



SKRIPSI – ME184834

**PERBANDINGAN DESAIN HYBRID PANEL SURYA, TURBIN ANGIN,
DAN GENERATOR GAS UNTUK KELISTRIKAN KAPAL PERIKANAN
30 GT.**

Dicky Subrata

NRP 04211746000028

Dosen Pembimbing

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
Juniarko Prananda, S.T., M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



SKRIPSI - ME 184834

PERBANDINGAN DESAIN HYBRID PANEL SURYA, TURBIN ANGIN, DAN GENERATOR GAS UNTUK KELISTRIKAN KAPAL PERIKANAN 30 GT.

Dicky Subrata

NRP 04211746000028

Dosen Pembimbing

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Juniarko Prananda, S.T., M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS – ME184834

**COMPARISON OF HYBRID DESIGN SOLAR CELL, WIND
TURBINE, AND GAS GENERATOR FOR ELECTRICITY OF
FISHING VESSELS 30 GT**

Dicky Subrata
NRP. 04211746000028

Supervisor

Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

Juniarko Prananda, S.T., M.T

**DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN DESAIN *HYBRID* PANEL SURYA, TURBIN ANGIN, DAN
GENERATOR GAS UNTUK KELISTRIKAN KAPAL PERIKANAN 30 GT.**

TUGAS AKHIR

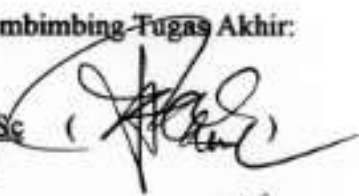
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada


Bidang Studi *Marine Fluid and Machinery System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh;

DICKY SUBRATA
NRP.0421174600028

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Alam Baheramsvah, M.Sc ()
NIP.196801291992031001

Juniarko Prananda, S.T, M.T ()
NIP. 199006052015041001

SURABAYA
JANUARI, 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**PERBANDINGAN DESAIN *HYBRID* PANEL SURYA, TURBIN ANGIN, DAN
GENERATOR GAS UNTUK KELISTRIKAN KAPAL PERIKANAN 30 GT.**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi *Marine Fluid and Machinery System* (MMS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh;

DICKY SUBRATA
NRP.0421174600028

Disetujui Oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



SURABAYA
JANUARI, 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERBANDINGAN DESAIN HYBRID SOLAR CELL, TURBIN ANGIN, DAN GENERATOR GAS UNTUK KELISTRIKAN KAPAL PERIKANAN 30 GT.

Nama Mahasiswa : Dicky Subrata
NRP : 4211746000028
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
2. Juniarko Prananda, S.T., M.T

ABSTRAK

Sistem Hybrid atau Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) adalah energi alternatif dari pembangkit yang bisa diaplikasikan pada daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh sumber listrik dari sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau PLTD. Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid memanfaatkan energi yang ramah lingkungan atau *renewable energy* sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan Generator berbahan bakar fosil sebagai sumber energi cadangan (sekunder). Bukan hanya di darat saja, dilaut pun perlu menggunakan sistem yang dapat digunakan seperti sistem hybrid. Mengingat potensi sumber energi potensial dilaut sangat besar seperti air, matahari dan angin. maka dari itu, sistem ini sangat cocok digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Dalam penelitian ini, dilakukan analisa perbandingan secara teknis antara turbin angin, panel surya, dan generator gas yang dikombinasikan menjadi 4 skenario desain. Untuk desain sistem hybrid menggunakan generator berbahan bakar gas (Liquid Petroleum Gas / LPG) yang diintegrasikan dengan turbin angin dan panel surya yang akan menghasilkan 3 skenario desain hybrid yaitu skenario 1 (Turbin angin + Generator) sebesar 11701,5 *watt/hours* dengan biaya investasi mencapai Rp.240,464,000, Skenario 2 (Panels surya + Generator) sebesar 11429,3 *watt/hours* dengan biaya investasi mencapai Rp.221,564,000, skenario 3 (Turbin angina + Panel surya + Generator) sebesar 12280,1 *watt/hours* dengan biaya investasi mencapai Rp.234,864,000, dan untuk 1 skenario hanya menggunakan generator gas yaitu skenario 4 (generator) sebesar 11600 *watt/hours* dengan biaya investasi mencapai Rp.237,650,000. Untuk parameter perbandingan dari semua skenario harus mempertimbangkan aspek teknis berupa koefisien daya listrik, operasional, dan berat peralatan yang dipakai dan dari semua skenario yang memiliki nilai analisa perbandingan paling tinggi adalah skenario 4 (Generator gas) sebesar 65 poin, disusul oleh skenario 3 (Turbin angina + Panel surya + Generator) dengan nilai poin 63 dan skenario 1 (Turbin angina + Generator) dengan nilai 50 poin sedangkan urutan terendah yaitu skenario 2 (Panel surya + Generator) dengan nilai 22 poin..

