Perkantoran

Nama Alat	Daya (kW)	Jumlah	Total Daya Per Jenis Alat (kW)	Pemakaian (Jam)
Lampu bohlam	0,02	274	6,30	10
Lampu TL	0,03	62	1,86	7
Komputer dan Laptop	0,06	81	5,26	7
<i>Air Conditioner</i>	0,32	69	22,08	7

Pada Tabel 4.3 menjelaskan kebutuhan daya peralatan listrik di perkantoran. Lampu bohlam 0,02 kW sebanyak 274 buah dengan total daya 6,30 kW dengan pemakaian sepanjang 10 jam. Lampu TL 0,03 kW sebanyak 62 buah dengan total daya 1,86 kW dengan pemakaian sepanjang 7 jam. Komputer dan Laptop 0,06 kW sebanyak 62 buah dengan total daya 1,86 kW dengan pemakaian sepanjang 7 jam. *Air Conditioner* 0,32 kW sebanyak 69 dengan total daya per jenis alat 22,08 kW dengan pemakaian sepanjang 7 jam.

Nama	Daya (kW)	Pemakaian							
		08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00
Peralatan Milik Galangan Kapal									
<i>Welding Machine 400 A</i>	188,10	✓	✓	✓			✓	✓	✓
<i>Welding Machine Other</i>	128,01	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Mesin Bubut Besar	112,48		✓	✓			✓	✓	
Mesin Bubut Kecil	219,12		✓	✓			✓		
Mesin Potong Manual	14,08		✓	✓			✓	✓	
<i>Over Head Crane 5 ton</i>	282,20	✓	✓	✓			✓		
<i>Over Head Crane 10 ton</i>	25,8	✓	✓	✓			✓		
<i>Over Head Crane 16 ton</i>	57,7	✓	✓	✓			✓		
Mesin Pres 500 ton	57,6		✓	✓			✓		
Mesin Pres 300 ton	135,7		✓	✓			✓		
Mesin Bending Pipa	85,37	✓	✓	✓			✓	✓	✓
<i>Compressor</i>	39,72			✓			✓	✓	✓
<i>Vertical Boring Machine</i>	89,80		✓	✓			✓	✓	
<i>Horizontal M&B Machine</i>	51,54	✓	✓	✓			✓		
Gerinda Tangan	0,54		✓	✓			✓		
Total (kW)		455,46	1355,40	1535,01			1535,01	855,23	409
Peralatan Milik Sub-Con									
Mesin Las GMAW	53,43	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Mesin Las SMAW	33,10	✓	✓	✓			✓	✓	✓
Gerinda Tangan	1,08		✓	✓			✓	✓	
Total (kW)		86,53	87,61	87,61			87,61	87,61	86,53
Total Alat Galangan Kapal & Subcon		542	1443,02	1622,63			1622,63	942,84	495,53
Total selama 1 hari (kWh)		6668,6872 kWh							

Tabel 4.4: Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik Dari Alat Produksi di Galangan Kapal

	Daya (kW)	Pemakaian						
		08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00
Galangan Kapal								
400 A	188,10	✓	✓	✓			✓	✓
Other	128,01	✓	✓	✓			✓	✓
Ar	112,48		✓	✓			✓	✓
il	219,12		✓	✓			✓	
annual	14,08		✓	✓			✓	✓
5 ton	282,20	✓	✓	✓			✓	
10 ton	25,8	✓	✓	✓			✓	
16 ton	57,7	✓	✓	✓			✓	
on	57,6		✓	✓			✓	
on	135,7		✓	✓			✓	
pa	85,37	✓	✓	✓			✓	✓
	39,72			✓			✓	✓
Machine	89,80		✓	✓			✓	✓
Machine	51,54	✓	✓	✓			✓	
	0,54		✓	✓			✓	
(W)		455,46	1355,40	1535,01			1535,01	855,01
Sub-Con								
W	53,43	✓	✓	✓			✓	✓
V	33,10	✓	✓	✓			✓	✓
	1,08		✓	✓			✓	✓
(W)		86,53	87,61	87,61			87,61	87,61
Galangan Kapal & n		542	1443,02	1622,63			1622,63	942,84
hari (kWh)		6668,6872 kWh						

Pada

Tabel 4.4 rekapitulasi penggunaan listrik di Galangan Kapal pada tabel ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (KWh). Pada tabel ini didapatkan total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 542 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1443,02 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1622,63 kWh , jam 13.00-14.00 adalah sebesar 1622,63 kWh , jam 14.00-15.00 adalah sebesar 942,84 kWh lalu jam 15.00-16.00 adalah sebesar 495,53 KWh .

Penjabaran pemakaian peralatan yang memakai daya listrik dari perkantoran akan dijabarkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekapitulasi Penggunaan Alat Listrik Perkantoran

	Nama Alat	

	Lampu Bohlam (6,302 kW)	Lampu TL (1,86 kW)	Komputer & Laptop (5,265 kW)	AC (22,08 kW)	Total Daya Per Jam (kWh)
Jam Pemakaian					
08.00-09.00	✓		✓	✓	33,64
09.00-10.00	✓		✓	✓	33,64
10.00-11.00	✓		✓	✓	33,64
11.00-12.00	✓		✓	✓	33,64
12.00-13.00	✓		✓	✓	33,64
13.00-14.00	✓		✓	✓	33,64
14.00-15.00	✓		✓	✓	33,64
15.00-16.00	✓		✓	✓	33,64
16.00-17.00	✓				8,16
17.00-18.00	✓				8,16
18.00-19.00		✓			1,86
19.00-20.00		✓			1,86
20.00-21.00		✓			1,86
21.00-22.00		✓			1,86
22.00-23.00		✓			1,86
23.00-00.00		✓			1,86
00.00-01.00		✓			1,86
01.00-02.00		✓			1,86
02.00-03.00		✓			1,86
03.00-04.00		✓			1,86
04.00-05.00		✓			1,86
05.00-06.00		✓			1,86
Total Selama Satu Hari	305,96 kWh				

Pada Tabel 4.5 rekapitulasi penggunaan listrik di perkantoran. Peralatan listrik di perkantoran yang dihitung yaitu lampu bohlam, komputer dan laptop, lampu TL dan *air conditioner*. Penggunaan komputer dan *air conditioner* dimulai pada jam 08.00 hingga jam 16.00. Penggunaan lampu bohlam dimulai dari jam 08.00 hingga 18.00 dan lampu TL dari jam 18.00 hingga jam 06.00. Dimana total daya selama satu hari dari peralatan listrik di perkantoran adalah sebesar 305,96 kW.

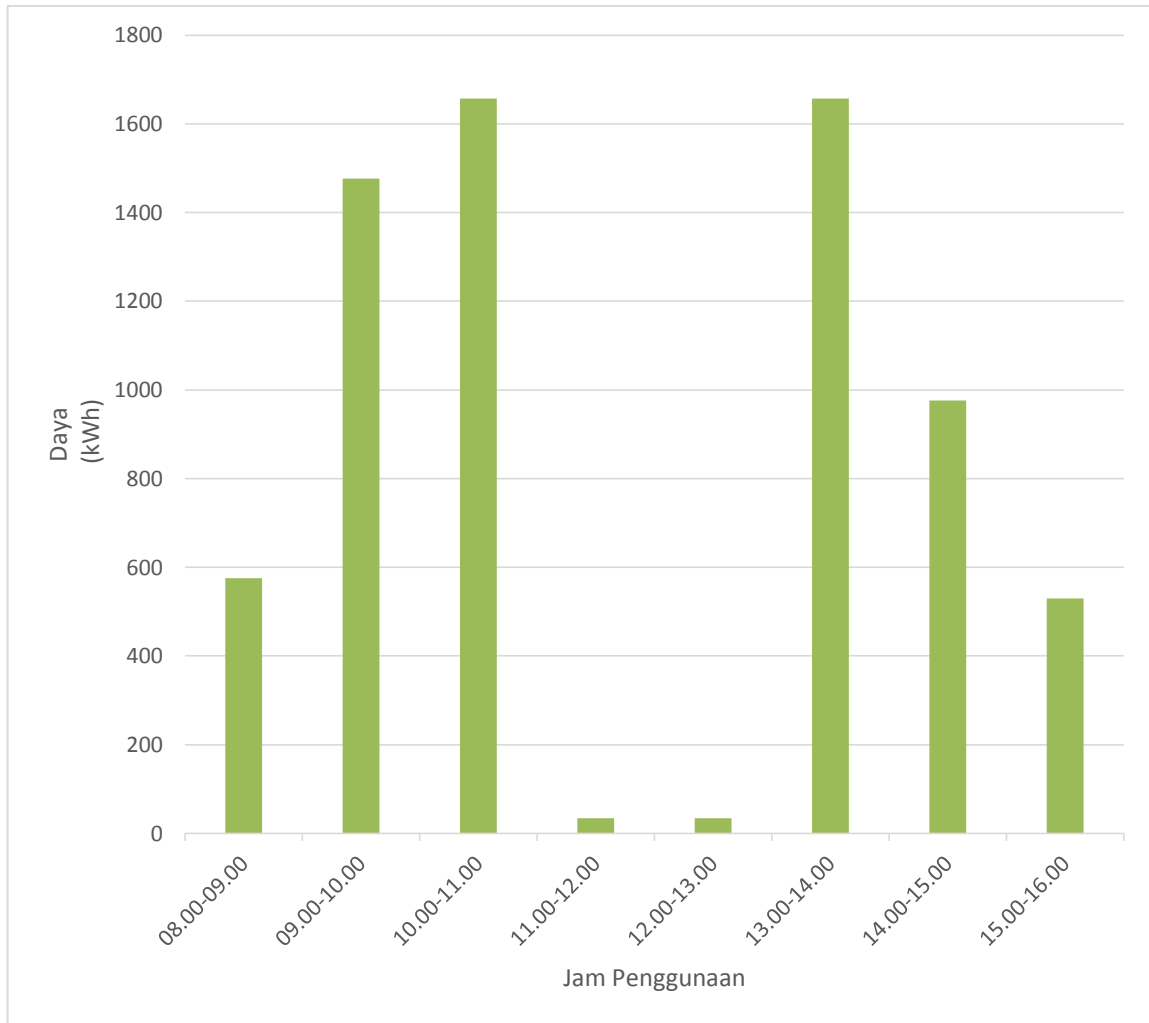
Rekapan dari penggunaan daya listrik dari peralatan produksi baik yang dimiliki oleh Galangan Kapal maupun *sub-contractor* dan alat listrik di perkantoran akan dijabarkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapan Pemakaian Daya Listrik

	Daya Listrik Alat Produksi (kWh)	Daya Listrik Perkantoran (kWh)	Total Daya Per Jam (kWh)
Jam Pemakaian			
08.00-09.00	542	33,64	575,64
09.00-10.00	1443,027	33,64	1476,67
10.00-11.00	1622,635	33,64	1656,28
11.00-12.00		33,64	33,64
12.00-13.00		33,64	33,64
13.00-14.00	1622,635	33,64	1656,28
14.00-15.00	942,849	33,64	976,49
15.00-16.00	495,539	33,64	529,18
16.00-17.00		8,16	8,16
17.00-18.00		8,16	8,16
18.00-19.00		1,86	1,86
19.00-20.00		1,86	1,86
20.00-21.00		1,86	1,86
21.00-22.00		1,86	1,86
22.00-23.00		1,86	1,86
23.00-00.00		1,86	1,86
00.00-01.00		1,86	1,86
01.00-02.00		1,86	1,86
02.00-03.00		1,86	1,86
03.00-04.00		1,86	1,86
04.00-05.00		1,86	1,86
05.00-06.00		1,86	1,86
Total	6974,46 kWh		

Pada Tabel 4.6 rekapitulasi pemakaian daya listrik secara keseluruhan di Galangan Kapal.). Pada tabel ini didapatkan total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 575,64 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1476,67 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1656,28 kWh , jam 11.00-12.00 adalah sebesar 33,64 kWh , jam 12.00-13.00 adalah sebesar 33,64 kWh .Jam 13.00-14.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1656,28 kWh, pada jam 14.00-15.00 sebesar 976,49 kWh, pada jam 15.00-16.00 sebesar 529,18 kWh. Pada jam 16.00 hingga 18.00 daya yang terpakai adalah sebesar 8,16 kWh per jamnya, pada jam 18.00-06.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1,86 kW per jamnya.

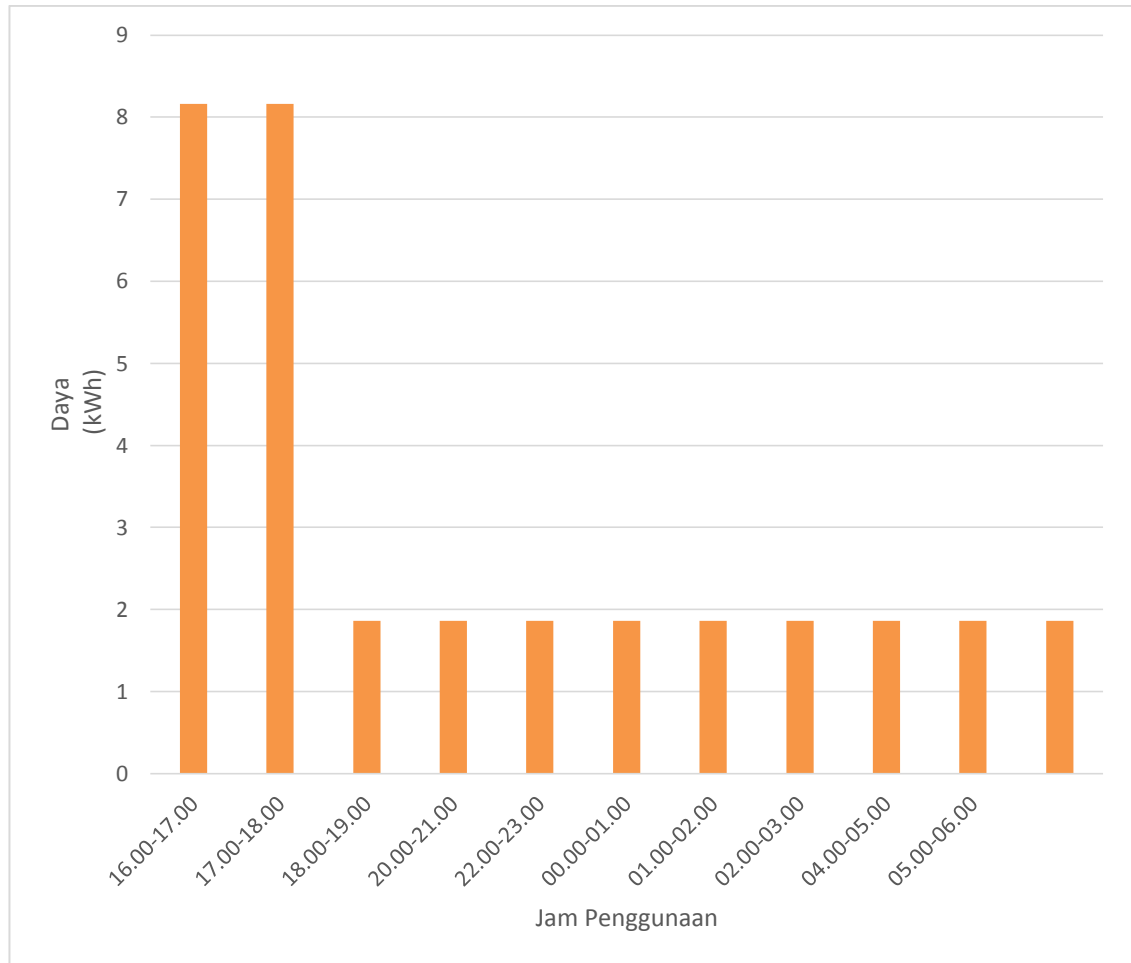
Dimana penggunaan energi secara total dari jam 08.00-16.00 akan dijabarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik di Galangan Kapal Pada Jam Kantor

Pada Gambar 4.1 menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 575,64 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1476,67 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1656,28 kWh , jam 11.00-12.00 adalah sebesar 33,64 kWh. Pada jam 12.00-13.00 adalah sebesar 33,64 kWh ,lalu jam 13.00-14.00 adalah sebesar 1656,28 kWh. Pada jam 14.00-15.00 daya yang terpakai adalah sebesar 976,49 kWh dan sebesar 529,18 kWh pada jam 15.00-16.00

Penggunaan energi listrik pada jam setelah kantor yaitu jam 16.00 hingga jam 06.00 akan dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Rekapitulasi Penggunaan Energi Listrik Setelah Jam Kantor

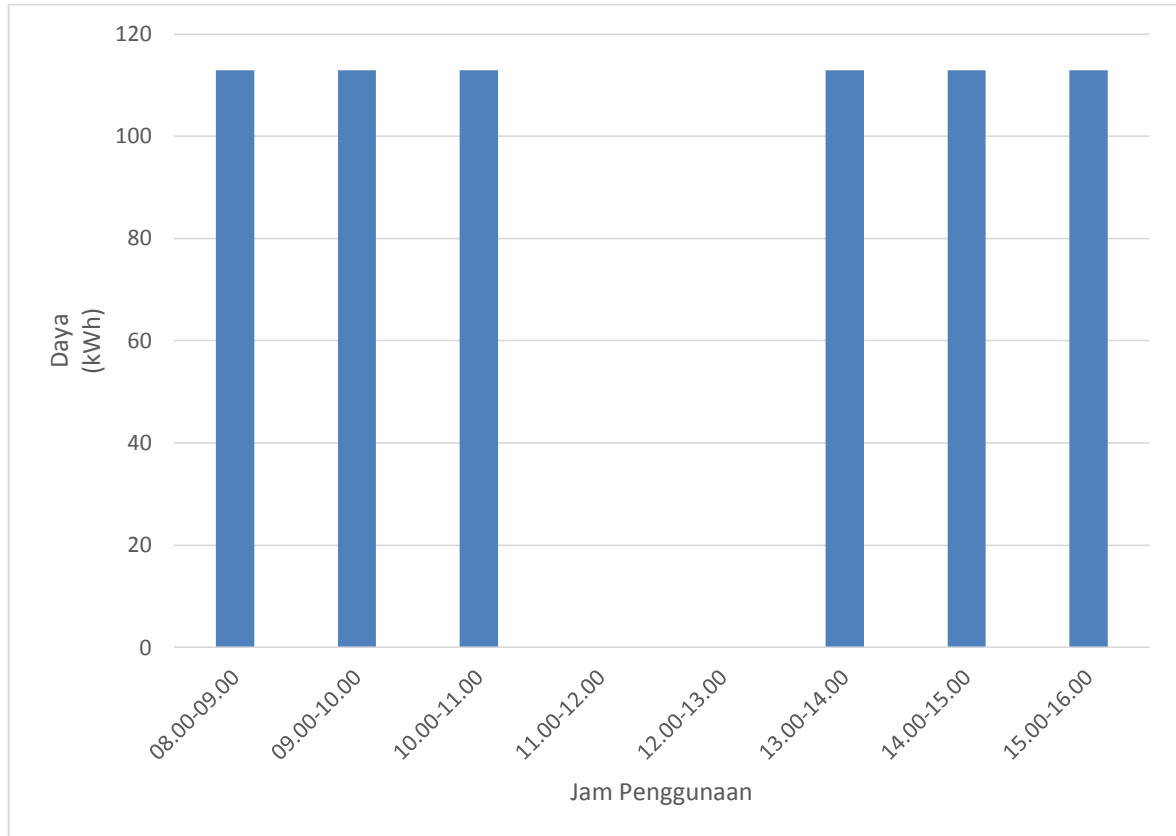
Pada Gambar 4.2 menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal total daya Galangan Kapal setelah jam kantor. Pada jam 16.00-17.00 adalah sebesar 8,16 kWh, jam 17.00-18.00 sebesar 8,16 kWh. Pada jam 18.00-19.00 sebesar 1,86 kWh per jamnya. Peralatan listrik yang hidup pada jam 16.00 hingga jam 18.00 adalah lampu bohlam dan lampu TL sedangkan pada jam setelah 18.00 peralatan listrik yang hidup hanya lampu TL.

Pada jam 16.00-17.00 adalah sebesar 8,162 kWh, jam 17.00-18.00 sebesar 8,162 kWh. Pada jam 18.00-19.00 sebesar 1,86 kWh per jamnya. Peralatan listrik yang hidup pada jam 16.00 hingga jam 18.00 adalah lampu bohlam dan lampu TL sedangkan pada jam setelah 18.00 peralatan listrik yang hidup hanya lampu TL.

4.2. Penggunaan Peralatan Daya Listrik Produksi Milik Galangan Kapal

Setelah dijelaskan penggunaan daya listrik per alat pada bab 4.1 selanjutnya akan dijabarkan penggunaan daya listrik dari setiap alat produksi di Galangan Kapal. Peralatan produksi ini merupakan peralatan yang digunakan ketika Galangan Kapal menjalankan proses produksinya, baik bangunan baru maupun reparasi. Penggunaan daya per meliputi mesin las,

mesin bubut, mesin potong manual, *crane*, mesin pres, kompresor, mesin bending pipa, *Milling & Boring Machine* dan gerinda tangan. Penjabaran pemakaian per alat akan dijabarkan sebagai berikut



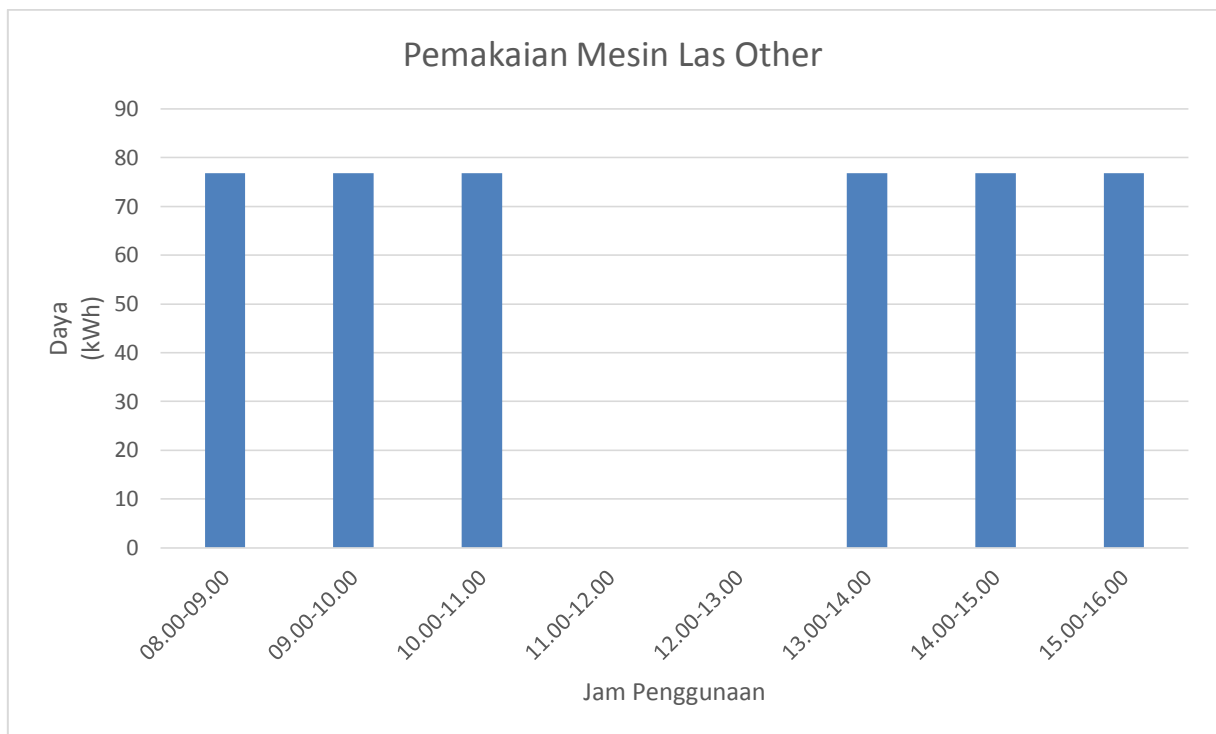
Gambar 4.3 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Las Galangan Kapal

Pada Gambar 4.3 Rekapitulasi penggunaan mesin las di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (KWh). Pada tabel ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 112,86 kWh perjamnya dari jam 08.00 sampai 16.00. Gambar dari alat yang digunakan akan ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mesin Las ESAB

Pada Gambar 4.4 merupakan mesin las yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 22 volt dan 114 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 2,50 kWh. Bila dijumlahkan dengan semua mesin las dan *duty cycle* sebesar 60% jenis ini maka total daya dari mesin las ini adalah sebesar 112,86 kWh.