Kata Kunci : *Generator, Sistem Hybrid, Turbin angin, Panel surya*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

COMPARISON OF HYBRID DESIGN SOLAR CELL, WIND TURBINE, AND GAS GENERATOR FOR ELECTRICITY OF FISHING VESSELS 30 GT.

Name Studen : Dicky Subrata
NRP : 4211746000028
Major / Faculty : Marine Engineering
Supervisor : 1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.
2. Juniarko Prananda, S.T., M.T

ABSTRACT

Hybrid Systems or Power Plants Hybrid (PLTH) is alternative energy from power plants that can be applied to areas that are difficult to reach by electricity from large power systems such as the PLN grid or PLTD. Hybrid power plants utilize environmentally friendly energy or renewable energy as the primary source combined with fossil fuel generators as a backup energy source (secondary). Not only on land but at sea also need to use a system that can be used as a hybrid system. Given the potential energy sources at sea is very large, such as water, solar, and wind. therefore, this system is very suitable to be used as alternative energy to replace fossil fuels. In this study, a technical comparison analysis was performed between wind turbines, solar cells and gas generators combined into 4 design scenarios. To design a hybrid system using a gas-fueled generator (Liquid Petroleum Gas / LPG) which is integrated with wind turbines and solar panels that will produce scenario 3 hybrid designs namely scenario 1 (Wind Turbine + Generator) of 11701.5 watts/hour at a cost investment reached Rp.240,464,000, Scenario 2 (Solar Panels + Generators) amounting to 11429.3 watts/hours with investment costs reaching Rp.221,564,000, scenario 3 (Wind Turbines + Solar panels + Generators) amounting to 12280.1 watts/hours with investment costs reached Rp.234,864,000, and for 1 scenario only using a gas generator that is scenario 4 (generator) of 11600 watts/hours with an investment cost of Rp.237,650,000. For comparison parameters of all scenarios, technical aspects must be considered in the form of electric power coefficient, operational, and weight of the equipment used and of all the scenarios that have the highest comparison analysis value is scenario 4 (Gas generator) of 65 points, followed by scenario 3 (Wind turbine + solar panel + generator) with a value of 63 points and scenario 1 (wind turbine + generator) with a value of 50 points while the lowest order is scenario 2 (solar cells + generator) with a value of 22 points.