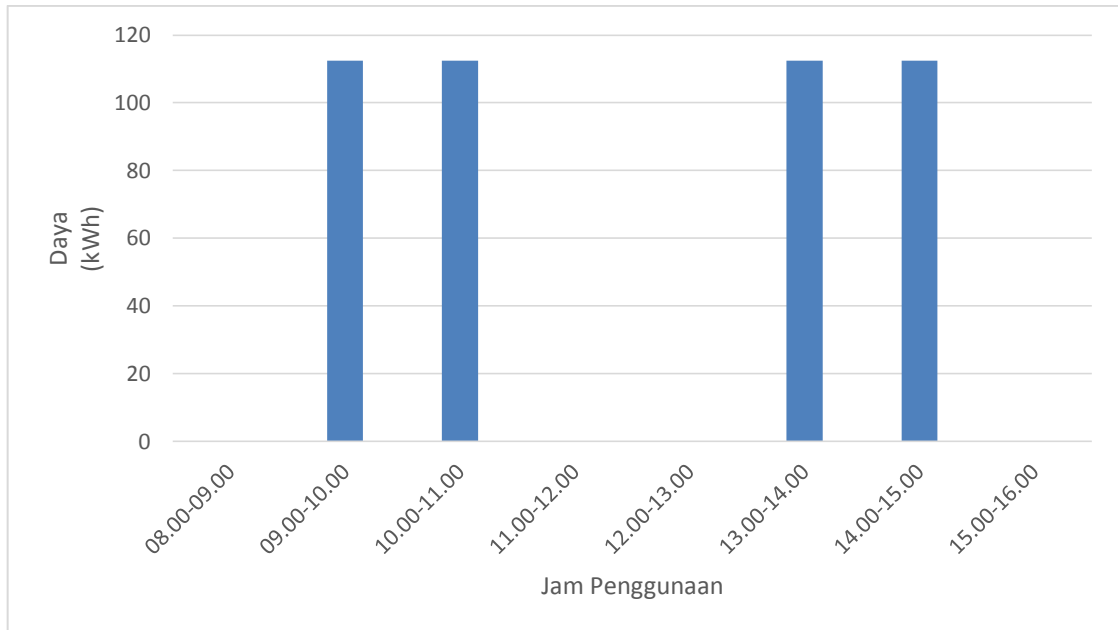
Gambar 4.5 Penggunaan Mesin Las *Other*

Pada Gambar 4.5 Rekapitulasi penggunaan mesin las *other* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada tabel ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 76,81 kWh perjamnya dari jam 08.00 sampai 16.00. Gambar dari alat yang digunakan ditampilkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Mesin Las Other

Pada Gambar 4.6 merupakan mesin las *other* yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 23 volt dan 121 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya sebesar 2,78 kWh. Bila dijumlahkan dengan semua mesin las dan *duty cycle* sebesar 60% jenis ini maka total daya dari mesin las ini adalah sebesar 76,81 kWh.



Gambar 4.7 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Bubut Besar Galangan Kapal

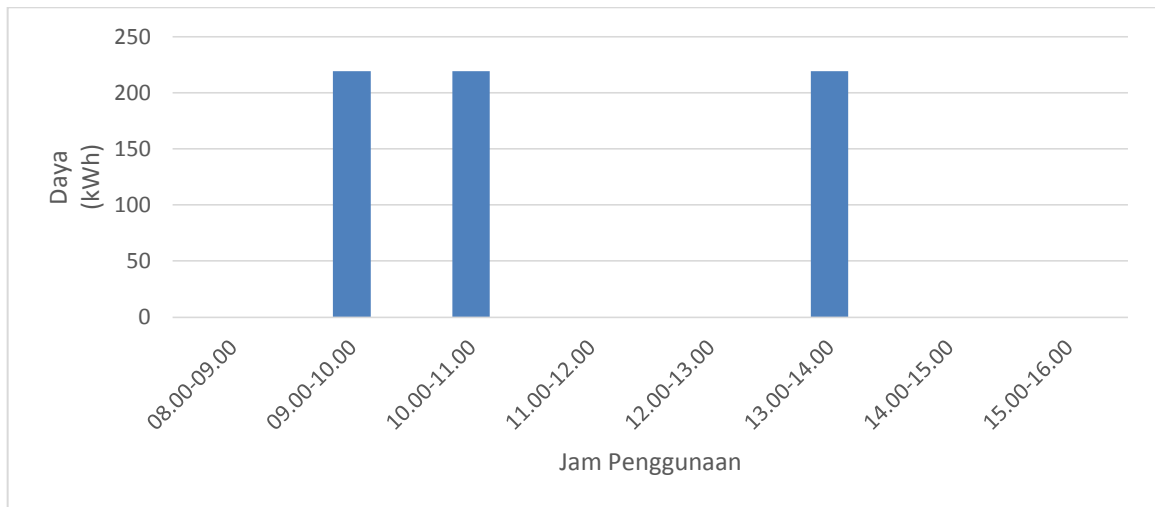
Pada Gambar 4.7 rekapitulasi penggunaan mesin bubut besar di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 112,48 kWh perjamnya dari jam 09.00 sampai 15.00. Gambar dari alat akan ditampilkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mesin Bubut Besar

Pada Gambar 4.8 merupakan mesin bubut besar yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 380 volt dan 148 ampere,

sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 56,24 kWh. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 112,48 kWh.



Gambar 4.9 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Bubut Kecil Galangan Kapal

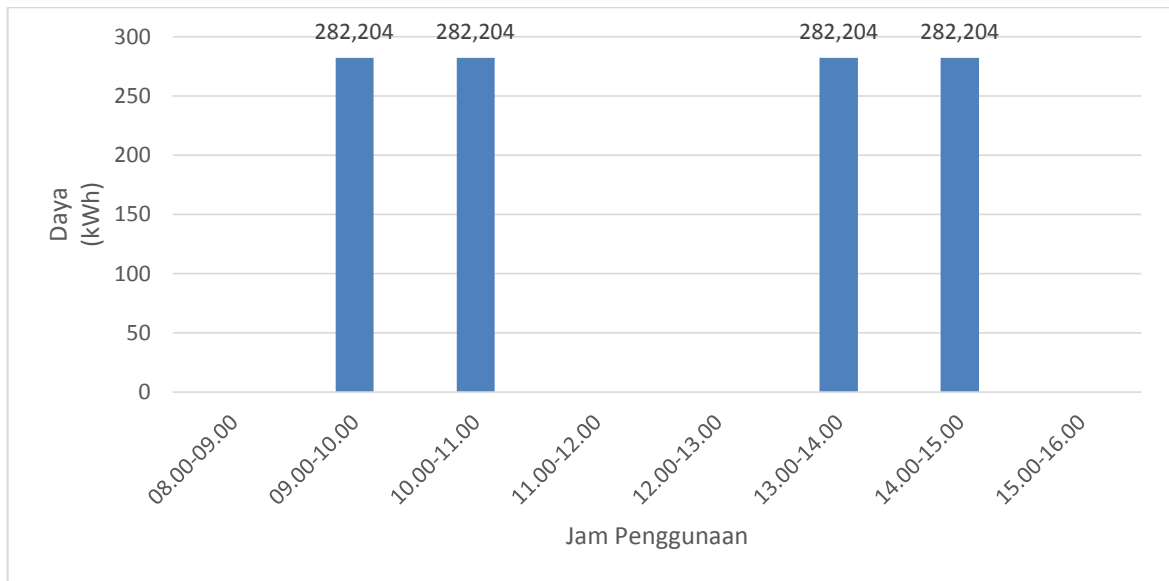
Pada Gambar 4.9 merupakan rekapitulasi penggunaan mesin bubut kecil di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin ini sebesar 219,12 kWh dari jam 09.00 sampai 14.00 Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Mesin Bubut Kecil

Pada Gambar 4. 10 merupakan mesin bubut kecil yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 220 volt dan 83 ampere,

sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 18,26 kWh. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 219,12 kWh.



Gambar 4.11 Rekapitulasi Penggunaan Pemakaian Mesin Potong Manual Galangan Kapal

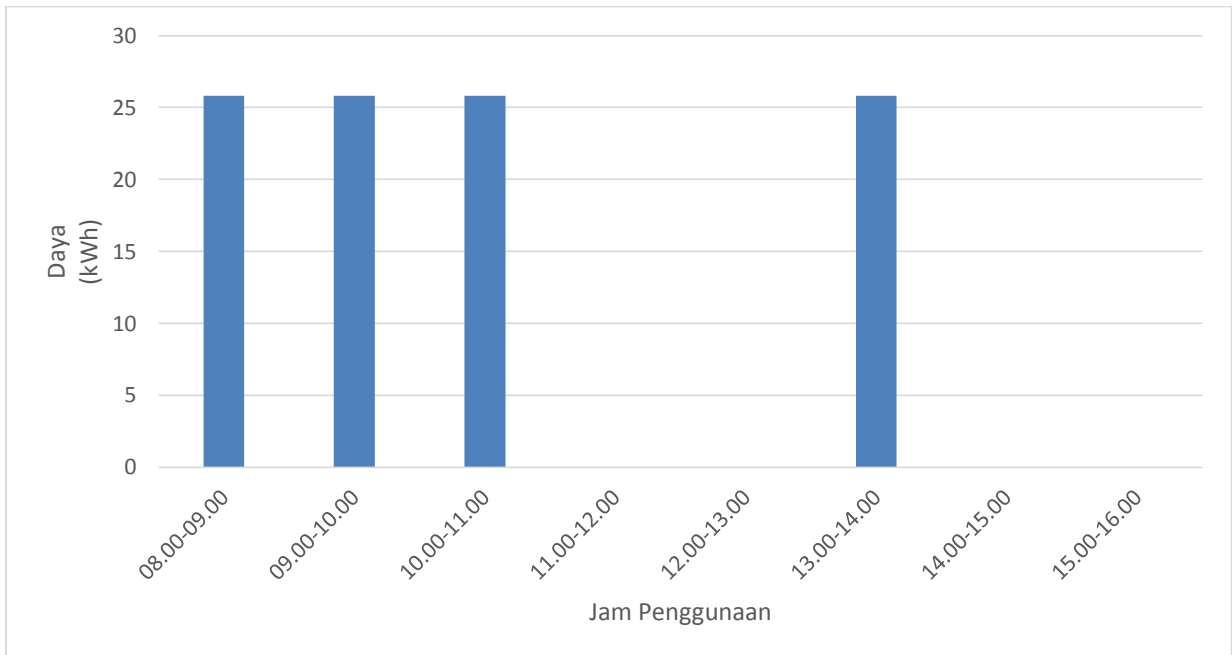
Pada Gambar 4.11 merupakan rekapitulasi penggunaan mesin potong manual di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin ini sebesar 282,20 kWh dari jam 09.00 sampai 14.00. Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12 Mesin Potong Manual

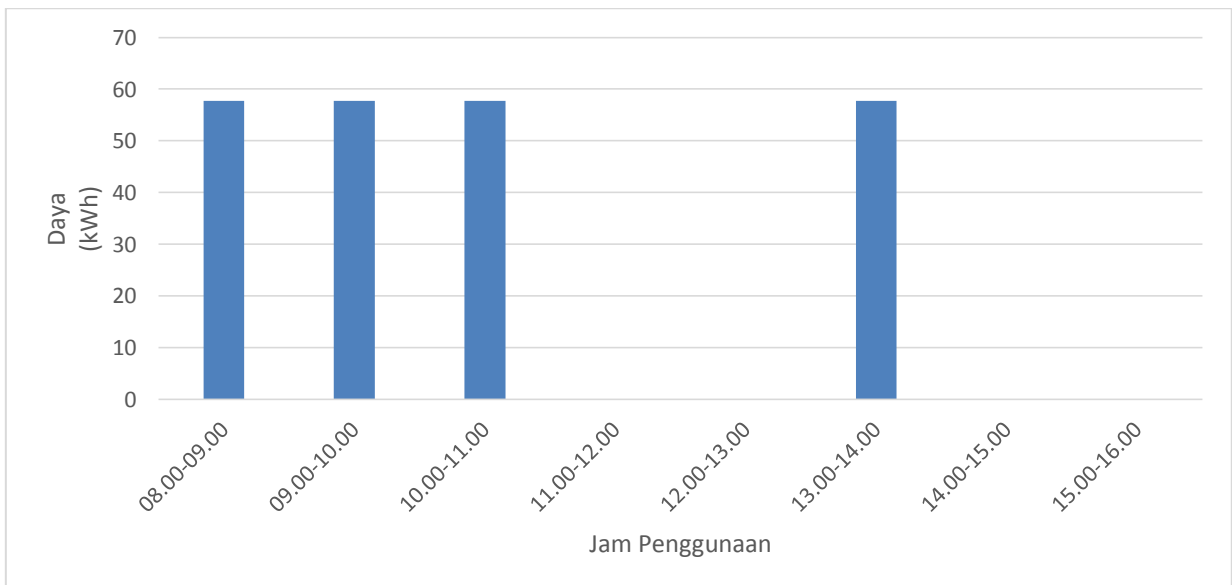
Pada Gambar 4.12 merupakan mesin potong manual yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 67 volt dan 52 ampere,

sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 3,52 kW. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 282,20 kWh



Gambar 4.13 Rekapitulasi Penggunaan *Over Head Crane* 5 Ton Galangan Kapal

Pada Gambar 4.13 rekapitulasi penggunaan mesin *Overhead Crane* 5 ton di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat adalah sebesar 4,3 kW . Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 25,8 kWh.



Gambar 4.14 Rekapitulasi penggunaan *Over Head Crane* 10 Ton Galangan Kapal

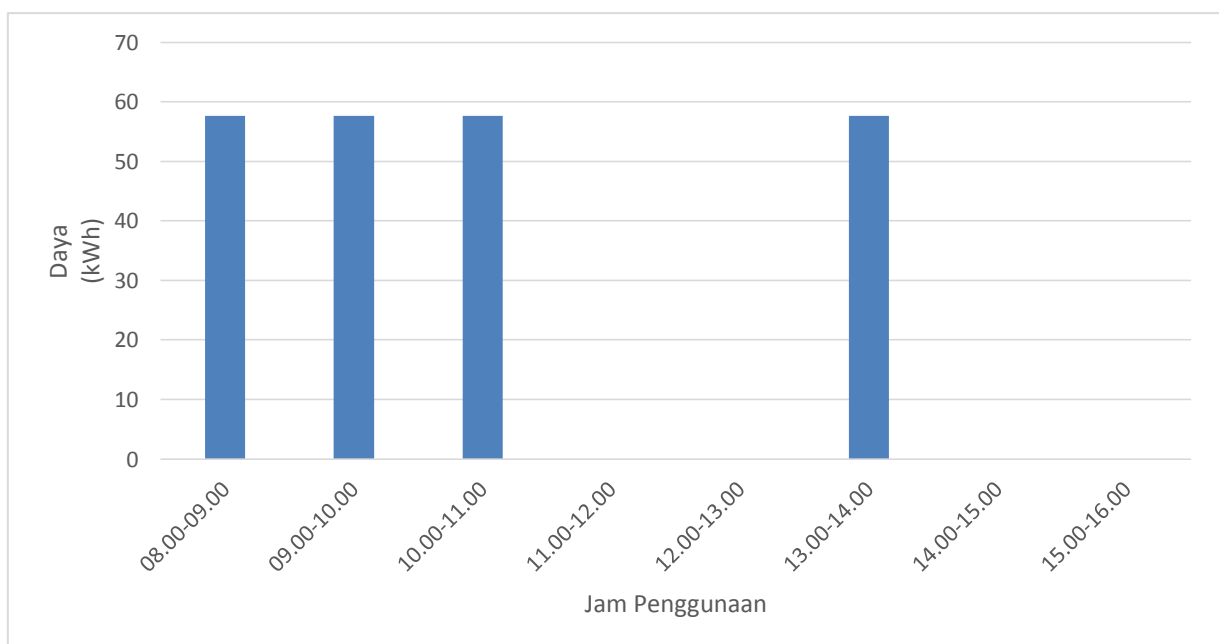
Pada Gambar 4.14 rekapitulasi penggunaan mesin *Overhead Crane* 10 ton di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana

daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian *overhead crane* 10 ton sebesar 57,75 kWh dari jam 08.00 sampai 14.00. Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



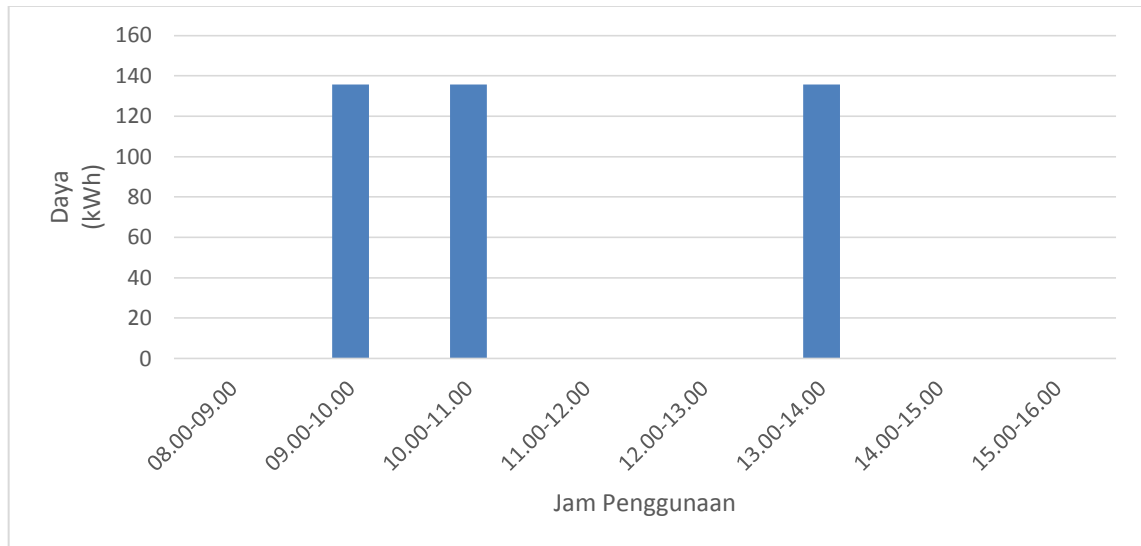
Gambar 4.15 Gambar *Overhead Crane* 10 Ton Galangan Kapal

Pada Gambar 4.15 merupakan *overhead crane* yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 11,55 kW. Bila dijumlahkan dengan total *crane* yang ada maka total daya dari mesin secara keseluruhan adalah sebesar 57,75 kW. Pemakaian *crane* dimulai pada jam 08.00 hingga jam 14.00



Gambar 4.16 Rekapitulasi Penggunaan Over Head Crane 15 Ton Galangan Kapal

Pada Gambar 4.16 rekapitulasi penggunaan mesin *Overhead Crane* 15 ton di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian *overhead crane* 15 ton sebesar 57,6 kWh dari jam 08.00 sampai 14.00.



Gambar 4.17 Rekapitulasi Penggunaan Mesin Pres 500 Ton Galangan Kapal

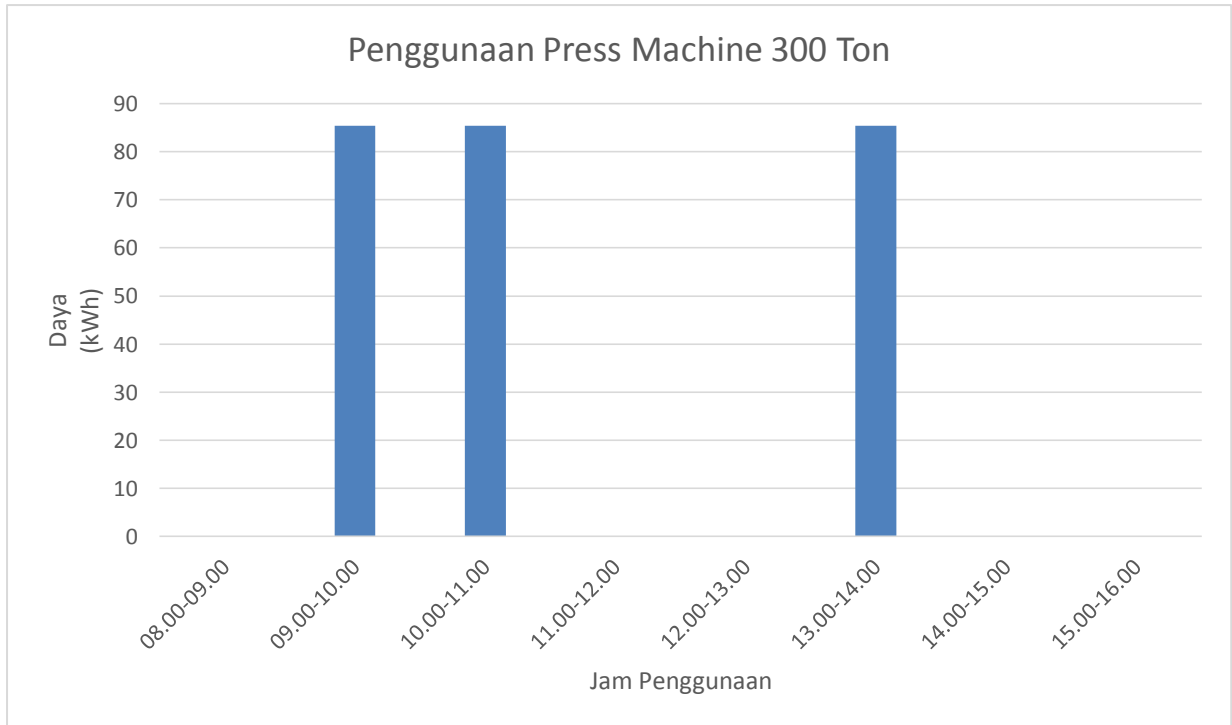
Pada Gambar 4.17 merupakan rekapitulasi penggunaan mesin pres 500 ton di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin ini sebesar 135,72 kWh dari jam 09.00 sampai 14.00. Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut



Gambar 4.18 Mesin Pres Galangan Kapal 500 Ton

Pada Gambar 4.18 merupakan mesin pres 500 ton yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 377 volt dan 90 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 33,93 kW. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 135,72 kWh

Selanjutnya akan dijelaskan penggunaan dari mesin pres 300 ton, mesin bending pipa, kompressor, *horizontal milling & boring machine*, *vertical boring machine* dan gerinda tangan yang dimiliki oleh Galangan Kapal. Peralatan mesin bending pipa berlokasi di bengkel pipa & *outfitting*, peralatan *horizontal milling & boring machine*, *vertical boring machine* berlokasi di bengkel sarfas dan peralatan gerinda tangan tersebar di semua area bengkel Galangan Kapal. Penjabaran dari pemakaian semua alat tersebut adalah sebagai berikut:



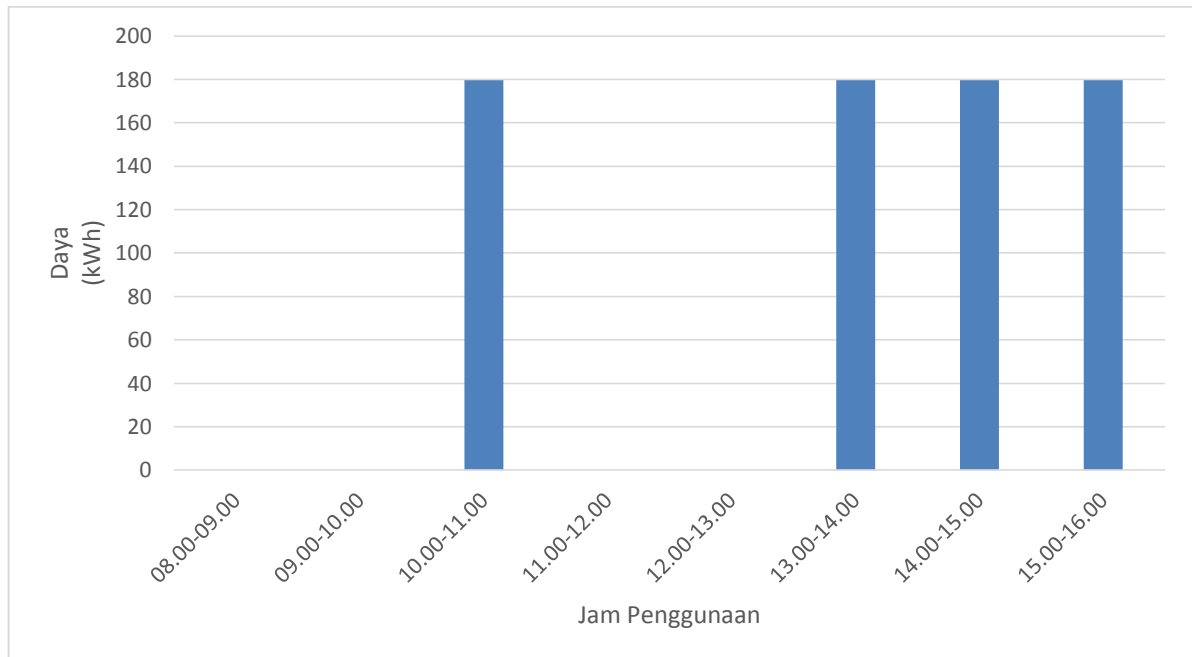
Gambar 4.19 Rekapitulasi Penggunaan *Press Machine* 300 Ton Galangan Kapal

Pada Gambar 4.19 rekapitulasi penggunaan *Press Machine* 300 Ton di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (KWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 85,37 KWh dari jam 09.00 sampai 14.00. Gambar dari Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.20 Mesin Pres 300 Ton

Pada Gambar 4.20 merupakan mesin pres 300 ton yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 368 volt dan 58 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 21,34 kW. Bila dijumlahkan dengan semua peralatan jenis ini maka didapatkan total daya sebesar 85,37 kWh.