Keywords : Generator, Hybrid System, Solar Cell, Wind Turbine

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Perbandingan Desain Hybrid Solar Cell, Turbin Angin, dan Generator Gas untuk Kelistrikan Kapal Perikanan 30 GT*”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan banyak rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orangtua terkasih Bapak Subrata, SH, MH dan Ibu Evi Rosalia, SE serta saudara kandung penulis Rio Airlangga Subrata, Rizky Subrata, SH dan Monika Rosalia Subrata, Amd berkat doa dan dukungan mereka membuat penulis mampu melewati segala rintangan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D selaku kepala departemen Teknik sistem perkapalan. Dan juga bapak-bapak dosen yang amat penulis hormati.
3. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Juniarko Prananda, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa memotivasi dan mengarahkan alur pengerjaan Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Nurhadi Siswanto, ST., MT. selaku dosen wali.
5. Seluruh mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan Lj 17 Gasal, Lj 17 Genap dan Seluruh anggota Laboratorium Marine Fluid and Machinery System (MMS) yang telah memberikan semangat dan support selama perkuliahan.
6. Dan tidak lupa kepada teman-teman kontrakan berkah yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasinya kepada penulis.
7. Pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi ilmu yang barokah bagi kita semua dan menjadi pedoman untuk penulisan selanjutnya.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kapal Perikanan	3
2.2 Sistem Hybrid	4
2.3 Generator Gas	4
2.4 Turbin Angin	5
2.4.1 Klasifikasi Turbin Angin	5
2.4.2 Karakteristik Kecepatan angin	8
2.5 Solar cell	8
2.6 Baterai / AKI	9
2.7 Inverter	10
2.8 Controller	10
2.9 Sistem Konversi Energi	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian	13
3.2 Identifikasi dan Perumusan masalah	14
3.3 Studi Literatur	14
3.4 Pra Desain	14

3.5 Desain.....	14
3.6 Perhitungan Power	15
3.7 Analisa Teknis.....	15
3.8 Analisa Ekonomis.....	15
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Data kapal.....	17
4.1.1 Dimensi utama kapal	17
4.1.2 Kelistrikan Kapal.....	22
4.2 Data Pendukung	24
4.2.1 Data Penyinaran Matahari (Radiasi)	24
4.2.2 Data Penyinaran Matahari (Sudut).....	26
4.3 Pemilihan Peralatan	27
4.3.1 Generator Gas	27
4.3.2 Turbin Angin	28
4.3.3 Solar Cell.....	28
4.3.4 Baterai	29
4.3.5 Inverter	30
4.3.6 Controller	30
4.4 Desain Hybrid	31
4.4.1 Desain Layout.....	31
4.4.2 Desain Flow diagram.....	33
4.5 Perhitungan Daya Listrik (POWER)	37
4.5.1 Menghitung Total Beban Daya Listrik di Kapal Perikanan 30 GT	37
4.5.2 Menghitung kapasitas Bahan Bakar Gas LPG	42
4.5.3 Menghitung kapasitas Baterai.....	44
4.5.4 Menghitung Daya Listrik.....	45
4.6 Analisa Perbandingan secara Teknis	48
4.6.1 Detail Operasional kapal Perikanan Pure Siene 30 GT.....	48
4.6.2 Perbandingan Daya Listrik dalam Durasi Pelayaran.....	50
4.6.3 Pengaruh Terhadap Berat Kapal (Payload).....	55
4.6.4 Analisa Perbandingan	58
4.6.4.1 Koefisien daya listrik	58
4.6.4.2 Operasional.....	59

4.6.4.3 Berat Peralatan	60
4.6.4.4 Hasil Analisa	61
4.6.5 Analisa Layout Generator gas dan Tabung gas LPG	63
4.6.6 Analisa Ekonomis	65
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73
BIODATA PENULIS.....	89

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala angin Beaufort	8
Tabel 4. 1 Total Crew Kapal Ikan 30 GT	20
Tabel 4. 2 Data Utama Kapal	21
Tabel 4. 3 Data peralatan machinery	23
Tabel 4. 4 Peralatan Navigasi Kapal	23
Tabel 4. 5 Sudut defleksi matahari	26
Tabel 4. 6 Pemilihan Peralatan	27
Tabel 4. 7 Spesifikasi Generator	27
Tabel 4. 8 Spesifikasi Turbin angin	28
Tabel 4. 9 Spesifikasi Panel surya	29
Tabel 4. 10 Spesifikasi Baterai	29
Tabel 4. 11 Spesifikasi Inverter	30
Tabel 4. 12 Spesifikasi Controller	31
Tabel 4. 13 Data Beban daya listrik Penerangan AC	37
Tabel 4. 14 Data beban daya listrik penerangan DC	38
Tabel 4. 15 Data beban daya listrik lampu sorot AC	39
Tabel 4. 16 Beban daya listrik peralatan machinery	40
Tabel 4. 17 Data beban daya listrik peralatan navigasi	41
Tabel 4. 18 Data total beban daya listrik	41
Tabel 4. 19 Kebutuhan bahan bakar gas LPG	43
Tabel 4. 20 Data detail operasional kapal	48
Tabel 4. 21 Data detail daya listrik per jam Turbin angin Skenario 1	50
Tabel 4. 22 Penentuan daya listrik generator Skenario 1	51
Tabel 4. 23 Data Detail daya listrik per jam Panel surya Skenario 2	51
Tabel 4. 24 Penentuan daya listrik generator Skenario 2	52
Tabel 4. 25 Data detail daya listrik per jam Skenario 3	52
Tabel 4. 26 Penentuan daya listrik generator Skenario 3	53
Tabel 4. 27 Penentuan daya listrik generator Skenario 4	53
Tabel 4. 28 Rangkuman penentuan daya listrik generator	53
Tabel 4. 29 Data Perhitungan Berat total	55
Tabel 4. 30 Data total berat peralatan Skenario 1	55
Tabel 4. 31 Data total berat peralatan Skenario 2	56
Tabel 4. 32 Data total berat peralatan Skenario 3	56
Tabel 4. 33 Data total berat peralatan Skenario 4	57
Tabel 4. 34 Data perbandingan koefisien daya listrik	58
Tabel 4. 35 Data perbandingan operasional	60
Tabel 4. 36 Data perbandingan berat	61
Tabel 4. 37 Bobot nilai perbandingan	61
Tabel 4. 38 Data Hasil penilaian perbandingan	62
Tabel 4. 39 Spesifikasi dimensi generator gas	63
Tabel 4. 40 Spesifikasi dimensi tabung gas LPG	63
Tabel 4. 41 Daftar Harga Peralatan	65
Tabel 4. 42 Total Harga Peralatan Skenario 1	65

Tabel 4. 43 Total Harga Peralatan Skenario 2	66
Tabel 4. 44 Total Harga Peralatan Skenario 3	66
Tabel 4. 45 Total Harga Peralatan Skenario 3	67
Tabel 4. 46 Total Harga Peralatan Skenario 4	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kapal Ikan Pure siene	3
Gambar 2. 2 Sistem hybrid	4
Gambar 2. 3 Generator bahan bakar gas	5
Gambar 2. 4 Klasifikasi Turbin.....	5
Gambar 2. 5 Turbin Angin Sumbu Horizontal	6
Gambar 2. 6 Turbin Angin Sumbu Vertikal	7
Gambar 2. 7 Solar Cell	8
Gambar 2. 8 baterai / AKI.....	9
Gambar 2. 9 Inverter	10
Gambar 2. 10 Controller	10
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian	22
Gambar 4. 1 Desain Kapal Pure Siene	17
Gambar 4. 2 Data Tabel Penentuan Crew kapal.....	19
Gambar 4. 3 Data intensitas radiasi matahari	24
Gambar 4. 4 Lama Penyinaran matahari perhari	25
Gambar 4. 5 Generator Gas.....	27
Gambar 4. 6 Turbin angin mini	28
Gambar 4. 7 Panel Surya	28
Gambar 4. 8 Baterai / AKI.....	29
Gambar 4. 9 Inverter	30
Gambar 4. 10 Controller	30
Gambar 4. 11 Desain Layout	31
Gambar 4. 12 Flow diagram Skenario 1 (Full Wind Turbine)	34
Gambar 4. 13 Flow Diagram Skenario 2 (Full Solar Cell).....	34
Gambar 4. 14 Flow diagram Skenario 3 (Wind turbine - Solar cell).....	35
Gambar 4. 15 Flow diagram Generator.....	36
Gambar 4. 16 Data LHV Bahan Bakar	42
Gambar 4. 17 Tabung LPG 40 Kg dan 12 Kg.....	43
Gambar 4. 18 Grafik daya waktu kapal tidak beroperasi	59
Gambar 4. 19 Grafik daya waktu kapal beroperasi	60
Gambar 4. 20 Grafik Nilai Perbandingan.....	62
Gambar 4. 21 Perbandingan layout Generator	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan kebutuhan vital bagi masyarakat, selama ini Bahan Bakar Minyak masih merupakan sumber energi utama yang digunakan oleh masyarakat untuk mendukung berbagai aktifitas sehari-hari. Bisa dikatakan BBM merupakan penggerak roda ekonomi masyarakat, penggunaan yang semakin meningkat dapat mengakibatkan menipisnya cadangan minyak bumi, Sehingga lambat laun sumber daya tersebut akan habis dan tidak bisa diperbaharui (*renewable*).