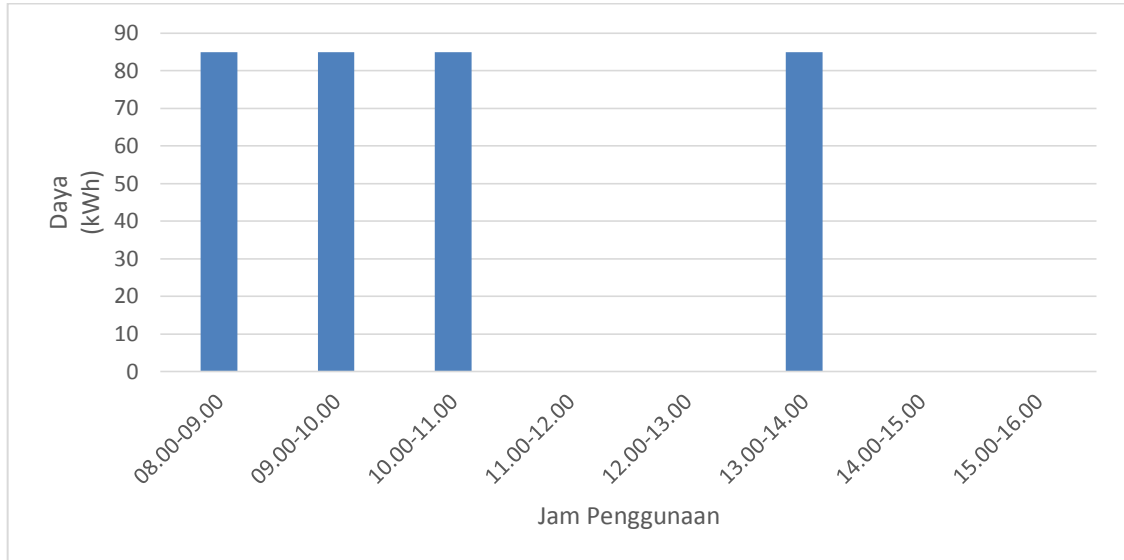
Gambar 4. 21 Penggunaan Kompresor

Pada Gambar 4.21 rekapitulasi penggunaan kompresor di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin kompresor sebesar 180 kWh dari jam 09.00 sampai 14.00 Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.22 Gambar Mesin Kompresor

Pada Gambar 4.22 merupakan mesin kompresor yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 75 kW. Bila dijumlahkan dengan semua peralatan jenis ini maka didapatkan total daya sebesar 85,376 kWh.



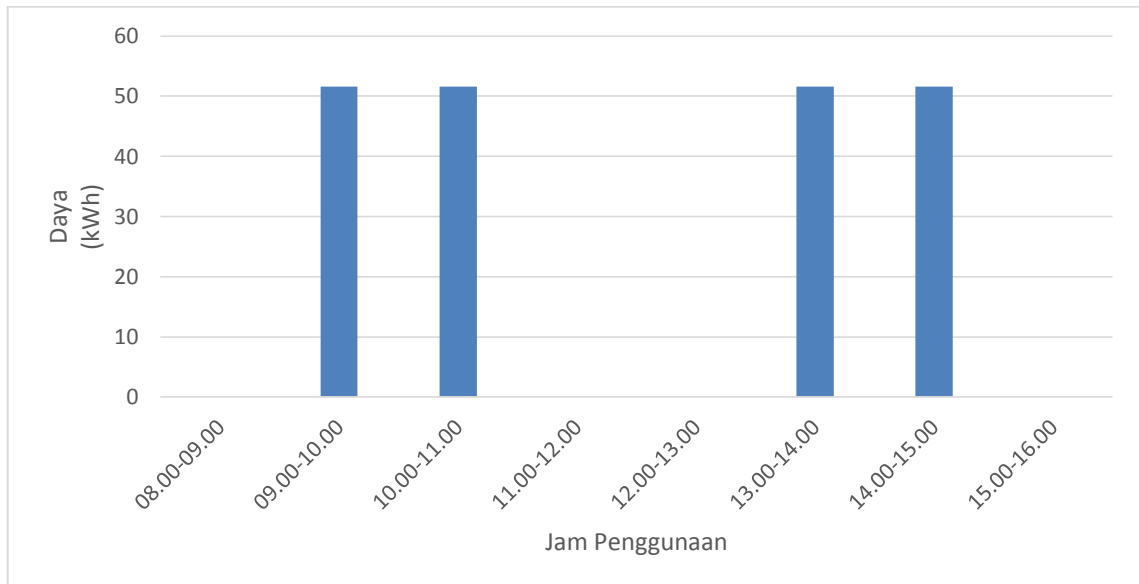
Gambar 4.23 Rekapitulasi Penggunaan Vertical Boring Machine Galangan Kapal

Pada Gambar 4.23 rekapitulasi penggunaan *vertical boring machine* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian *vertical boring machine* sebesar 84,92 kWh dari jam 09.00 sampai 15.00. Gambar dari Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.24 *Vertical Boring Machine*

Pada Gambar 4.24 merupakan mesin *vertical boring* yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 386 volt dan 110 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 42,46 kWh. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 84,92 kWh.



Gambar 4.25 Rekapitulasi Penggunaan *Horizontal Boring Machine* Galangan Kapal

Pada Gambar 4.25 rekapitulasi penggunaan *Horizontal boring machine* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 51,54 kWh dari jam 08.00 sampai 14.00. Gambar dari alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



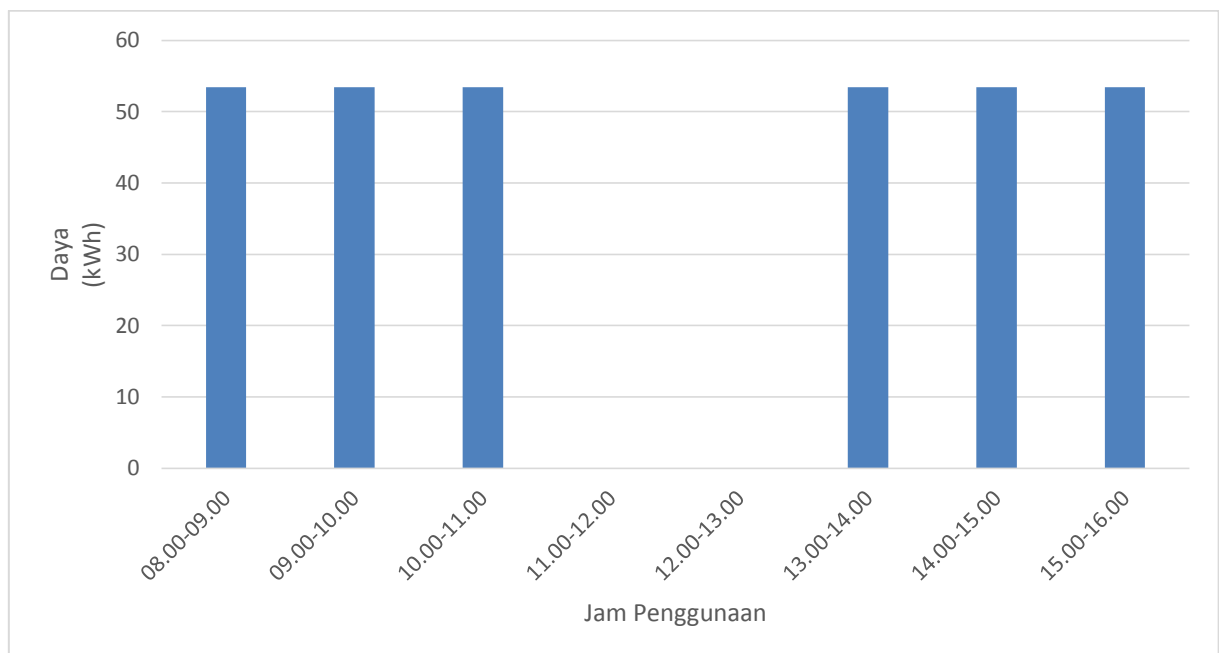
Gambar 4.26 *Horizontal Milling & Boring Machine*

Pada Gambar 4.26 merupakan mesin *horizontal milling & boring* yang digunakan di Galangan Kapal dimana ketika dioperasikan mesin ini mempunyai daya sebesar 213 volt dan 121 ampere, sehingga mesin ini memiliki daya total sebesar 25,773 kW. Bila dijumlahkan dengan semua mesin jenis ini maka total daya dari mesin ini adalah sebesar 51,546 kWh.

4.3. Penggunaan Peralatan Listrik Milik *Sub-Contractor*

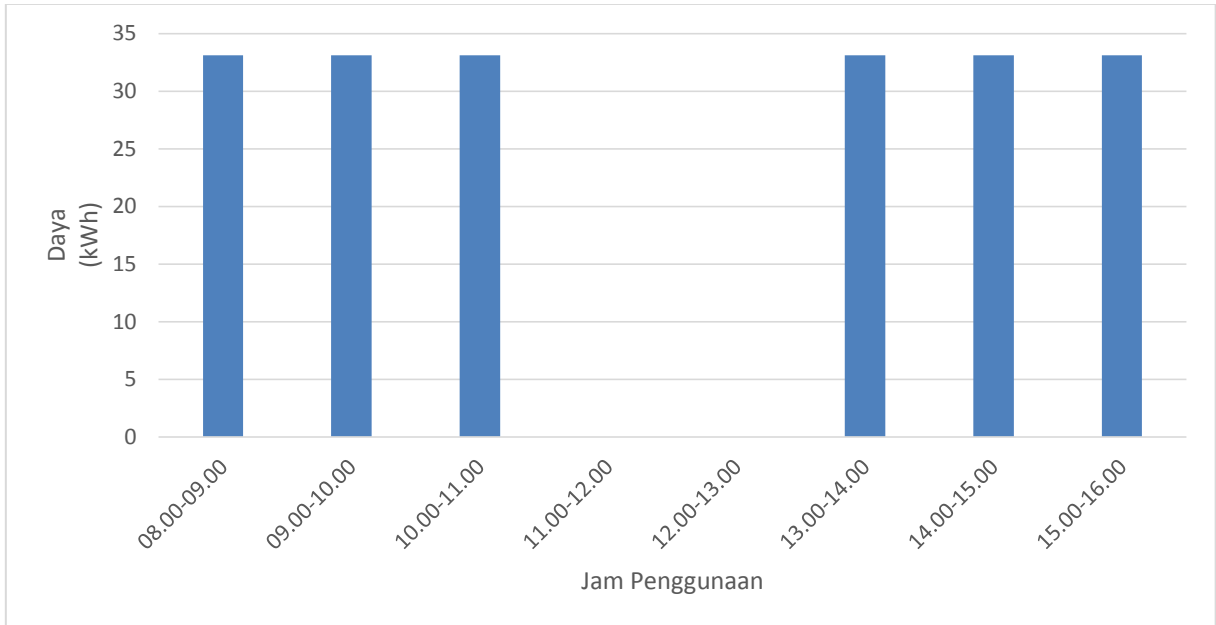
Dalam proses manufaktrunya sebuah Galangan Kapal terkadang dibantu oleh jasa *Sub-Contractor* untuk memenuhi target produksinya. Pada saat ini *Sub-Contractor* yang aktif di Galangan Kapal terdapat 3 perusahaan. Perusahaan PT.BSJ mengerjakan proses pengelasan pada pembangunan kapal, PT. DUP mengerjakan proses *Blasting* pada pembangunan kapal dan PT.UMP yang bertugas untuk bagian *cleaning service*. Dari ketiga perusahaan tersebut hanya PT.BSJ dan PT.DUP yang memakai alat listrik ketika melakukan pekerjaannya. Perusahaan PT. BSJ membawa alat milik sendiri sedangkan PT.DUP memakai alat dari Galangan Kapal sehingga penambahan perhitungan alat hanya alat dari PT.BSJ.

Pertambahan alat dari *Sub-Contractor* meliputi peralatan mesin las GMAW, mesin las SMAW, dan gerinda tangan. Penggunaan peralatan listrik oleh *sub-contractor* dimulai pada jam 08.00 hingga jam 16.00 sedangkan dalam kasus khusus penggunaan alat listrik oleh *sub-contractor* dimulai dari jam 08.00 hingga 21.00. Pada tugas akhir ini penggunaan alat listrik oleh *sub-contractor* dihitung dari jam 08.00 hingga jam 16.00 berdasarkan hasil survei dan wawancara. Penjabaran penggunaan peralatan milik *sub-contractor* akan dijabarkan sebagai berikut:



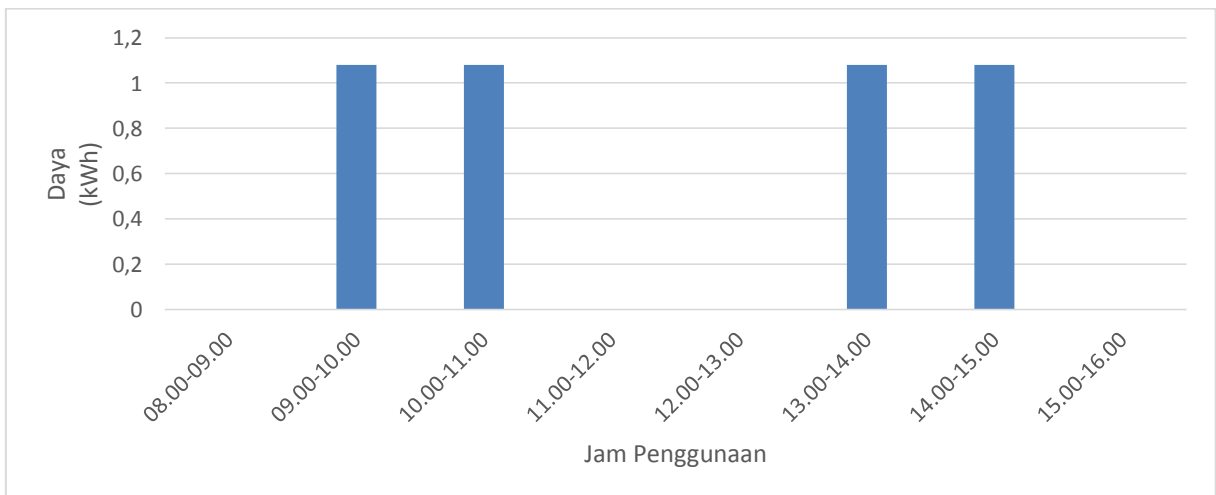
Gambar 4.27 Penggunaan Mesin Las GMAW *Sub-Contractor*

Pada Gambar 4.27 rekapitulasi penggunaan mesin las GMAW yang dimiliki oleh *sub-contractor* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 53,43 kWh dari jam 08.00 sampai 16.00.



Gambar 4.28 Rekapitulasi Mesin Las SMAW *Sub-Contractor*

Pada Gambar 4.28 rekapitulasi penggunaan mesin las GMAW yang dimiliki oleh *sub-contractor* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 33,10 kWh dari jam 08.00 sampai 16.00.

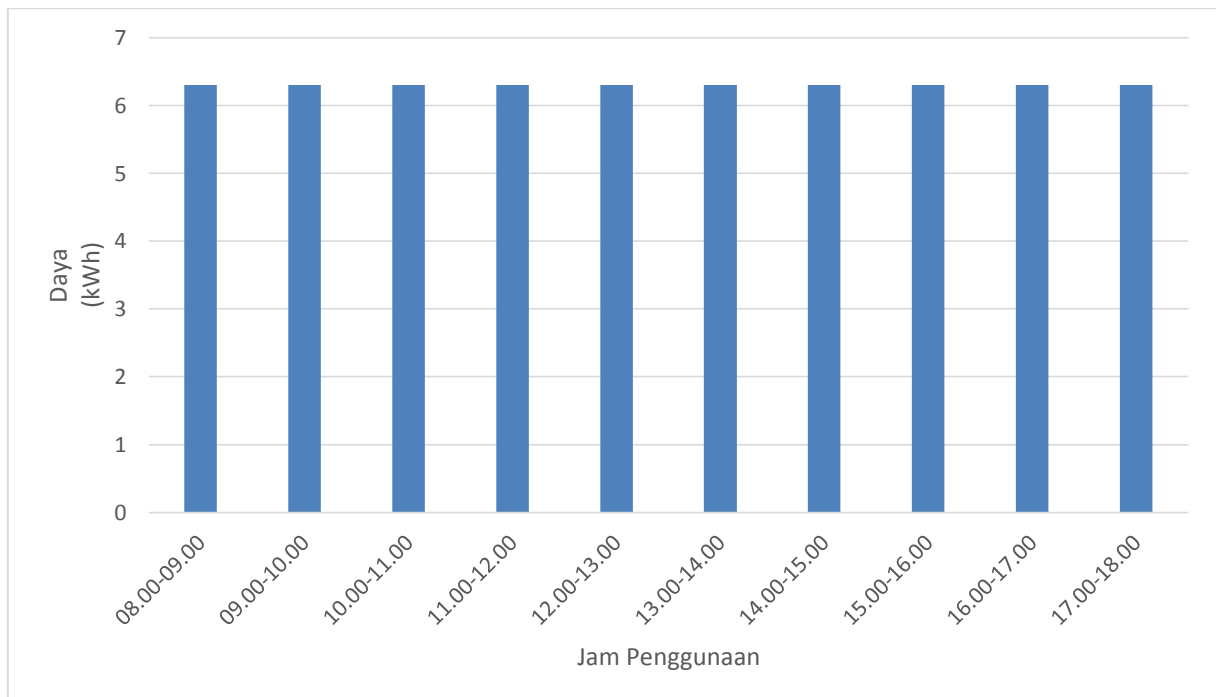


Gambar 4.29 Rekapitulasi Penggunaan Gerinda Tangan *Sub-Contractor*

Pada Gambar 4.29 rekapitulasi penggunaan mesin gerinda tangan yang dimiliki oleh - *sub-contractor* di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya pemakaian mesin las sebesar 1,08 kWh dari jam 08.00 sampai 16.00.