Dengan Semakin menipisnya sumber energi yang tidak dapat terbarukan (*nonrenewable*), serta penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan, memerlukan suatu jalan alternatif guna mengganti sumber energi tersebut dengan sumber energi yang terbarukan (*renewable*). Naiknya harga bahan bakar, berdampak pada industri perkapalan dikarenakan konsumsi bahan bakar fosil digunakan untuk menggerakkan kapal, penerangan pada kapal, bahkan untuk bongkar muat. Dengan permasalahan tersebut banyak negara-negara mulai mencari dan memanfaatkan alternatif sumber energi lain yang ramah lingkungan dan bisa membantu mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil. Pengembangan sumber energi alternatif terbarukan sangat cocok digunakan dalam industri perkapalan mengingat dilaut energi angin, panas dan air laut ini sangat besar jumlahnya. Pemanfaatan energi bisa dilakukan dengan cara pemasangan turbin angin dan panel surya pada kapal. Pada penelitian kali ini, difokus untuk menganalisa perbandingan secara teknis 3 komponen sumber listrik seperti turbin angin, panel surya dan generator berbahan bakar gas lpg yang dikombinasikan menjadi 4 skenario desain. Pada penelitian analisa yang dilakukan berdasarkan pada 3 aspek yaitu aspek koefisien daya listrik, aspek operasional, dan aspek berat peralatan. Dan sebagai data pendukung untuk hasil penelitian ini ditambahkan juga analisa Layout penempatan tabung gas LPG dikapal dan analisa ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain *layout* dan alur sistem kelistrikan dari ketiga skenario sistem *hybrid* tersebut sehingga dapat menjadi sumber energi listrik alternatif dan efisien untuk kapal ikan 30 GT ?
2. Berapa prosentase daya yang dihasilkan dari masing-masing sistem *Hybrid* tersebut ?
3. Faktor apa saja yang menjadi bahan pertimbangan dalam memilih sistem *Hybrid* (Panel Surya, Turbin Angin, dan Generator Gas) yang akan digunakan sebagai energi alternatif di kapal Perikanan 30 GT ?
4. Menghitung berapa total biaya investasi dan biaya operasional yang dikeluarkan oleh setiap skenario desain ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara desain dan mekanisme kerja dari ketiga skenario sistem *Hybrid* yang akan di terapkan pada kapal perikanan 30 GT.
2. Menghitung total daya yang di hasilkan dari masing - masing ketiga sistem *hybrid* tersebut.
3. Dapat membuat parameter pertimbangan untuk memilih salah satu dari 3 skenario desain sistem *hybrid* yang cocok digunakan di kapal perikanan 30 GT.
4. Dapat mengetahui total Biaya Investasi dan biaya operasional dari setiap skenario desain.