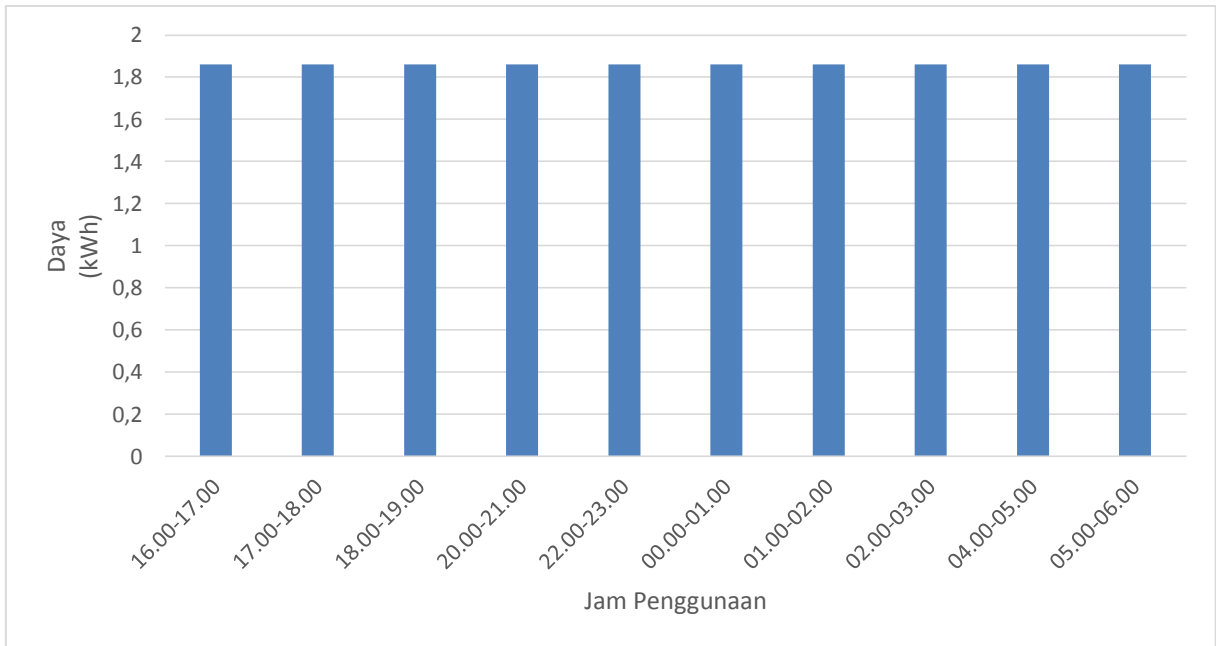
4.4. Penggunaan Peralatan Listrik Di Perkantoran

Selain alat-alat produksi, di Galangan Kapal juga terdapat alat elektronik lain yang memakai daya listrik yang terdapat pada gedung perkantoran. Peralatan yang dihitung adalah lampu bohlam, lampu TL, komputer dan *air conditioner*. Pemakaian peralatan komputer dan air conditioner ini dimulai pada jam kantor hingga jam kantor selesai sedangkan penggunaan lampu bohlam dimulai pada jam 08.00 hingga 18.00 dan penggunaan lampu TL outdoor dimulai pada jam 16.00 hingga 06.00 . Penjabaran dari peralatan tersebut akan dijabarkan sebagai berikut



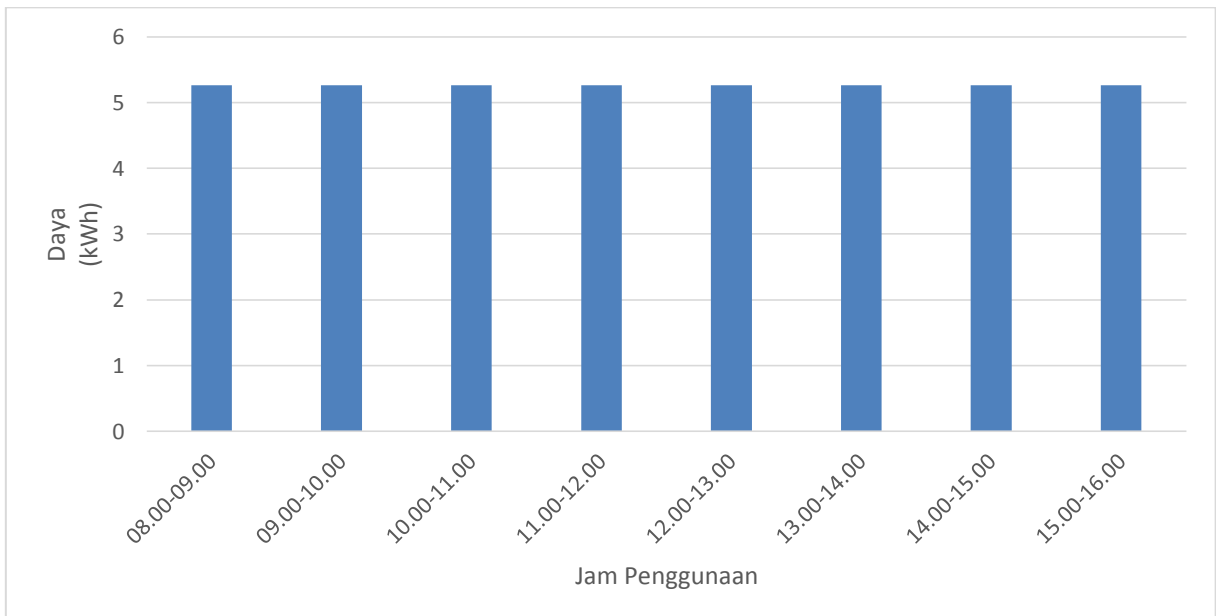
Gambar 4.30 Penggunaan Lampu Bohlam

Pada gambar 4.30 rekapitulasi penggunaan lampu bohlam di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya dari lampu bohlam sebesar 6,30 kWh dari jam 08.00 sampai 18.00. Dimana daya per lampu sebesar 23 Watt



Gambar 4.31 Penggunaan Lampu TL Outdoor

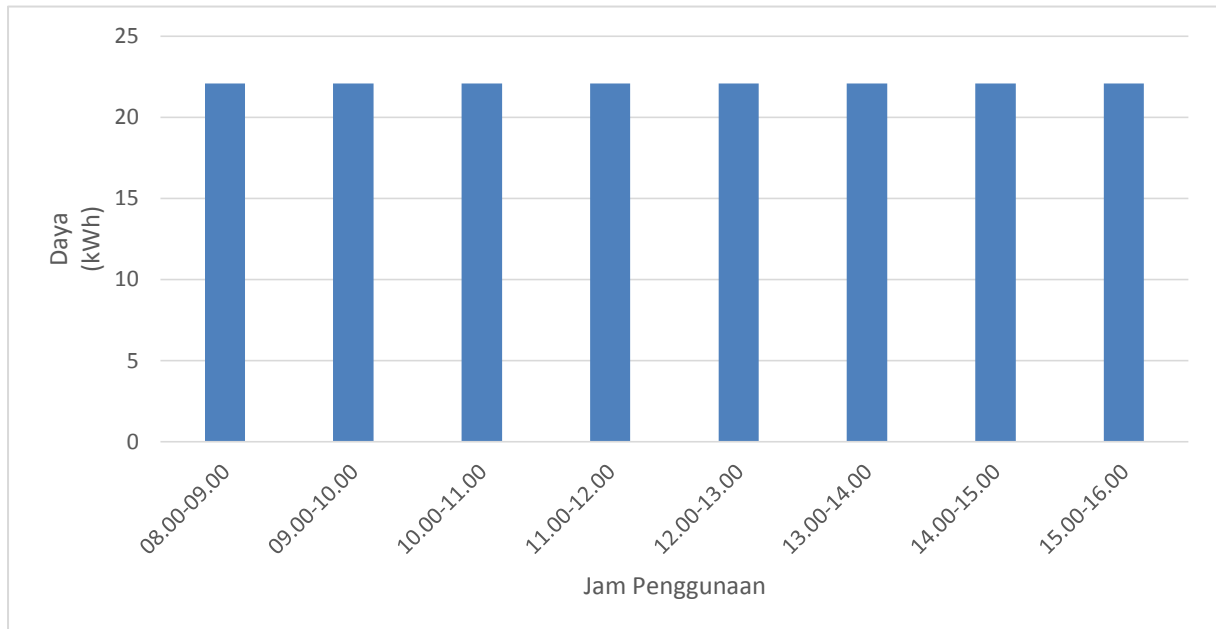
Pada gambar 4.31 rekapitulasi penggunaan lampu TL outdoor di Galangan Kapal. Pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya dari lampu TL outdoor sebesar 1,86 kWh dengan daya per lampu sebesar 30 Watt dari jam 16.00 sampai 06.00.



Gambar 4.32 Rekapitulasi Penggunaan Komputer Dan Laptop

Pada gambar 4.32 rekapitulasi penggunaan komputer dan laptop di Galangan Kapal pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat

sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya dari komputer dan laptop sebesar 5,26 kWh dengan daya masing-masing komputer sebesar 65 Watt.

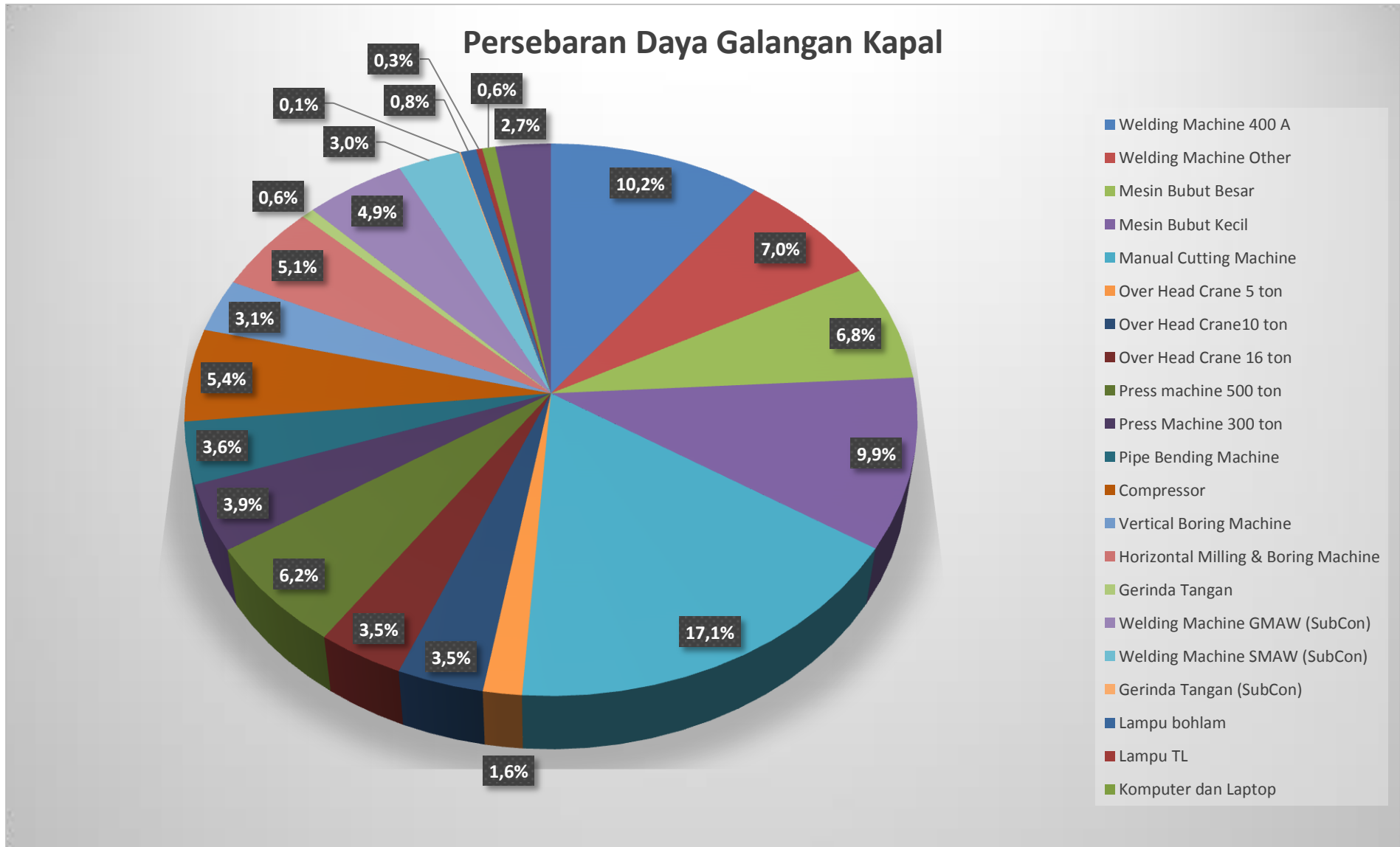


Gambar 4.33 Rekapitulasi Penggunaan *Air-Conditioner*

Pada gambar 4.33 rekapitulasi penggunaan *air conditioner* pada perkantoran pada gambar ini menjelaskan total daya per jam di Galangan Kapal dimana daya dari alat sudah dikalikan dengan daya per alat dikali pemakaian lalu dikalikan dengan durasi pemakaian sehingga didapatkan daya (kWh). Pada gambar ini didapatkan total daya dari *air conditioner* adalah sebesar 22,08 kWh dengan daya masing-masing *air-conditioner* sebesar 320 Watt

4.5. Persentase Penggunaan Energi Listrik Per Alat Di Galangan Kapal

Setelah penjabaran dari peralatan produksi Galangan Kapal dan peralatan elektronik di perkantoran maka persentase dari masing-masing peralatan. Presentase dari masing-masing peralatan bertujuan mengetahui total pemakaian daya per alat dalam bentuk persen. Dimana perhitungan yang dilakukan dengan cara total kebutuhan daya per alat selama satu hari dibagi dengan total daya Galangan Kapal selama satu hari. Total kebutuhan daya dari masing-masing peralatan telah dijabarkan pada gambar 4.3 hingga gambar 4.33. Total kebutuhan daya listrik dari Galangan Kapal selama satu hari telah dijabarkan pada tabel 4.6 dimana kebutuhan daya per hari dari penggunaan listrik pada Galangan Kapal adalah 6974,64 kW. Dengan adanya persentase ini dapat menjadi acuan untuk menganalisa peralatan apa saja yang paling banyak membutuhkan daya energi listrik ketika bekerja. Untuk akan dijabarkan pada gambar 4.34



Gambar 4.34 Presentase Persebaran Daya Galangan Kapal

Pada Gambar 4.34 menunjukkan persentase persebaran daya Galangan Kapal dimana mesin las sebanyak 17,2 %, mesin bubut besar sebesar 6,8 %, mesin bubut kecil sebesar 9,9%, *Manual Cutting Machine* sebesar 17,1%. Presentase *overhead crane* 5 ton sebesar 1,6%, *overhead crane* 10 ton sebesar 3,5%, *overhead crane* 16 ton sebesar 3,5%, *press machine* 500 ton sebesar 7%, *press machine* 300 ton sebesar 3,9%, *pipe bending machine* sebesar 3,6%. Persentase *compressor* sebesar 5,4%, *vertical boring machine* sebesar 3,1% dan *horizontal milling & boring machine* 5,1%. Persentase gerinda tangan 0,6%. Persentase peralatan produksi dari *sub-contractor* yaitu *welding machine GMAW* sebesar 4,9%, *welding machine SMAW* sebesar 3%, gerinda tangan 0,1%. Persentase peralatan elektronik dari perkantoran yaitu lampu bohlam sebesar 0,8% , lampu TL sebesar 0,3% , komputer dan laptop sebesar 0,6%, *Air Conditioner* sebesar 2,7 %.

BAB 5

ANALISIS TEKNIS PEMILIHAN SUMBER ENERGI LISTRIK

5.1. Generator Solar Dan Gas

Generator diesel solar yang akan dipilih berdasarkan kebutuhan energi dari Galangan Kapal itu sendiri dimana telah diketahui pada perhitungan di bab IV bahwa kebutuhan maksimal energi pada Galangan Kapal adalah sebesar 1558,15 KW. Generator yang dipilih harus mampu mengeluarkan output daya minimal sebesar kebutuhan daya pada jam puncak dengan *safety factor* sebesar 70% dari daya generator maksimum. Setelah melakukan pencarian data generator yang berada di pasaran maka dipilihlah generator-generator diesel solar yang mampu meng-*cover* kebutuhan daya di Galangan Kapal tersebut. Generator-generator yang akan dipilih akan disajikan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1: Pilihan Generator Diesel Solar Yang Ada Di Pasaran

Nama & Tipe	Daya Listrik (KW)	Safety Factor
Cat 3516E (Solar)	2750	1925
Cat G3520H (Gas)	2469	1728

Pada Tabel 5.1 menunjukkan berbagai generator yang ada di pasaran yang dipilih berdasarkan daya minimum yang dibutuhkan Galangan Kapal yaitu sebesar 1656,282 kW. Pemilihan generator solar yang dipilih untuk di aplikasikan adalah *Catterpillar* 3516E dengan 70% daya yang dihasilkan oleh generator yaitu sebesar 1925 kW dan *Catterpillar* G3520H dengan 70% daya yang dihasilkan generator sebesar 1728 kW. Jumlah daya ini masih mampu untuk memenuhi daya yang dibutuhkan Galangan Kapal khususnya pada saat jam-jam puncak.

5.2. Perencanaan Pengaplikasian Generator Di Galangan Kapal

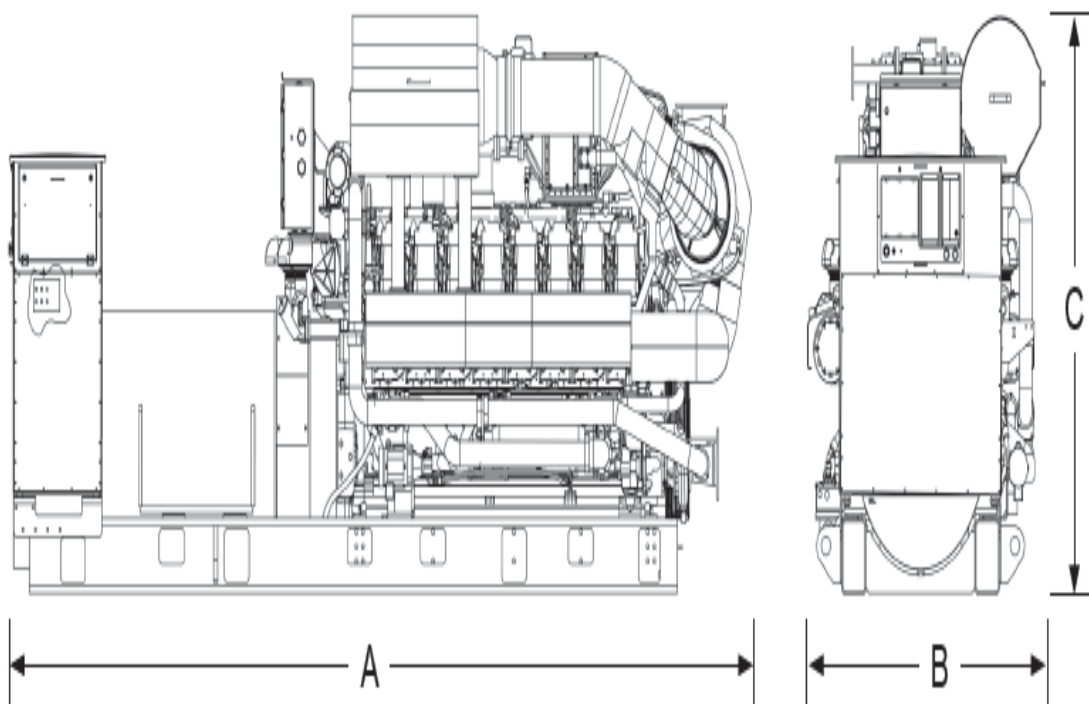
Pemasangan generator di Galangan Kapal untuk keperluan suplai daya listrik maupun untuk di jual kembali perlu memperhatikan posisi yang tepat. Sehingga langkah pertama yaitu

mengetahui dimensi dari generator itu sendiri. Dimensi dari masing-masing generator akan dijelaskan pada Tabel 5.2 ini:

Tabel 5.2 Dimensi Generator

Nama	A (mm)	B (mm)	C (mm)
Caterpillar 3516E	5.814	2.286	2.410
Caterpillar G3520H	7.668	2.173	2.473

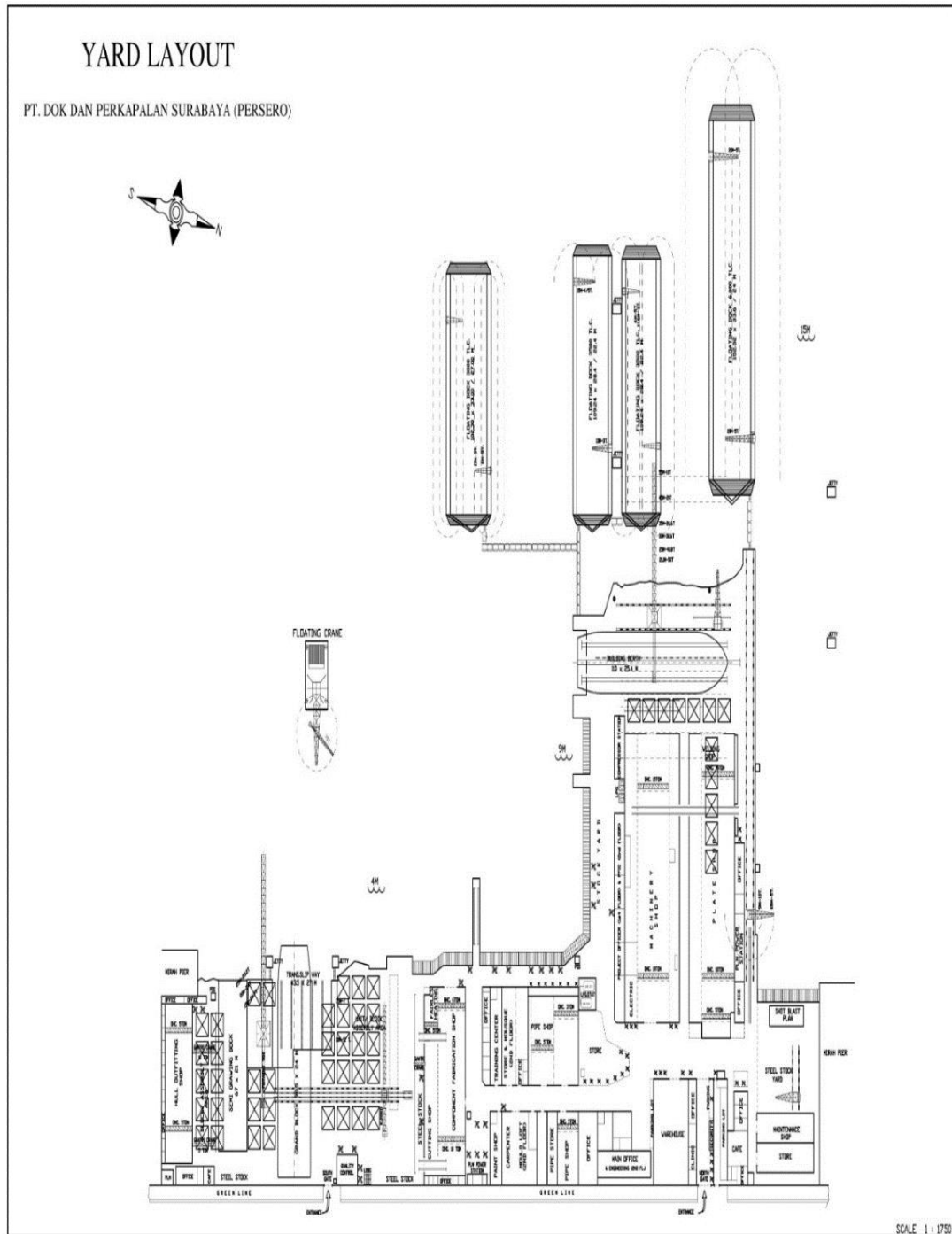
Pada Tabel 5.2 penamaan dimensi generator penggunaan huruf A, B dan C mewakili masing-masing dimensi. Dimana huruf A mewakili dimensi panjang. Huruf B mewakili dimensi lebar dan huruf C mewakili dimensi tinggi. Dimensi dari generator solar dan gas ini didapatkan dari katalog generator. Gambar lebih detail akan ditampilkan pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Penamaan Dimensi Generator
Sumber: (www.google.com)

Pada Gambar 5.1 dapat diketahui dimensi dari generator yang akan diaplikasikan maka langkah selanjutnya menentukan posisi pengaplikasian generator tersebut. Dalam

menentukan posisi generator perlu diperhatikan *layout* dari Galangan Kapal tersebut, dimana *layout* dari Galangan Kapal tersebut ditampilkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Layout Galangan Kapal
(Sumber: Arsip PT.DPS)

Setelah mendapatkan *layout* dari Galangan Kapal tersebut kemudian melakukan pemilihan lokasi pengaplikasian generator tersebut. Pada Galangan Kapal ini dipilih lokasi

Generator Room. Lokasi ini dipilih karena luas bangunan yang cukup juga lokasi yang strategis berada di tengah dan dekat dengan bengkel-bengkel kerja di Galangan Kapal.

5.3. Analisa Sistem Suplai Bahan Bakar Generator

Analisa sistem suplai bahan bakar generator bertujuan untuk meneliti berbagai opsi suplai untuk bahan bakar generator agar dapat bekerja secara maksimal dan dapat memberikan keuntungan yang ditargetkan. Dimana bahan bakar yang dibutuhkan adalah solar untuk generator diesel dan gas untuk generator gas.

5.3.1. Sistem Suplai Bahan Bakar Solar

Bahan bakar solar digunakan sebagai suplai untuk generator diesel agar dapat bekerja dengan optimal. Bahan bakar solar yang dibutuhkan berdasarkan data spesifikasi dari generator adalah sebesar 397,1 liter ketika jam puncak. Berdasarkan kalkulasi generator akan bekerja selama 18 jam penuh maka membutuhkan bahan bakar solar sebesar 4041,5 liter per harinya. Jumlah kebutuhan solar ini masih bisa di suplai oleh truk tangki PT. Pertamina (Persero) saat ini dimana kapasitas tangki truk hingga 32.000 liter. Dapat disimpulkan apabila generator diesel ini diaplikasikan sebagai pengganti sumber energi listrik di Galangan Kapal maka suplai bahan bakarnya akan dibeli dari PT. Pertamina (Persero).

5.3.2. Sistem Suplai Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas digunakan sebagai suplai untuk generator gas agar dapat bekerja dengan optimal. Bahan bakar gas yang dibutuhkan berdasarkan data spesifikasi dari generator adalah sebesar 8,52 MJ ketika jam puncak. Bila diasumsikan generator akan bekerja selama 18 jam penuh maka membutuhkan bahan bakar gas sebesar 155,32 MJ. Dimana sistem suplai gas yang banyak diaplikasikan oleh industri terdiri dari dua jenis yaitu:

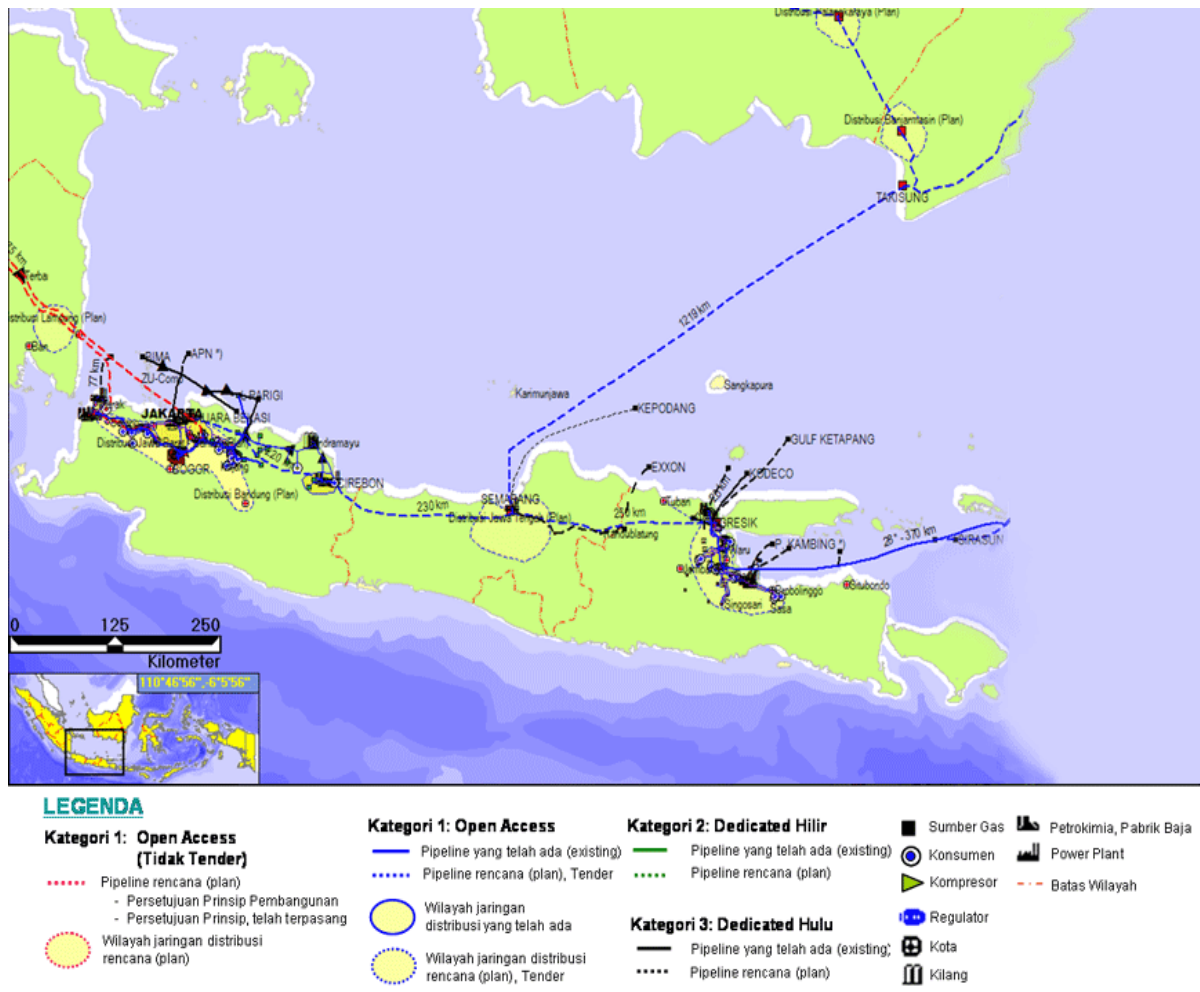
1. Sistem suplai melalui sistem perpipaan gas dari PT. Perusahaan Gas Negara
2. Sistem suplai melalui sistem regasifikasi oleh Galangan Kapal

Dimana dari kedua opsi tersebut akan dipilih salah satu berdasarkan kemudahan secara instalasi teknis dan keuntungan secara perhitungan ekonomis. Penjelasan lebih lanjut tentang kedua opsi tersebut akan dijelaskan kemudian.

- *Sistem Suplai Melalui Sistem Perpipaan Gas Dari PT PGN*

Saat ini banyak industri besar membeli suplai gas untuk kebutuhan industrinya melalui PT. Perusahaan Gas Negara (Persero) dimana instalasi pipa gas yang telah dimiliki pgn akan disambungkan hingga lokasi yang direncanakan oleh pelanggan. Dimana sistem

perpipaan yang dimiliki PT. Perusahaan Gas Negara (Persero) akan ditampilkan pada Gambar 5.3

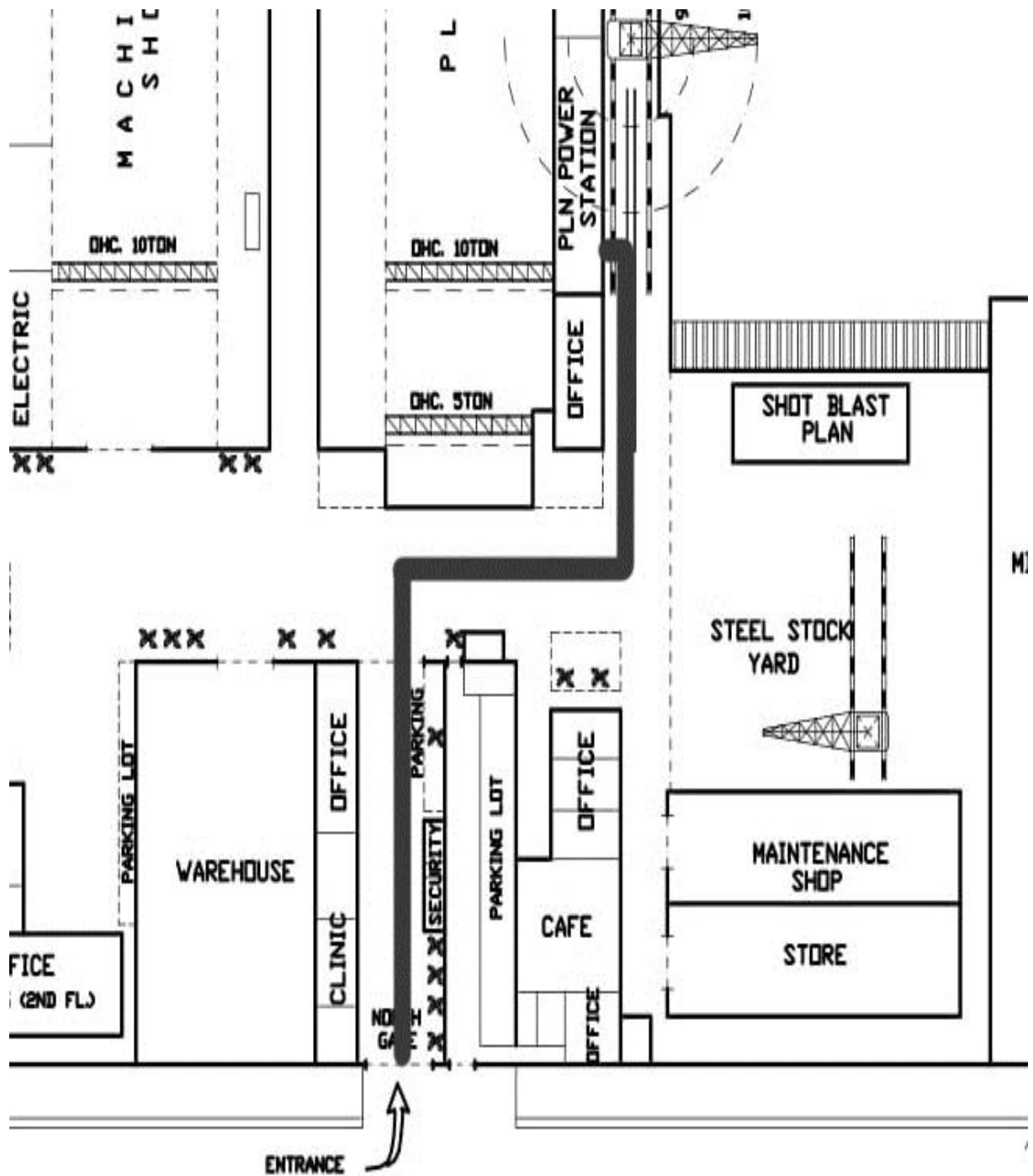


Gambar 5.3 Peta Distribusi Gas Di Pulau Jawa (PT.Perusahaan Gas Negara)
(Sumber: www.google.com)

Pada Gambar 5.3 untuk wilayah Surabaya sudah ada sistem perpipaan yang telah terpasang. Sehingga suplai gas untuk generator melalui PT. Perusahaan Gas Negara (Persero) dapat mengajukan ke kantor pusat sebagai pelanggan baru. Dimana pelanggan tidak perlu membayar dan mengatur instalasi sambungan pipa, sehingga instalasi ini dapat dikatakan mudah secara teknis dan murah secara ekonomis. Harga gas yang dijual oleh PT. Perusahaan Gas Negara (Persero) melalui sistem ini untuk Industri Jawa Timur adalah sebesar \$ 7.98 USD per MMBTU

5.4. Lokasi Instalasi Pipa Gas

Lokasi instalasi pipa gas untuk menyuplai kebutuhan gas generator ketika menyuplai daya Galangan Kapal akan dijelaskan pada Gambar 5.4 sebagai berikut:



Gambar 5. 4 Denah Instalasi Pipa Gas
(Sumber: Arsip Perusahaan)

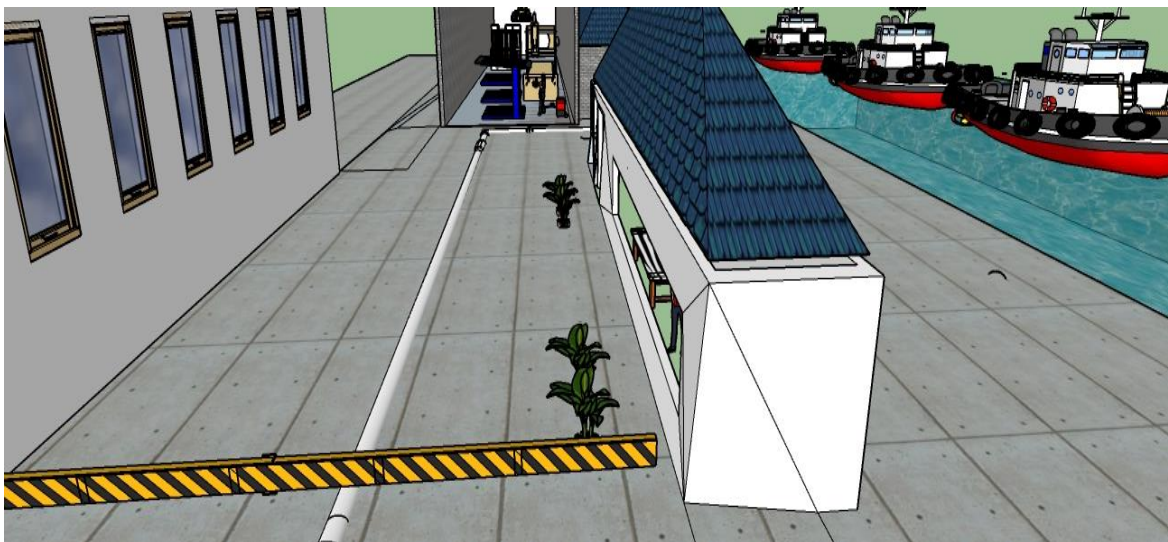
Pada Gambar 5. 4 menjelaskan instalasi pipa gas pada Galangan Kapal dimana instalasi dari pipa gas yang direncanakan akan melalui gerbang depan melewati pos *security*. Pipa gas akan terus masuk ke Galangan Kapal hingga di depan bengkel lambung utara dan akan berbelok ke arah kanan hingga di depan *steel stock yard*. Setelah itu pipa akan berbelok ke

arah kiri hingga sampai ke PLN *power station* atau ruangan generator. Ruangan yang dimaksud akan ditampilkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Ruang Generator Pada Galangan Kapal

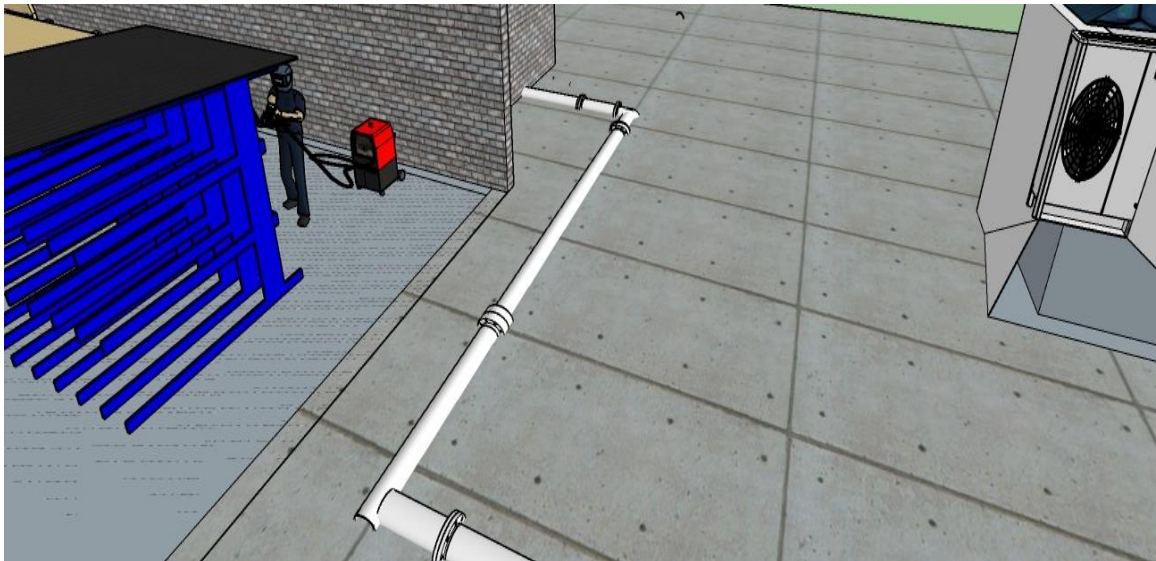
Pada Gambar 5.5 merupakan foto dari ruangan generator yang diambil langsung saat survey di Galangan Kapal. Ruang ini telah didesain untuk generator dimana sudah ada sistem pembuangan udara dan tempat untuk kontrol panel dari generator. Lokasi dari pemasangan pipa akan dilanjutkan lebih detail pada Gambar 5.6:



Gambar 5.6 Tiga Dimensi Pintu Masuk Galangan Kapal

Pada Gambar 5.6 merupakan gambar tiga dimensi dari pintu masuk Galangan Kapal. Jalur pipa direncanakan masuk lurus melalui pos pemeriksaan disebelah kanan dan

perkantoran disebelah kiri hingga terus masuk ke depan bengkel lambung utara. Arah pipa selanjutnya akan dijelaskan pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Tiga Dimensi Jalur Pipa Galangan Kapal Di Depan Bengkel

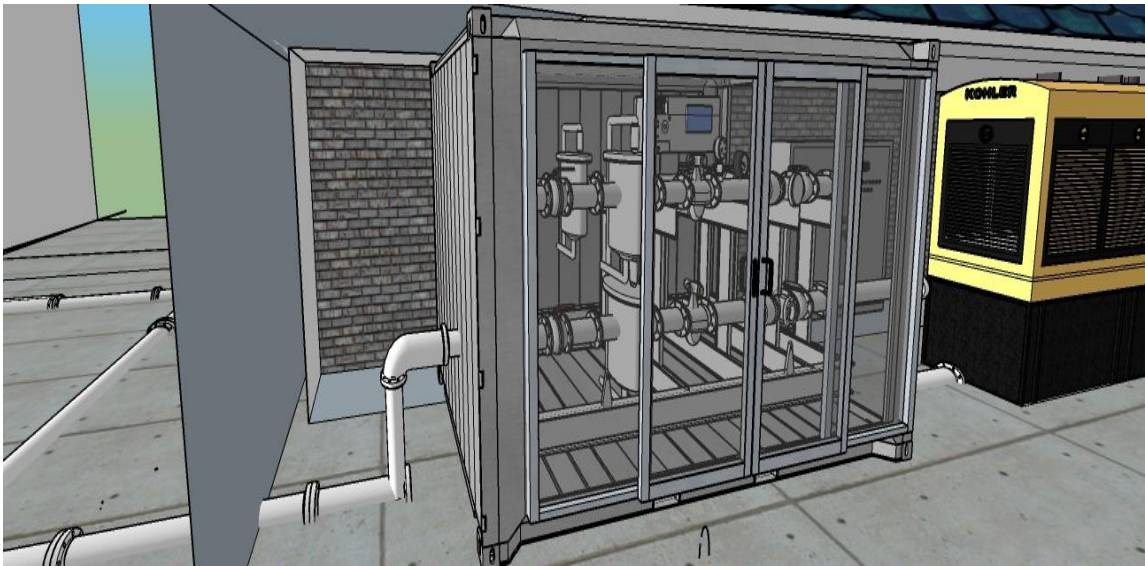
Pada Gambar 5.7 merupakan gambar tiga dimensi jalur pipa Galangan Kapal di depan bengkel. Pipa yang berasal dari pintu masuk dan sampai di depan bengkel akan berbelok ke arah kanan dan kemudian berbelok ke kiri lagi hingga sampai ke ruangan generator. Arah pipa selanjutnya akan dijelaskan Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Tiga Dimensi Ruang Generator

Pada Gambar 5.8 merupakan gambar tiga dimensi jalur pipa Galangan Kapal ketika sampai di ruangan generator. Pipa yang masuk keruangan generator akan melalui sistem metering terlebih dahulu untuk pengecekan volume,tekanan dan suhu terlebih dahulu agar

sesuai dengan spesifikasi *feed* yang dibutuhkan oleh generator gas sehingga generator gas mampu beroperasi secara optimal. Arah pipa selanjutnya akan dijelaskan pada Gambar 5.9:



Gambar 5. 9 Tiga Dimensi Gas Pressure Regulating Station

Pada Gambar 5.9 merupakan gambar tiga dimensi jalur pipa Galangan Kapal ketika masuk ke *gas pressure regulating sistem*. Pada tahap ini gas akan diproses sehingga tekanan yang masuk ke generator akan sesuai dengan spesifikasinya. Gas yang masuk ke *gas pressure regulating sistem* dimana tekanan gas awal dari PT.PGN adalah sebesar 6 bar gas yang akan diturunkan tekanannya sebelum masuk ke generator menjadi 0,35 bar. Arah pipa menuju generator akan dijelaskan pada Gambar 5.10:

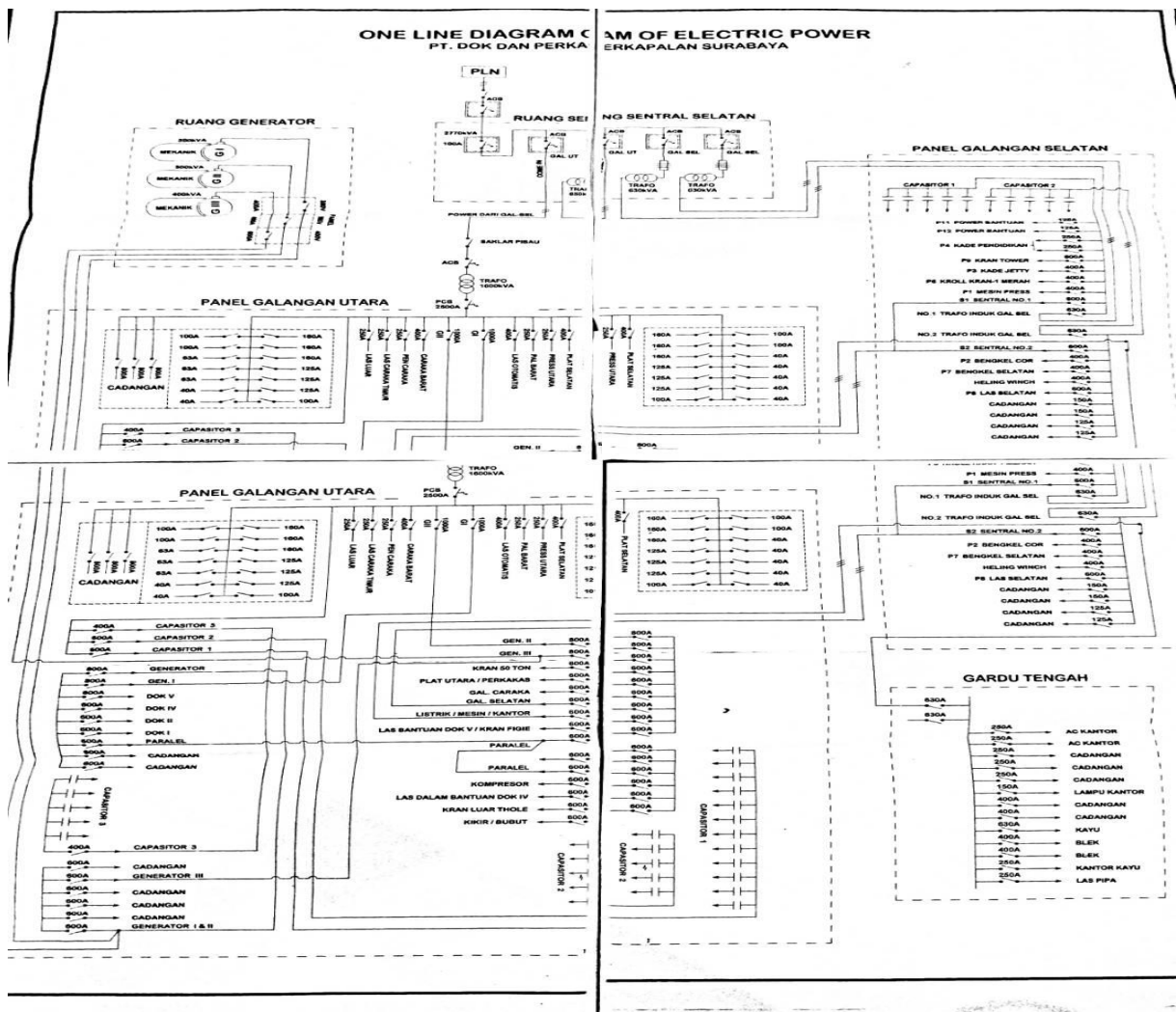


Gambar 5.10 Tiga Dimensi Pipa Generator

Pada Gambar 5.10 merupakan gambar arah pipa setelah gas diproses di *gas pressure regulating sistem*. Gas yang bertekanan 0,35 bar sudah siap digunakan sebagai bahan bakar untuk generator. Arah pipa gas akan langsung masuk menuju tangki bahan bakar generator.

5.5. Wiring Diagram Galangan Kapal

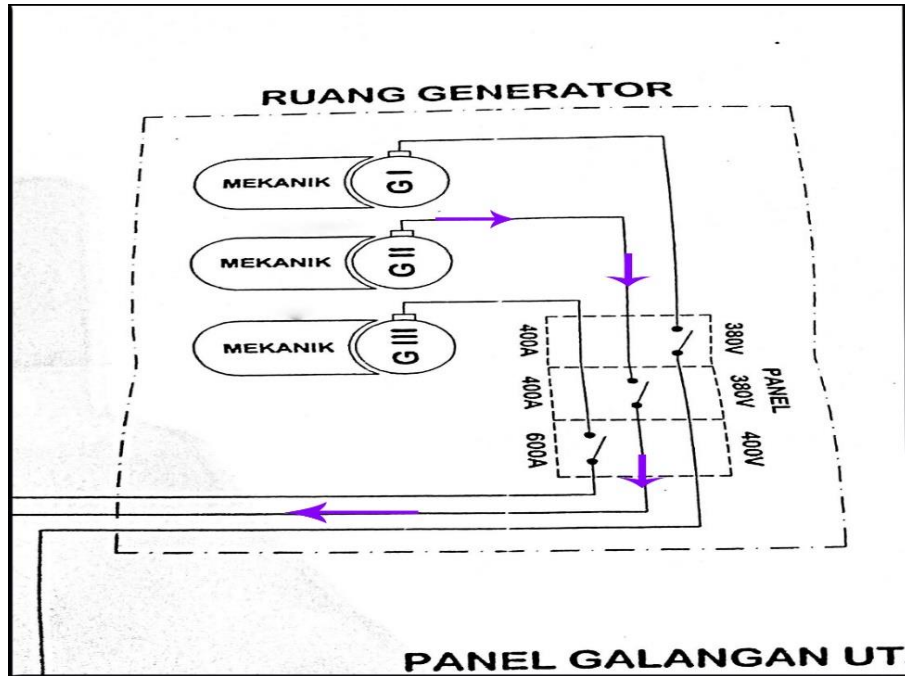
Wiring diagram merupakan gambar kerja sederhana untuk menggambarkan rangkaian pengkabelan peralatan yang memakai daya listrik. Wiring diagram dari Galangan Kapal akan menunjukkan suplai daya listrik dari generator ke dua panel Galangan Kapal utama yaitu panel Galangan Kapal utara dan panel Galangan Kapal selatan. Kedua panel Galangan Kapal ini merupakan panel utama dikarenakan terhubung ke semua peralatan kerja Galangan Kapal. Wiring diagram akan dijelaskan pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 11 Wiring Diagram Galangan Kapal
(Sumber: Arsip PT.DPS)

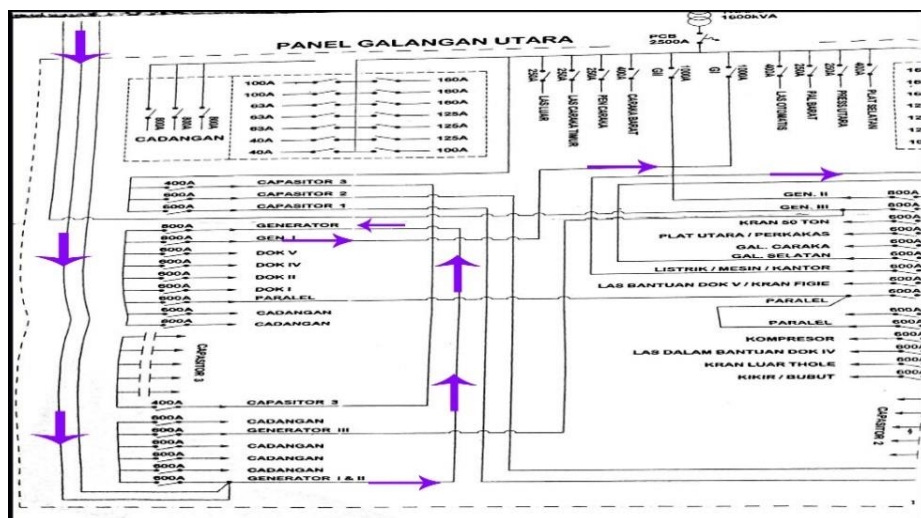
Pada Gambar 5.11 menjelaskan wiring diagram dari Galangan Kapal. Jalur arah listrik yang direncanakan berawal dari listrik yang dihasilkan generator lalu akan langsung menuju

panel Galangan Kapal utara. Setelah dari panel Galangan Kapal utara listrik dari generator akan menuju panel Galangan Kapal selatan. Pembahasan tentang arah jalur listrik akan dijelaskan pada gambar 5.13 sebagai berikut



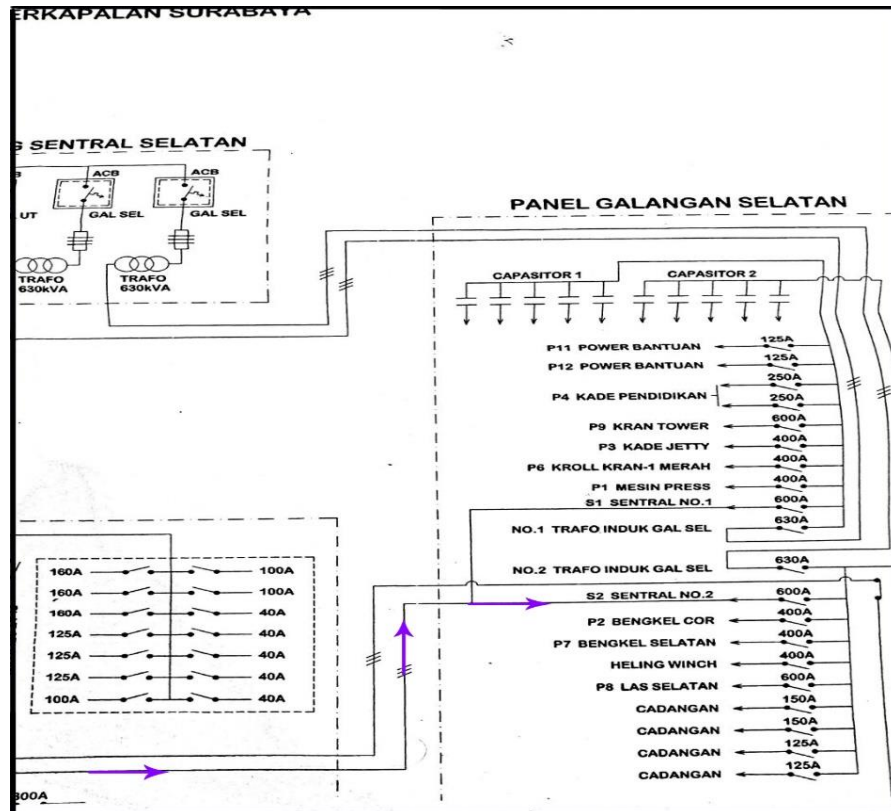
Gambar 5. 12 Jalur Listrik Dari Ruang Generator
(Sumber: Arsip PT.DPS)

Pada gambar 5.12 menjelaskan arah jalur listrik dari ruang generator. Listrik yang dihasilkan dari generator akan keluar menuju panel distribusi utama. dari panel distribusi utama listrik akan menuju panel Galangan Kapal utara. Arah jalur listrik selanjutnya akan dijelaskan pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Arah Jalur Listrik Ke Panel Galangan Kapal Utara
(Sumber: Arsip PT.DPS)

Pada Gambar 5.13 menjelaskan arah jalur listrik ke panel Galangan Kapal utara. Pada panel Galangan Kapal utara listrik akan didistribusikan ke peralatan listrik yang bekerja pada dok 1,dok 2,dok 3 dan dok 4. Dari panel Galangan Kapal utara selanjutnya arah jalur listrik akan menuju panel Galangan Kapal selatan dimana pada panel Galangan Kapal selatan akan menyuplai peralatan listrik lainnya. Arah dari jalur listrik selanjutnya akan dijelaskan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Arah Jalur Listrik Ke Panel Galangan Kapal Selatan
(Sumber: Arsip PT.DPS)

Pada Gambar 5.14 menjelaskan arah jalur listrik ke panel Galangan Kapal selatan. Pada panel Galangan Kapal selatan listrik akan didistribusikan ke peralatan listrik yang bekerja pada bengkel dan perkantoran.

BAB 6 ANALISA EKONOMIS

6.1. Biaya Investasi Awal

Biaya investasi awal dari generator diesel dan generator gas dihitung berdasarkan data yang telah dikumpulkan baik data primer dimana pengambilan data bersifat langsung maupun data sekunder dimana pengambilan data dari katalog internet dan jurnal penelitian ilmiah yang sudah ada. Dimana perhitungan biaya investasi awal ini meliputi harga generator, harga komponen pendukung serta alat lain untuk mendukung kinerja dari generator itu sendiri.

Seperti yang telah dibahas di Bab V generator diesel solar yang digunakan dalam penelitian ini adalah generator *catterpillar* 3516E dimana generator ini mempunyai *output* daya listrik sebesar 1925 KW dan generator gas yang digunakan adalah G3520 H dimana mempunyai daya sebesar 1728 KW. Biaya awal yang harus dikeluarkan untuk pengaplikasian untuk generator diesel solar dan gas akan dijabarkan pada tabel 6.1:

Tabel 6.1: Harga Generator Diesel Solar

Generator Solar	Harga	Generator Gas	Harga
Generator 1 set	Rp. 8.700.000.000	Generator 1 set	Rp. 13.950.000.000
		<i>Gas Pressure Regulating Sistem</i>	Rp. 100.267.500
Total	Rp. 8.700.000.000		Rp. 14.030.267.500

Seperti yang disajikan pada Tabel 6.1, total biaya investasi awal pada generator diesel solar adalah sebesar Rp. 8.700.000.000, dimana generator solar tidak membutuhkan peralatan lainnya untuk mendukung pengoperasiannya. Harga dari generator gas adalah Rp. 13.950.000.000 dan *Gas Pressure Regulating Sistem* sebesar Rp. 100.267.500 sehingga total dari sistem generator gas adalah Rp. 14.030.267.500

6.2. Nilai *Variable Cost* Generator Diesel Solar Dan Generator gas

Perhitungan nilai *variable cost* dari Generator diesel solar dan generator gas merupakan kebutuhan bahan bakar dari masing-masing generator. *Variable cost* dari

generator dapat dihitung dengan mengetahui *Specific Fuel Consumption* dari generator terlebih dahulu. *Specific fuel consumption* dari generator solar akan dijelaskan pada Tabel 6.2

Tabel 6.2 *Specific Fuel Consumption* Generator Solar.

Total Daya	Gal/hr	Liter/jam
2750 kW	194,3	736,93
2475 kW	173,2	656,42
2200 kW	156,1	591,61
1925 kW	139,8	529,84
1650 kW	123,7	468,82
1375 kW	107,4	407,04
1100 kW	89,7	339,96
825 kW	71,5	270,98
550 kW	53,5	202,76
275 kW	34,8	131,89

Dari Tabel 6.2 dapat diketahui *specific fuel consumption* dari generator solar, kebutuhan solar per jam disesuaikan dengan daya yang dipakai dimana bila daya yang dipakai maksimal sebesar 2750 kW (100%) maka kebutuhan solarnya sebesar 736,93 liter, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 2475 kW (90%) maka kebutuhan solarnya sebesar 656,42 liter, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 2200 kW (80%) maka kebutuhan solarnya sebesar 591,61 liter, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 1925 kW (70%) maka kebutuhan solarnya sebesar 529,842 liter, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 1650 kW (60%) maka kebutuhan solarnya sebesar 468,82 liter, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 825 kW (30%) maka kebutuhan solarnya sebesar 270,98 liter. Bila daya yang dipakai maksimal sebesar 550 kW (20%) maka kebutuhan solarnya sebesar 202,76 liter ,bila daya yang dipakai maksimal sebesar 275 kW (10%) maka kebutuhan solarnya sebesar 131,892 liter Data ini didapatkan dari spesifikasi mesin dimana 1 gal/hr sama dengan 3,79 liter/jam. Sumber asli data akan dilampirkan di halaman lampiran. Perhitungan dari *variable cost* generator solar akan dijelaskan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Nilai *Variable Cost* Generator Solar

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	SFC (Liter/Jam)	Harga (Juta)
08.00-09.00	575,64	270,98	Rp 2.845.343
09.00-10.00	1476,67	468,82	Rp 4.922.642
10.00-11.00	1656,28	468,82	Rp 4.922.642
11.00-12.00	33,647	34,8	Rp 365.400
12.00-13.00	33,647	34,8	Rp 365.400
13.00-14.00	1656,28	468,82	Rp 4.922.642
14.00-15.00	976,46	270,98	Rp 2.845.343
15.00-16.00	529,18	202,76	Rp 2.129.033
16.00-17.00	8,16	13,189	Rp 138.487
17.00-18.00	8,16	13,189	Rp 138.487
18.00-19.00	1,86	13,189	Rp 138.487
19.00-21.00	1,86	13,189	Rp 138.487
20.00-21.00	1,86	13,189	Rp 138.487
21.00-22.00	1,86	13,189	Rp 138.487
22.00-23.00	1,86	13,189	Rp 138.487
23.00-00.00	1,86	13,189	Rp 138.487
00.00-01.00	1,86	13,189	Rp 138.487
01.00-02.00	1,86	13,189	Rp 138.487
02.00-03.00	1,86	13,189	Rp 138.487
03.00-04.00	1,86	13,189	Rp 138.487
04.00-05.00	1,86	13,189	Rp 138.487
05.00-06.00	1,86	13,189	Rp 138.487
Total	6974,64 kW	2392,26 Liter	Rp 25.118.768

Dari tabel 6.3 dapat diketahui *variabel cost* dari generator diesel solar, dimana diketahui harga solar per liter adalah sebesar Rp. 10.500. Pada tabel ini didapatkan total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 575,64 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1476,67 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1656,28 kWh , jam 11.00-12.00 adalah sebesar 33,64 kWh , jam 12.00-13.00 adalah sebesar 33,64 kWh .Jam 13.00-14.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1656,28 kWh, pada jam 14.00-15.00 sebesar 976,46 kWh, pada jam 15.00-16.00 sebesar 529,18 kWh. Pada jam 16.00 hingga 18.00 daya yang terpakai adalah sebesar 8,16 kWh per jamnya, pada jam 18.00-06.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1,86 kW per jamnya.

. Biaya dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar Rp. 2.845.343, biaya dari jam 09.00-10.00 adalah sebesar Rp. 4.992.642, biaya dari jam 10.00-11.00 adalah sebesar Rp. 4.992.642, biaya dari jam 11.00-13.00 sebesar Rp. 365.400 per jamnya. Biaya dari jam 13.00-14.00 adalah sebesar Rp. 4.992.642, biaya dari jam 14.00-15.00 adalah sebesar Rp. 2.835.343, biaya dari jam 15.00-16.00 adalah sebesar Rp. 2.129.033, biaya dari jam 16.00-06.00 adalah sebesar Rp. 138.847 per jamnya, sehingga total kebutuhan solar per hari adalah sebesar 2392,2636 liter dengan biaya yang harus dikeluarkan per hari adalah sebesar Rp. 25.118.765 untuk generator solar

Variable cost dari generator gas dapat dihitung dengan mengetahui *Spesific Fuel Consumption* dari generator terlebih dahulu. *Specific fuel consumption* dari generator gas akan dijelaskan pada Tabel 6.4

Tabel 6.4 Spesific Fuel Consumption Generator Gas

Total Daya (kW)	SFC (MJ/kWh)
2469 kW	8,1
1851,75 kW	8,27
1234,5 kW	8,5

Dari Tabel 6.4 dapat diketahui *specific fuel consumption* dari generator gas, kebutuhan gas per jam disesuaikan dengan daya yang dipakai dimana bila daya yang dipakai maksimal sebesar 2469kW (100%) maka kebutuhan gasnya sebesar 8,1 MJ/kWh, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 1851,75 kW (75%) maka kebutuhan gasnya sebesar 8,27 MJ/KWh, bila daya yang dipakai maksimal sebesar 1234,5 kW (50%) maka kebutuhan gasnya sebesar 8,5 MJ/kWh. Data ini didapatkan dari spesifikasi mesin yang akan dilampirkan di halaman lampiran. Mengetahui *specific fuel consumption* per persentase daya bertujuan agar suplai bahan bakar dari generator yang dihitung lebih akurat, sehingga dapat meminimalisir kesalahan perhitungan biaya dari *variable cost* generator. Perhitungan dari *variable cost* generator solar akan dijelaskan pada Tabel 6.5

Tabel 6. 5 Nilai *Variable Cost* Generator Gas

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	SFC (MJ/kWh)	Harga (Juta)
08.00-09.00	575,64	8,5	Rp 518.121
09.00-10.00	1476,67	8,27	Rp 1.293.140
10.00-11.00	1656,28	8,27	Rp 1.450.425
11.00-12.00	33,64	8,5	Rp 30.825
12.00-13.00	33,64	8,5	Rp 30.825
13.00-14.00	1656,28	8,27	Rp 1.450.425
14.00-15.00	976,46	8,5	Rp 878.911
15.00-16.00	529,18	8,5	Rp 476.303
16.00-17.00	8,162	8,5	Rp 7.346
17.00-18.00	8,162	8,5	Rp 7.346
18.00-19.00	1,86	8,5	Rp 1.674
19.00-20.00	1,86	8,5	Rp 1.674
20.00-21.00	1,86	8,5	Rp 1.674
21.00-22.00	1,86	8,5	Rp 1.674
22.00-23.00	1,86	8,5	Rp 1.674
23.00-00.00	1,86	8,5	Rp 1.674
00.00-01.00	1,86	8,5	Rp 1.674
01.00-02.00	1,86	8,5	Rp 1.674
02.00-03.00	1,86	8,5	Rp 1.674
03.00-04.00	1,86	8,5	Rp 1.674
04.00-05.00	1,86	8,5	Rp 1.674
05.00-06.00	1,86	8,5	Rp 1.674
Total	6974,64 kW	177,81 MJ	Rp 6.161.003

Dari Tabel 6.3 dapat diketahui *variabel cost* dari generator diesel gas, dimana diketahui harga gas per mmbtu adalah sebesar Rp. 111.720 atau sebesar Rp. 106 per MJ (1 mmbtu sama dengan 1.055,06 MJ) dan kebutuhan gas per jam disesuaikan dengan daya yang dipakai . Pada tabel ini didapatkan total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 575,64 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1476,67 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1656,28 kWh , jam 11.00-12.00 adalah sebesar 33,647 kWh , jam 12.00-13.00 adalah sebesar 33,64 kWh .Jam 13.00-14.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1656,28 kWh, pada jam 14.00-15.00 sebesar 976,46 kWh, pada jam 15.00-16.00 sebesar 529,18 kWh. Pada jam 16.00 hingga 18.00 daya yang terpakai adalah sebesar 8,162 kWh per jamnya, pada jam 18.00-06.00 daya

yang terpakai adalah sebesar 1,86 kW per jamnya.. Perhitungan biaya didapatkan dari hasil perkalian harga gas per MJ dikalikan dengan SFC dan kemudian dikalikan dengan daya per jam sehingga biaya dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar Rp. 518.121, biaya dari jam 09.00-10.00 adalah sebesar Rp. 1.293.140, biaya dari jam 10.00-11.00 adalah sebesar Rp. 1.450.245, biaya dari jam 11.00 sampai dengan 13.00 adalah sebesar Rp. 30.825 biaya dari jam 13.00-14.00 adalah sebesar Rp. 1.450.245, biaya dari jam 14.00-15.00 adalah sebesar Rp. 878.911, biaya dari jam 15.00-16.00 adalah sebesar Rp. 476.303. Biaya pada jam 16.00 sampai jam 18.00 sebesar Rp. 7.346 per jamnya, biaya Rp.18.00 hingga jam 06.00 sebesar Rp. 1.674 per jamnya. Sehingga total biaya yang harus dikeluarkan per hari adalah sebesar Rp. 6.161.003 untuk generator gas.

6.3. Nilai Total Keuntungan Generator Diesel Solar Dan Generator Gas

Nilai keuntungan yang didapat dari generator diesel solar dan generator gas adalah selisih dari *variable cost* generator dibandingkan dengan listrik sumber PLN, dimana dalam satu hari kerja daya yang terpakai oleh Galangan Kapal adalah sebesar 6974,6472 kWh. Dimana harga listrik sumber PLN akan dijelaskan pada Tabel 6.6

Tabel 6.6 Nilai *Variable Cost* PLN

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	Harga (Juta)
08.00-09.00	575,64	Rp 595.796
09.00-10.00	1476,67	Rp 1.528.358
10.00-11.00	1656,28	Rp 1.714.252
11.00-12.00	33,64	Rp 34.825
12.00-13.00	33,64	Rp 34.825
13.00-14.00	1656,28	Rp 1.714.252
14.00-15.00	976,46	Rp 1.010.674
15.00-16.00	529,18	Rp 547.708
16.00-17.00	8,162	Rp 8.448
17.00-18.00	8,162	Rp 8.448
18.00-19.00	1,86	Rp 1.925
19.00-20.00	1,86	Rp 1.925

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	Harga (Juta)
20.00-21.00	1,86	Rp 1.925
21.00-22.00	1,86	Rp 1.925
22.00-23.00	1,86	Rp 1.925
23.00-00.00	1,86	Rp 1.925
00.00-01.00	1,86	Rp 1.925
01.00-02.00	1,86	Rp 1.925
02.00-03.00	1,86	Rp 1.925
03.00-04.00	1,86	Rp 1.925
04.00-05.00	1,86	Rp 1.925
05.00-06.00	1,86	Rp 1.925
Total	6974,64 kW	Rp 7.218.760

Dari Tabel 6.6 dapat diketahui *variabel cost* dari PLN, dimana diketahui harga listrik per kWh adalah sebesar Rp. 1035 Pada tabel ini didapatkan total daya Galangan Kapal dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar 575,64 kWh, jam 09-10.00 sebesar 1476,67 kWh, jam 10.00-11.00 sebesar 1656,28 kWh , jam 11.00-12.00 adalah sebesar 33,64 kWh , jam 12.00-13.00 adalah sebesar 33,64 kWh .Jam 13.00-14.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1656,28 kWh, pada jam 14.00-15.00 sebesar 976,46 kWh, pada jam 15.00-16.00 sebesar 529,18 kWh. Pada jam 16.00 hingga 18.00 daya yang terpakai adalah sebesar 8,16 kWh per jamnya, pada jam 18.00-06.00 daya yang terpakai adalah sebesar 1,86 kW per jamnya. Perhitungan biaya didapatkan dari hasil perkalian harga listrik per kWh dikalikan pemakaian listrik per jam sehingga biaya dari jam 08.00-09.00 adalah sebesar Rp. 595.796, biaya dari jam 09.00-10.00 adalah sebesar Rp. 1.528.358, biaya dari jam 10.00-11.00 adalah sebesar Rp. 1.714.252, biaya dari jam 11.00 sampai dengan 13.00 adalah sebesar Rp. 34.825 per jamnya. Biaya dari jam 13.00-14.00 adalah sebesar Rp. 1.714.252, biaya dari jam 14.00-15.00 adalah sebesar Rp. 1.010.674, biaya dari jam 15.00-16.00 adalah sebesar Rp. 547.708. Biaya pada jam 16.00 sampai jam 18.00 sebesar Rp. 8.448 per jamnya, biaya Rp.18.00 hingga jam 06.00 sebesar Rp. 1.925 per jamnya, sehingga total biaya yang harus dikeluarkan per hari adalah sebesar Rp.

7.218.760 untuk sumber listrik PLN. Perbandingan ketiga sumber listrik akan dijelaskan pada gambar Gambar 6.1



Gambar 6.1 Perbandingan Harga Antar Sumber Listrik Per Hari

Gambar 6.1 merupakan perbandingan harga antara ketiga sumber listrik. Listrik sumber gas akan membutuhkan biaya sebesar Rp.6.161.003 per hari, listrik sumber solar akan membutuhkan biaya sebesar Rp.25.118.768 sedangkan untuk listrik sumber PLN akan membutuhkan biaya sebesar Rp.7.218.760 per hari. Dari perbandingan dapat disimpulkan listrik sumber gas adalah sumber listrik paling murah diantara ketiga sumber listrik.

6.4. Perbandingan Harga Energi Listrik Sumber PLN Dan Generator

Perbandingan harga sumber energi listrik bertujuan membandingkan antara energi listrik sumber PLN dengan generator solar dan membandingkan energi listrik sumber PLN dengan generator gas. Dari perbandingan yang dilakukan akan didapatkan total penghematan biaya apabila Galangan Kapal merubah sumber listrik ke generator. Perbandingan biaya penggunaan listrik sumber PLN dan generator solar akan dijabarkan pada Tabel 6.7

Tabel 6.7: Perbandingan Biaya Penggunaan Listrik Sumber PLN Dan Generator Diesel Solar

Nama	Harga
Listrik Sumber PLN	Rp. 7.218.760
Listrik Sumber Diesel Solar	Rp. 25.118.768
Selisih Biaya Per Hari	(Rp. 17.900.008)

Selisih Biaya Per Tahun	(Rp. 4.654.002.006)
-------------------------	---------------------

Seperti yang dijelaskan Tabel 6.7, bila Galangan Kapal menggunakan listrik sumber PLN dalam proses produksinya, total biaya yang dikeluarkan Galangan Kapal adalah sebesar Rp. 7.218.760. Bila Galangan Kapal menggunakan listrik sumber generator diesel maka Galangan Kapal akan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 25.118.768. Dimana selisih biaya dari kedua sumber listrik tersebut adalah sebesar (Rp. 17.900.008) per hari dan bila dijumlahkan selama setahun adalah sebesar (Rp. 4.654.002.006). Tanda () menandakan Galangan Kapal akan rugi jika mengganti sumber listrik yang semula dari PLN ke sumber listrik generator diesel.

Sedangkan perbandingan penggunaan listrik sumber PLN dan generator gas akan dijabarkan pada Tabel 6.8

Tabel 6.8 Perbandingan Penggunaan Listrik Sumber PLN Dan Generator Gas

Nama	Harga
<i>Listrik Sumber PLN</i>	Rp. 7.218.760
<i>Listrik Sumber Gas</i>	Rp. 6.161.003
Selisih Biaya Per Hari	Rp. 1.057.757
Selisih Biaya Per Tahun	Rp. 275.016.821

Seperti yang dijelaskan pada Tabel 6.8, bila Galangan Kapal menggunakan listrik sumber PLN dalam proses produksinya, total biaya yang dikeluarkan Galangan Kapal adalah sebesar Rp. 7.218.760. Bila Galangan Kapal menggunakan listrik sumber generator gas maka Galangan Kapal akan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 6.161.003. Dimana selisih biaya dari

kedua sumber listrik tersebut adalah sebesar Rp.1.057.757 per hari dan bila dijumlahkan selama setahun adalah sebesar Rp. 275.016.821. Sehingga bila Galangan Kapal mengganti sumber energi listrik yang semula bersumber dari PLN menjadi sumber listrik Generator Gas maka Galangan Kapal akan melakukan penghematan sebesar Rp. 275.016.821 per tahun atau sebesar 14,7%.

6.5. Analisa Kelayakan Investasi

Analisa Kelayakan Investasi bertujuan apakah suatu investasi layak tidaknya suatu investasi dijalankan. Kelayakan investasi pada penelitian ini ditentukan dengan metode *Net Present Value*, *Internal Rate Of Return* dan *Break Even Point*. Dimana nilai dari ketiga metode tersebut akan dijabarkan pada Tabel 6.9

Tabel 6.9: Tabel Analisa Kelayakan Investasi

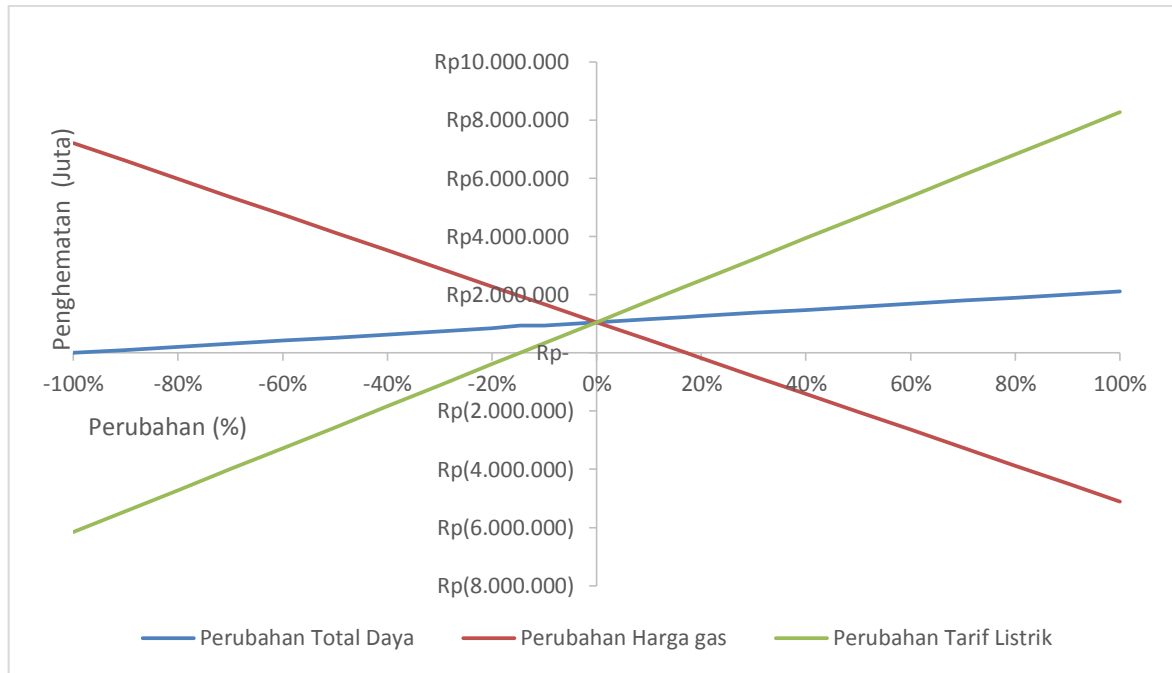
Nama	Nilai
<i>Net Present Value</i>	Rp. 6.182.064.572
<i>Internal Rate Of Return</i>	19%
<i>Return Of Investment</i>	16%
<i>Payback Period</i>	Tahun ke-4 bulan ke- 7

Dari Tabel 6.9 menjelaskan analisa kelayakan investasi dari masing-masing metode. Nilai *Net Present Value* dari investasi ini adalah sebesar Rp. 6.182.064.572, nilai dari *Internal Rate Of Return* adalah sebesar 19%, nilai *Return On Investment* sebesar 16%. *Payback period* pada tahun ke 4 bulan ke 7. Penjabaran dari perhitungan ini akan dijabarkan pada halaman lampiran.

6.6. Analisa Sensitivitas Harga

Analisa sensitivitas harga bertujuan untuk mengetahui sensitivitas penghematan terhadap variabel penentu. Penghematan yang dilakukan dalam penelitian ini berasal dari besar biaya penggunaan listrik PLN yang digantikan oleh sistem suplai energi baru yaitu gas. Variabel yang dimasukkan kedalam analisa ini yaitu perubahan daya listrik, perubahan harga gas dan perubahan tarif dasar listrik. Analisa sensitivitas akan dijelaskan pada Gambar 6.2

Gambar 6.2 Grafik Sensitivitas



Dari Gambar 6.2 menjelaskan analisa sensitivitas harga gas per hari terhadap perubahan persentase masing-masing variabel, perubahan variabel yang dihitung adalah perubahan daya listrik, perubahan harga gas dan perubahan tarif dasar listrik. Persentase perubahan pada perhitungan adalah sebesar +10% hingga +100% dan -10% hingga -100%. Variabel pertama adalah perubahan total daya pemakaian listrik di Galangan Kapal. Pada grafik menunjukkan bahwa perubahan persentase total daya pemakaian listrik di Galangan Kapal tidak terlalu sensitif terhadap keuntungan yang didapat, keuntungan yang didapat akan menjadi Rp.0 bila Galangan Kapal tidak menggunakan daya listrik dalam pengerjaan proses produksinya. Variabel kedua adalah perubahan harga gas terhadap keuntungan dari penghematan konversi energi listrik. Pada gambar 6.2 menjelaskan bila harga gas naik 17,13% dari harga sekarang maka keuntungan yang didapatkan adalah sebesar Rp.0, bila harga gas terus naik melebihi angka tersebut maka konversi sumber energi listrik menjadi tidak menguntungkan. Variabel ketiga yaitu perubahan tarif dasar listrik terhadap penghematan dari konversi energi listrik. Pada gambar 6.2 menjelaskan apabila harga tarif dasar listrik turun sebesar 14,63 % maka penghematan yang dilakukan oleh Galangan Kapal menjadi Rp.0 dan apabila harga tarif dasar listrik turun melebihi angka tersebut maka konversi sumber energi listrik menjadi tidak menguntungkan bagi Galangan Kapal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa harga tarif dasar listrik merupakan variabel yang paling sensitif pada investasi ini, kemudian disusul dengan variabel harga gas dan variabel total daya penggunaan daya listrik di Galangan Kapal.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan penelitian tugas akhir ini ada beberapa hal yang bisa disimpulkan:

- 1.) Kebutuhan daya dari Galangan Kapal PT.DPS Persero adalah sebesar 6974,64 kWh selama 1 hari dan rencana generator yang akan diaplikasikan mempunyai daya sebesar 2750 kW per jam dan untuk generator diesel solar dan 2469 KW per jam untuk generator gas
- 2.) Biaya yang dibutuhkan untuk generator terdiri dari biaya generator dan biaya komponen lain sebagai pelengkap. Dimana total biaya dari generator diesel solar adalah sebesar Rp. 8.700.000.000 dan Rp. Rp. 14.030.267.500 untuk generator gas.
- 3.) Bila Galangan Kapal mengganti sumber listrik yang semula bersumber PLN menjadi generator diesel Galangan Kapal akan mendapatkan kerugian sebesar Rp. 4.654.002.006 per tahun, ketika sedangkan untuk generator gas akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 274.821.059 per tahun

7.2 Saran

Setelah menyelesaikan penelitian tugas akhir ini ada beberapa saran antara lain :

- 1.) Perlunya perbandingan antara generator diesel solar maupun generator gas dengan merek lain
- 2.) Perlu adanya pemahaman lebih lanjut mengenai sistem dari generator gas serta perlu adanya Standard Operating Procedure agar generator gas dapat berjalan sesuai dengan rencana
- 3.) Perlu adanya dukungan dari pemerintah baik insentif pajak, penetapan harga gas jangka panjang serta harga tarif listrik yang lebih untuk generator yang bersumber dari energi terbarukan

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Anderl, H., Zotter, T., (2014). Gasification in a CFB-Reactor – a Simple and Economic Way of Co-Firing Renewable
- Blume, W.S. (2007). Electric Power Sistem Basics For The Nonelectrical Professionals. New Jersey : John Wiley and Sons Inc.
- CAT, (2017) [https:// www.cat.com/products/new/powersystems/gasgeneratorset.html](https://www.cat.com/products/new/powersystems/gasgeneratorset.html) (Di akses pada tanggal 24-02-2019)
- Dananto. (2014). Cost Effective Pada Proses Regasifikasi LNG di Indonesia: Fakultas Teknologi Industri- ITS.
- Esentrout.,et al., (2006). Based Cogeneration Sistem: Evaluation Using Exergy Based Analyses
- H.L., Dian. (2014). Analisis Tekno-Ekonomi Integrasi Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sistem Regasifikasi LNG Pada PLTMG (Gas Engine)
- L., Jeremias. (2014). Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Ujung Pandang
- LNG,Oregon (2017)_[https:// www.energy.ca.gov/lng/documents/oregon/naturalgas.html](https://www.energy.ca.gov/lng/documents/oregon/naturalgas.html) (Di akses pada tanggal 24-02-2019)
- Nation Of Change. (2017) <https://www.nationsofchange.org/topics/gaspipeline.html> (Di akses pada tanggal 24-02-2019)
- Soeharto, A., & Soejitno. (1996). Galangan Kapal. Surabaya: Fakultas Teknologi Kelautan- ITS.
- Storch, R. L., Hammon, C. P., Bunch, H. M., & Moore, R. C. (1995). Ship Production Second Edition. Centreville: Cornell Maritime Press.
- Szwaja, S., et al., (2012). Selected Combustion Parameters of Biogas at Elevated Pressure Temperature Conditions, Combustion Engines, 51
- Thermal Science, 5 (2001). Fuels in Existing Power Plants
- Tisna, K.G., (2014). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas Dengan Menggunakan Bahan Bakar LNG Dan Minyak Solar Di PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Bali
- Tutak, W., Jamrozik, A., (2014). Generator Gas as a Fuel to Power a Diesel Engine THERMAL SCIENCE. Institute of Thermal Machinery, Czestoch University of Technology, Czestochowa, Poland.
- Powerol, Mahindra (2014) <https://www.mahindrapowerol.com/gensets.html> (Di akses pada tanggal 24-02-2019)

Wibawa, Gede. (2014). Regasification Of LNG.

Wingen, V., (2009). Multiple Options For Diesel Gensets Exist To Tailor Specific Needs

LAMPIRAN

- Lampiran A Foto Daya Alat dengan Clampmeter
- Lampiran B Spesifikasi gas pressure regulating sistem
- Lampiran C Spesifikasi Generator
- Lampiran D Harga gas pressure regulating sistem
- Lampiran E Harga Generator
- Lampiran F Perhitungan Ekonomis
- Lampiran G Perhitungan Sensitivitas
- Lampiran H Wiring Diagram
- Lampiran I Penggunaan Alat Listrik Subcon Hingga Jam 9 Malam
- Lampiran J Regasifikasi

BIODATA PENULIS



Ibnu Rusdi Devagya, itulah nama lengkap penulis. Nama panggilan penulis adalah Deva. Dilahirkan di Bandar Lampung pada 16 Juli 1996 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada SD Kartika II-5 Bandar Lampung, SMPN 2 Bandar Lampung dan SMAN 2 Bandar Lampung. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan – Produksi Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Kepala Departemen Pemberdayaan Sumber Manusia (PSDM) Himatekpal FTK ITS 2016/2017 serta *staff* Pemberdayaan Sumber Manusia (PSDM) ITS 2015/2016.

Email: irdevagya@gmail.com

Lampiran A Foto Daya Alat dengan Clampmeter

Welding Machine *Other*



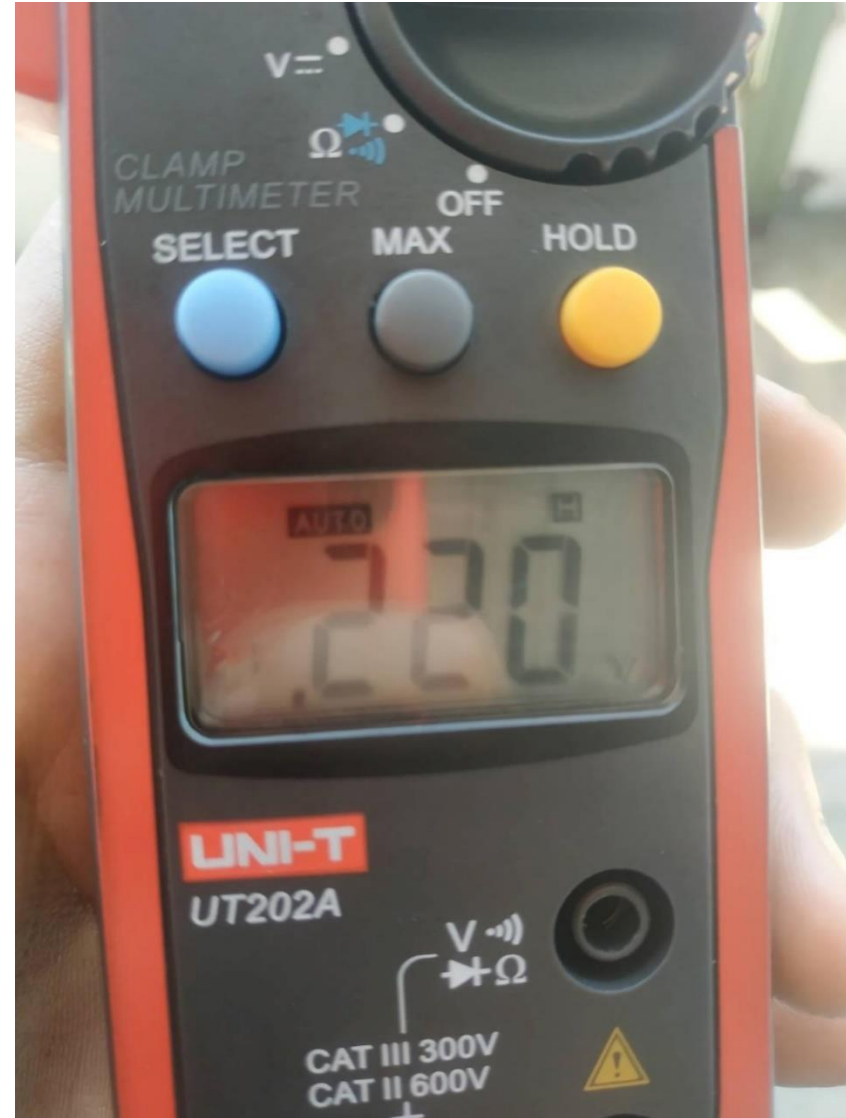
Mesin Manual Cut



Mesin Horizontal Boring



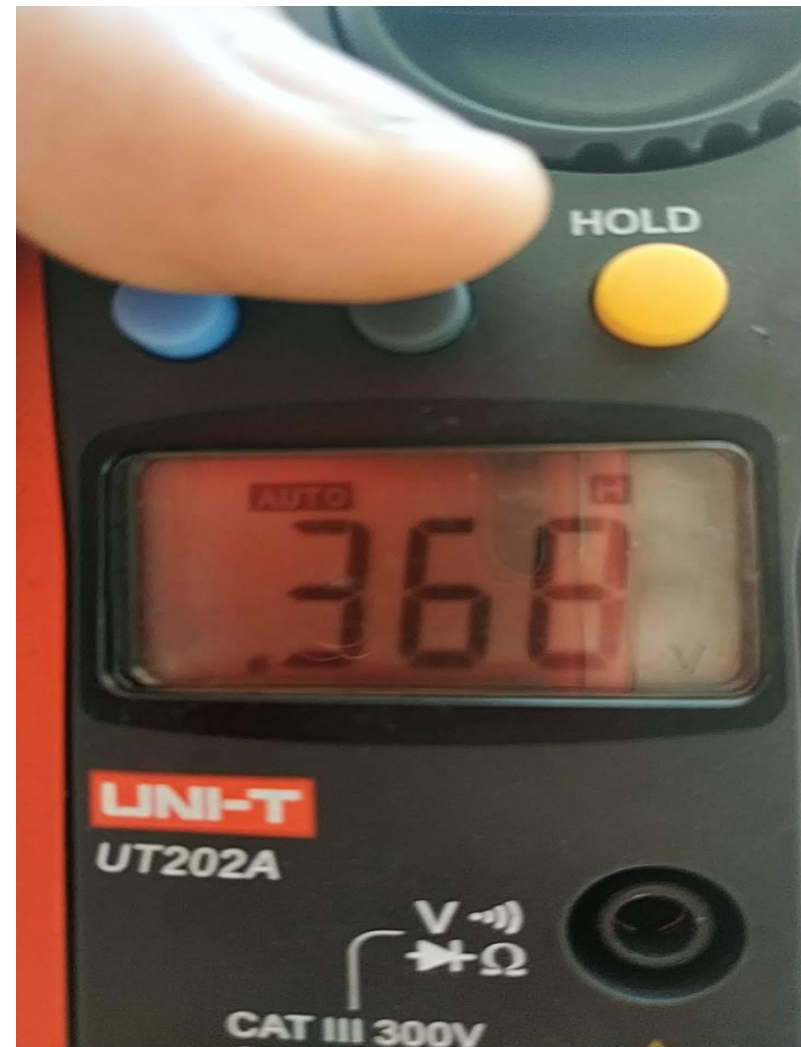
Mesin Bubut Kecil



Mesin Pres 500



Mesin press 300



Mesin kompressor



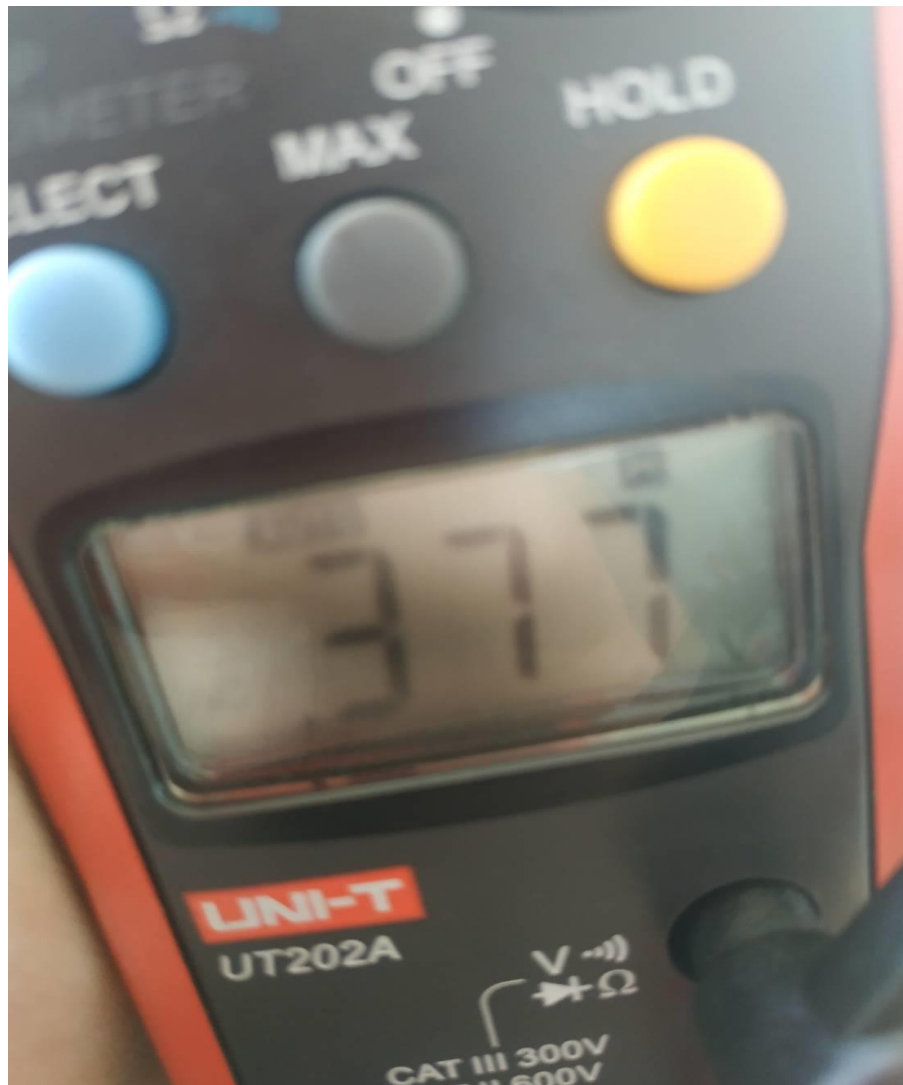
Mesin las esab



Mesin bending pipa



Mesin bubut besar




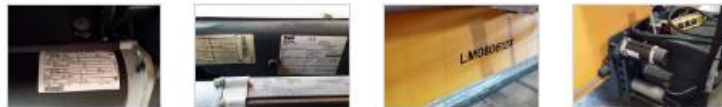
Item Specifications for DCM-3829

Specifications

Show Metric Conversion

Crane Design:	Free Standing, Top Running, Double Girder
Rated Lifting Capacity:	15 Ton
Maximum Height Under Hook (available lift)	16'-7
Building Height Required:	19'-4
Crane Span:	25'
Hoist:	Detroit D30T23-15M60
Hoist Speed/Power (inverter):	2 speed, 15 feet per minute - 15 HP
Trolley Speed/Power (inverter):	2 speed, 60 feet per minute - .75 HP
Bridge Speed/Power (inverter):	2 speed, 80 feet per minute - 1.5 HP x 2
Runway travel:	37'-1
Control:	Pushbutton, suspended from separate track
Power Requirements:	480/3/60 fused at 35 amps

d in this machine? 
 request a quote.
 note.



◀ PREVIOUS ITEM

NEXT ITEM ▶

SWF 10 TON OVERHEAD CRANE

CATEGORY: Overhead Cranes

SPECIFICATIONS	NOTES	ENQUIRY
PRODUCT ID	74	
ITEM NO.	LM080612X	
MANUFACTURER	SWF Krantechnik	
YEAR OF MANUFACTURE	Oct 2006	
LOAD CAPACITY	10 Ton	
HOIST MOTOR (KW)	11 kW	
LONG TRAVEL MOTOR (KW)	0.55 kW	



◀ PREVIOUS ITEM

NEXT ITEM ▶

KONE 5 TON OVERHEAD CRANE – COMPLETE

CATEGORY: Overhead Cranes

SPECIFICATIONS	NOTES	ENQUIRY
PRODUCT ID	94	
ITEM NO.	LM076616L	
MANUFACTURER	KONE	
LOAD CAPACITY	5 Ton	
HOIST MOTOR (KW)	3.5 kW	
HOIST TRAVEL MOTOR (KW)	0.55 kW	
LONG TRAVEL MOTOR (KW)	0.3 kW	
REMARKS	Complete	

Nama Alat	Volt	Ampere	Daya (Watt)
Welding Machine 400 A	22	114	2,508
Welding Machine Other	23	121	2,783
Mesin Bubut Besar	380	148	56,24
Mesin Bubut Kecil	220	83	18,26
Manual Cutting Machine	67	52	3,484
Over Head Crane 5 ton			4,3
Over Head Crane 10 ton			11,55
Over Head Crane 16 ton			28,8
Press machine 500 ton	377	90	33,93
Press Machine 300 ton	368	58	21,344
Pipe Bending Machine	237	83,8	19,8606
Compressor	314	143	44,902
Vertical Boring Machine	213	121	25,773
Horizontal Milling & Boring Machine	386	110	42,46

Nama Alat	Daya			Pemakaian							
				08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00
Welding Machine 400 A	112,86	677,16	10,2%	112,86	112,86	112,86			112,86	112,86	112,86
Welding Machine Other	76,8108	460,8648	7,0%	76,8108	76,8108	76,8108			76,8108	76,8108	76,8108
Mesin Bubut Besar	112,48	449,92	6,8%		112,48	112,48			112,48	112,48	
Mesin Bubut Kecil	219,12	657,36	9,9%		219,12	219,12			219,12		
Manual Cutting Machine	3,484	1128,816	17,1%		282,204	282,204			282,204	282,204	
Over Head Crane 5 ton	25,8	103,2	1,6%	25,8	25,8	25,8			25,8		
Over Head Crane10 ton	57,75	231	3,5%	57,75	57,75	57,75			57,75		
Over Head Crane 16 ton	57,6	230,4	3,5%	57,6	57,6	57,6			57,6		
Press machine 500 ton	135,72	407,16	6,2%		135,72	135,72			135,72		
Press Machine 300 ton	85,376	256,128	3,9%		85,376	85,376			85,376		
Pipe Bending Machine	39,7212	238,3272	3,6%	39,7212	39,7212	39,7212			39,7212	39,7212	39,7212
Compressor	179,608	359,216	5,4%		0	179,608			179,608		
Vertical Boring Machine	51,546	206,184	3,1%		51,546	51,546			51,546	51,546	
Horizontal Milling & Boring Machine	84,92	339,68	5,1%	84,92	84,92	84,92			84,92		
Gerinda Tangan	13,5	40,5	0,6%		13,5	13,5			13,5		
Welding Machine GMAW (SubCon)	53,4336	320,6016	4,9%	53,4336	53,4336	53,4336			53,4336	53,4336	53,4336
Welding Machine SMAW (SubCon)	33,1056	198,6336	3,0%	33,1056	33,1056	33,1056			33,1056	33,1056	33,1056
Gerinda Tangan (SubCon)	1,08	4,32	0,1%		1,08	1,08			1,08	1,08	0
Lampu bohlam	6,302	50,416	0,8%	6,302	6,302	6,302	6,302	6,302	6,302	6,302	6,302

Lampu TL	1,86	18,6	0,3%	0	0	0	0	0	0	0	0
Komputer dan Laptop	5,265	42,12	0,6%	5,265	5,265	5,265	5,265	5,265	5,265	5,265	5,265
Air Conditioner	22,08	176,64	2,7%	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08
total (kW)		6609,851	100%	575,6482	1476,674	1656,2822	33,647	33,647	1656,282	796,8882	349,5782

Lampiran B Spesifikasi gas pressure regulating sistem

444 SCM/H CNG PRMS

Inlet pressure:0.6Mpa

Outlet pressure:108-135Kpa

PRESSURE REGULATING & METERING STATION

S/N	Item	Spec	Unit	Qty	Remark
1	Gas pressure regulator	RTJ-50GK PN16	piece	1	HeBei XinXing
2	Cut-off valve	RAQ-DN50 PN16	piece	1	HeBei XinXing
3	Filter	XXG-DN50 PN16	piece	1	HeBei XinXing
4	Pressure relief valve	RAF-DN15 PN16	piece	1	HeBei XinXing
5	Pressure gauge	Y60 0~1.6MPa	piece	1	Tianjn Wanda
6	Pressure gauge	Y60 0~0.4MPa	piece	1	Tianjn Wanda
7	Flange ball valve	Q41F-16C-DN50	piece	1	ZheJiang Lida
8	Flange ball valve	Q41F-16C-DN80	piece	1	ZheJiang Lida
9	Turbine flowmeter	LWQZ-80 G160	piece	1	Zhejiang Cangnan
10	Gas burner	Q11F-16T-DN15	piece	4	Ningbo Jiekelong
11	Gauge valve	237A-16T-DN15	piece	2	Ningbo Jiekelong
12	Thread ball valve	Q11F-16P-DN15	piece	1	ZheJiang ZhuBao
13	Electrostatic jumper		set	1	HeBei XinXing
32	Piping and fittings		set	1	HeBei XinXing
33	stainless steel cabinet(304)	About 2500*650*1600	piece	1	HeBei XinXing

HEBEI XINXING VOLTAGE REGULATOR CO., LTD







Lampiran C Spesifikasi Generator

Lampiran D Harga gas pressure regulating sistem


Lampiran E Harga Generator



2016 CATERPILLAR G3520H

Stationary Generators

Price: **USD \$1,050,000**

 Financial Calculator

Hours: 0

Condition: New

Compare Save

**Power Generation
Enterprises, Inc.**



North Hollywood, California
91601

Phone: [\(818\) 875-6031](tel:(818)875-6031)

 [View Details](#) 

Description

New Caterpillar G3520H Natural Gas Generator Set - Rated at: 2500KW, 3125KVA, 50Hz, 6600-11000V, 1500RPM - High Efficiency, Low Emissions Engine - CAT EMCP II Panel - Surplus New Condition with 0 Hours.

 Escrow 

 Shipping 

 Insurance 

 Financing 

Lampiran F Perhitungan Ekonomis

Bunga Bank		11%		
Tahun ke-	Bunga Pinjaman	Angsuran	Pembayaran	Sisa Pinjaman
0				Rp 4.179.000.000
1	Rp 459.690.000	Rp 249.910.164	Rp 709.600.164	Rp 3.929.089.836
2	Rp 432.199.882	Rp 277.400.282	Rp 709.600.164	Rp 3.651.689.554
3	Rp 401.685.851	Rp 307.914.313	Rp 709.600.164	Rp 3.343.775.241
4	Rp 367.815.277	Rp 341.784.887	Rp 709.600.164	Rp 3.001.990.354
5	Rp 330.218.939	Rp 379.381.225	Rp 709.600.164	Rp 2.622.609.129
6	Rp 288.487.004	Rp 421.113.160	Rp 709.600.164	Rp 2.201.495.970
7	Rp 242.164.557	Rp 467.435.607	Rp 709.600.164	Rp 1.734.060.362
8	Rp 190.746.640	Rp 518.853.524	Rp 709.600.164	Rp 1.215.206.838
9	Rp 133.672.752	Rp 575.927.412	Rp 709.600.164	Rp 639.279.427
10	Rp 70.320.737	Rp 639.279.427	Rp 709.600.164	Rp 0
11	Rp2.917.001.638	Rp 4.179.000.000		

Deskripsi	Tahun Ke-					
	0	1	2	3	4	5
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Dana awal						
a. Modal Sendiri	Rp 9.751.000.000					
b. Pinjaman Bank	Rp 4.179.000.000					
Pemasukan						
Budget Listrik	Rp 2.002.213.007	Rp 2.235.502.531	Rp 2.487.115.476	Rp 2.758.300.958	Rp 3.050.387.200	Rp 3.364.786.314
Investasi						
Generator	Rp 13.930.000.000					
Pengeluaran						
Pembelian Gas	Rp 1.647.975.321	Rp 1.730.374.087	Rp 1.816.892.791	Rp 1.907.737.431	Rp 2.003.124.302	Rp 2.103.280.517
Pembayaran Pinjaman						
Pinjaman Bank	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164
Total Pengeluaran	Rp 2.357.575.485	Rp 2.439.974.251	Rp 2.526.492.955	Rp 2.617.337.595	Rp 2.712.724.466	Rp 2.812.880.681
Pendapatan Bersih	-Rp 355.362.478	-Rp 204.471.720	-Rp 39.377.479	Rp 140.963.364	Rp 337.662.734	Rp 551.905.633

6	7	8	9	10
2025	2026	2027	2028	2029
Rp 3.702.999.372	Rp 4.066.621.769	Rp 4.457.348.907	Rp 4.876.982.206	Rp 5.327.435.461
Rp 2.208.444.543	Rp 2.318.866.770	Rp 2.434.810.109	Rp 2.556.550.614	Rp 2.684.378.145
Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164
Rp 2.918.044.707	Rp 3.028.466.934	Rp 3.144.410.273	Rp 3.266.150.778	Rp 3.393.978.309
Rp 784.954.664	Rp 1.038.154.835	Rp 1.312.938.635	Rp 1.610.831.427	Rp 1.933.457.152

11	12	13	14	15
2030	2031	2032	2033	2034
Rp 5.810.741.587	Rp 6.329.059.736	Rp 6.329.059.736	Rp 7.480.045.619	Rp 8.117.732.961
Rp 2.818.597.052	Rp 2.959.526.905	Rp 3.107.503.250	Rp 3.262.878.413	Rp 3.426.022.333
Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164	Rp 709.600.164
Rp 3.528.197.216	Rp 3.669.127.069	Rp 3.817.103.414	Rp 3.972.478.577	Rp 4.135.622.497
Rp 2.282.544.371	Rp 2.659.932.667	Rp 2.511.956.322	Rp 3.507.567.042	Rp 3.982.110.464

Alur Kas - Modal Sendiri				
Jenis	Tahun	Profit	Profit Setelah NPV	Selish Payback
Investasi	0	-Rp 9.751.000.000	-Rp 9.751.000.000	Rp -
FCF pertama	1	-Rp 204.471.720	-Rp 184.208.756	-Rp 9.955.471.720
FCF kedua	2	-Rp 39.377.479	-Rp 31.959.646	-Rp 243.849.199
FCF ketiga	3	Rp 140.963.364	Rp 103.071.197	Rp 101.585.884
FCF keempat	4	Rp 337.662.734	Rp 222.428.902	Rp 478.626.098
FCF kelima	5	Rp 551.905.633	Rp 327.529.131	Rp 889.568.367
FCF keenam	6	Rp 784.954.664	Rp 419.668.818	Rp 1.336.860.297
FCF ketujuh	7	Rp 1.038.154.835	Rp 500.036.008	Rp 1.823.109.499
FCF kedelapan	8	Rp 1.312.938.635	Rp 569.718.862	Rp 2.351.093.469
FCF kesembilan	9	Rp 1.610.831.427	Rp 629.713.908	Rp 2.923.770.062
FCF kesepuluh	10	Rp 1.933.457.152	Rp 680.933.599	Rp 3.544.288.580
FCF kesebelas	11	Rp 2.282.544.371	Rp 724.213.243	Rp 4.216.001.523
FCF keduabelas	12	Rp 2.659.932.667	Rp 760.317.344	Rp 4.942.477.038
FCF ketigabelas	13	Rp 2.511.956.322	Rp 646.864.562	Rp 5.171.888.990
FCF keempatbels	14	Rp 3.507.567.042	Rp 813.737.401	Rp 6.019.523.365
FCF kelimabelas	15	Rp 3.982.110.464	Rp 832.278.396	Rp 7.489.677.507
Total		Rp 12.660.130.112	Rp 7.014.342.968	Rp 31.089.149.760
Bunga	11%			Rp 2.072.609.984

Lampiran G Perhitungan Sensitivitas

Daya	Daya	harga gas	harga Listrik	Harga gas	Harga PLN	Keuntungan
2019	6969,0672	Rp 107	Rp 1.105	Rp 6.338.367	Rp 7.700.819	Rp 1.362.453
2020	7317,52056	Rp 107,02	Rp 1.175	Rp 6.655.285	Rp 8.598.087	Rp 1.942.802
2021	7683,396588	Rp 107,04	Rp 1.245	Rp 6.988.049	Rp 9.565.829	Rp 2.577.780
2022	8067,566417	Rp 107,06	Rp 1.315	Rp 7.337.452	Rp 10.608.850	Rp 3.271.398
2023	8470,944738	Rp 107,08	Rp 1.385	Rp 7.704.324	Rp 11.732.258	Rp 4.027.934
2024	8894,491975	Rp 107,10	Rp 1.455	Rp 8.089.540	Rp 12.941.486	Rp 4.851.945
2025	9339,216574	Rp 107,12	Rp 1.525	Rp 8.494.017	Rp 14.242.305	Rp 5.748.288
2026	9806,177403	Rp 107,14	Rp 1.595	Rp 8.918.718	Rp 15.640.853	Rp 6.722.135
2027	10296,48627	Rp 107,16	Rp 1.665	Rp 9.364.654	Rp 17.143.650	Rp 7.778.995
2028	10811,31059	Rp 107,18	Rp 1.735	Rp 9.832.887	Rp 18.757.624	Rp 8.924.737
2029	11351,87612	Rp 107,20	Rp 1.805	Rp 10.324.531	Rp 20.490.136	Rp 10.165.605
2030	11919,46992	Rp 107,22	Rp 1.875	Rp 10.840.758	Rp 22.349.006	Rp 11.508.248
2031	12515,44342	Rp 107,24	Rp 1.945	Rp 11.382.796	Rp 24.342.537	Rp 12.959.742
2032	13141,21559	Rp 107,26	Rp 2.015	Rp 11.951.936	Rp 26.479.549	Rp 14.527.614
2033	13798,27637	Rp 107,28	Rp 2.085	Rp 12.549.532	Rp 28.769.406	Rp 16.219.874
2034	14488,19019	Rp 107,30	Rp 2.155	Rp 13.177.009	Rp 31.222.050	Rp 18.045.041
2035	15212,5997	Rp 107,32	Rp 2.225	Rp 13.835.859	Rp 33.848.034	Rp 20.012.175

Rp	117.306
----	---------

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	SFC (MJ/kWh)	Harga
08.00-09.00	575,6482	8,5	Rp 544.027
09.00-10.00	1476,6742	8,27	Rp 1.357.797
10.00-11.00	1656,2822	8,27	Rp 1.522.946
11.00-12.00	33,647	8,5	Rp 31.799
12.00-13.00	33,647	8,5	Rp 31.799
13.00-14.00	1656,2822	8,27	Rp 1.522.946
14.00-15.00	976,4962	8,5	Rp 922.857
15.00-16.00	529,1862	8,5	Rp 500.118
16.00-17.00	8,162	8,5	Rp 7.714
17.00-18.00	8,162	8,5	Rp 7.714
18.00-19.00	1,86	8,5	Rp 1.758
19.00-20.00	1,86	8,5	Rp 1.758
20.00-21.00	1,86	8,5	Rp 1.758
21.00-22.00	1,86	8,5	Rp 1.758
22.00-23.00	1,86	8,5	Rp 1.758
23.00-00.00	1,86	8,5	Rp 1.758
00.00-01.00	1,86	8,5	Rp 1.758
02.00-03.00	1,86	8,5	Rp 1.758
03.00-04.00	1,86	8,5	Rp 1.758
04.00-05.00	1,86	8,5	Rp 1.758
05.00-06.00	1,86	8,5	Rp 1.758
Total			Rp 6.469.053

Rp	129.037
----	---------

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	SFC (MJ/kWh)	Harga
08.00-09.00	575,6482	8,5	Rp 598.430
09.00-10.00	1476,6742	8,27	Rp 1.493.577
10.00-11.00	1656,2822	8,27	Rp 1.675.241
11.00-12.00	33,647	8,5	Rp 34.979
12.00-13.00	33,647	8,5	Rp 34.979
13.00-14.00	1656,2822	8,27	Rp 1.675.241
14.00-15.00	976,4962	8,5	Rp 1.015.142
15.00-16.00	529,1862	8,5	Rp 550.129
16.00-17.00	8,162	8,5	Rp 8.485
17.00-18.00	8,162	8,5	Rp 8.485
18.00-19.00	1,86	8,5	Rp 1.934
19.00-20.00	1,86	8,5	Rp 1.934
20.00-21.00	1,86	8,5	Rp 1.934
21.00-22.00	1,86	8,5	Rp 1.934
22.00-23.00	1,86	8,5	Rp 1.934
23.00-00.00	1,86	8,5	Rp 1.934
00.00-01.00	1,86	8,5	Rp 1.934
02.00-03.00	1,86	8,5	Rp 1.934
03.00-04.00	1,86	8,5	Rp 1.934
04.00-05.00	1,86	8,5	Rp 1.934
05.00-06.00	1,86	8,5	Rp 1.934
Total			Rp 7.115.958

Rp 130.237	Rp 123
------------	--------

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	SFC (MJ/kWh)	Harga
08.00-09.00	575,6482	8,5	Rp 603.995
09.00-10.00	1476,6742	8,27	Rp 1.507.467
10.00-11.00	1656,2822	8,27	Rp 1.690.820
11.00-12.00	33,647	8,5	Rp 35.304
12.00-13.00	33,647	8,5	Rp 35.304
13.00-14.00	1656,2822	8,27	Rp 1.690.820
14.00-15.00	976,4962	8,5	Rp 1.024.583
15.00-16.00	529,1862	8,5	Rp 555.245
16.00-17.00	8,162	8,5	Rp 8.564
17.00-18.00	8,162	8,5	Rp 8.564
18.00-19.00	1,86	8,5	Rp 1.952
19.00-20.00	1,86	8,5	Rp 1.952
20.00-21.00	1,86	8,5	Rp 1.952
21.00-22.00	1,86	8,5	Rp 1.952
22.00-23.00	1,86	8,5	Rp 1.952
23.00-00.00	1,86	8,5	Rp 1.952
00.00-01.00	1,86	8,5	Rp 1.952
02.00-03.00	1,86	8,5	Rp 1.952
03.00-04.00	1,86	8,5	Rp 1.952
04.00-05.00	1,86	8,5	Rp 1.952
05.00-06.00	1,86	8,5	Rp 1.952
Total			Rp 7.182.134

	Perubahan Total Daya	Perubahan Harga gas	Perubahan Tarif Listrik
-100%	Rp -	Rp 7.216.835	-Rp 6.161.003
-90%	Rp 105.583	Rp 6.600.734	-Rp 5.439.319
-80%	Rp 211.166	Rp 5.984.634	-Rp 4.717.636
-70%	Rp 316.750	Rp 5.368.534	-Rp 3.995.952
-60%	Rp 422.333	Rp 4.752.434	-Rp 3.274.269
-50%	Rp 527.916	Rp 4.136.333	-Rp 2.552.585
-40%	Rp 633.499	Rp 3.520.233	-Rp 1.830.902
-30%	Rp 739.082	Rp 2.904.133	-Rp 1.109.219
-20%	Rp 844.666	Rp 2.288.032	-Rp 387.535
-14,63%	Rp 950.249	Rp 1.957.248	Rp -
-10%	Rp 950.249	Rp 1.671.932	Rp 334.148
0%	Rp 1.055.832	Rp 1.055.832	Rp 1.055.832
10%	Rp 1.161.415	Rp 439.732	Rp 1.777.515
17,1372%	Rp 1.236.772	Rp -	Rp 2.292.595
20%	Rp 1.266.998	-Rp 176.369	Rp 2.499.199
30%	Rp 1.372.581	-Rp 792.469	Rp 3.220.882
40%	Rp 1.478.165	-Rp 1.408.569	Rp 3.942.566

50%	Rp	1.583.748	-Rp	2.024.670	Rp	4.664.249
60%	Rp	1.689.331	-Rp	2.640.770	Rp	5.385.933
70%	Rp	1.794.914	-Rp	3.256.870	Rp	6.107.616
80%	Rp	1.900.497	-Rp	3.872.970	Rp	6.829.300
90%	Rp	2.006.081	-Rp	4.489.071	Rp	7.550.983
100%	Rp	2.111.664	-Rp	5.105.171	Rp	8.272.667

Lampiran

H

Wiring

Diagram

Lampiran I Penggunaan Alat Listrik Subcon Hingga Jam 9 Malam

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	Harga PLN (Juta)	Harga Gas(Juta)	Harga Solar (Juta)
---------------	--------------------	------------------	-----------------	-----------------------

Jam Pemakaian	Total Daya (kW)	Harga PLN (Juta)	Harga Gas(Juta)	Harga Solar (Juta)
08.00-09.00	575,6482	Rp 595.796	Rp 518.121	Rp 2.845.343
09.00-10.00	1476,6742	Rp 1.528.358	Rp 1.293.140	Rp 4.922.642
10.00-11.00	1656,2822	Rp 1.714.252	Rp 1.450.425	Rp 4.922.642
11.00-12.00	33,647	Rp 34.825	Rp 30.825	Rp 365.400
12.00-13.00	33,647	Rp 34.825	Rp 30.825	Rp 365.400
13.00-14.00	1656,2822	Rp 1.714.252	Rp 1.450.425	Rp 4.922.642
14.00-15.00	976,4692	Rp 1.010.674	Rp 878.911	Rp 2.845.343
15.00-16.00	529,1862	Rp 547.708	Rp 476.303	Rp 2.129.033
16.00-17.00	94,7012	Rp 98.016	Rp 85.237	Rp 138.487
17.00-18.00	94,7012	Rp 98.016	Rp 85.237	Rp 138.487
18.00-19.00	88,3992	Rp 91.493	Rp 79.565	Rp 138.487
19.00-20.00	88,3992	Rp 91.493	Rp 79.565	Rp 138.487
20.00-21.00	88,3992	Rp 91.493	Rp 79.565	Rp 138.487
21.00-22.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
22.00-23.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
23.00-00.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
00.00-01.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
01.00-02.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
02.00-03.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
03.00-04.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
04.00-05.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
05.00-06.00	1,86	Rp 1.925	Rp 1.674	Rp 138.487
Total	7317,084 kW	Rp 7.573.182	Rp 6.469.219	Rp 24.841.795