1.4 Batasan Penelitian

1. Tidak mendesain turbin angin secara detail, tetapi memilih spesifikasi turbin angin yang tersedia di pasaran.
2. Membuat gambar menggunakan *software autocad* untuk desain *layout* dan alur sistem 3 skenario desain sistem *Hybrid* yang akan di aplikasikan pada kapal perikanan 30 GT.
3. Sistem *hybrid* tersebut digunakan untuk mensuplai energi listrik pada kapal perikanan 30 GT.
4. Tidak menghitung stabilitas kapal.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat dijadikan referensi sebagai inovasi teknologi di kapal ikan.
2. Menambah pengetahuan bagi pembaca tentang sistem *Hybrid* untuk mensuplai energi listrik pada kapal perikanan 30 GT.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Perikanan



Gambar 2. 1 Kapal Ikan Pure siene
(Sumber kapalikan.com)

Definisi Kapal perikanan adalah kapal atau alat tampung yang digunakan untuk menangkap ikan termasuk juga untuk survey dan eksplorasi sumberdaya hayati perairan. Ability atau kemampuan kapal yang baik tentunya sangat diharapkan untuk dapat menunjang efektifitas dan efisiensi kegiatan penangkapan ikan, dan pada akhirnya akan memberikan dampak yang baik atau keuntungan bagi usaha perikanan itu sendiri. Salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas dan efisiensi dari kapala dalah penggunaan daya (HP) dan mesin pendorong kapal. Selanjutnya dinyatakan bahwa tentunya penggunaan daya mesin pendorong ini disesuaikan dengan ukuran, kecepatan, dan tujuan dari penggunaan kapal tersebut dilapangan. Hal ini semestinya dapat dilakukan secara cermat lewat suatu kajian, tetapi pada kenyataannya dilapangan masih banyak nelayan belum mengetahui hal ini. Lewat suatu kajian dapat diketahui kebutuhan kecepatan kapal (Pamikiran, 2013).

Untuk ukuran utama dari kapal yang akan menjadi objek penelitian menggunakan kapal perikanan jenis Pure Siene 30 GT dengan ukuran utama sebagai berikut ;

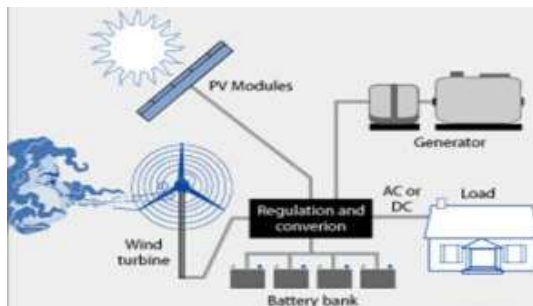
Panjang Utama Kapal (LOA)	:	21.00	Meter
Lebar Kapal (B)	:	5.4	Meter
Tinggi Geladak (H)	:	1.8	Meter
Sarat Benam Air (T)	:	1.30	Meter
Mesin penggerak marine Diesel	:	170	HP
Kecepatan Jelajah (V)	:	7 - 10	Knot

2.2 Sistem Hybrid

Pengertian *Hybrid* pada umumnya adalah penggunaan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Tujuan utama dari sistem hybrid pada dasarnya adalah berusaha menggabungkan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) sehingga dapat saling menutupi kelemahan masing-masing dan dapat dicapai keandalan supply dan efisiensi ekonomis pada beban tertentu.

Sistem *Hybrid* atau Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau PLTD. PLTH ini memanfaatkan renewable energy sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan Generator berbahan bakar fosil sebagai sumber energi cadangan (sekunder).

Pada PLTH, *renewable energy* yang digunakan dapat berasal dari energi matahari, angin, dan lain-lain yang dikombinasikan dengan *Diesel-Generator Set* sehingga menjadi suatu pembangkit yang lebih efisien, efektif dan handal untuk dapat mensuplai kebutuhan energi listrik baik sebagai penerangan atau kebutuhan peralatan listrik dikapal seperti pompa air, peralatan bongkar muat dan lainnya. Dengan adanya kombinasi dari sumber-sumber energi tersebut, diharapkan dapat menyediakan daya listrik yang kontinu dengan efisiensi yang paling optimal.



Gambar 2. 2 Sistem hybrid
(Sumber : www.solarsuryaindonesia.com)

2.3 Generator Gas

Generator adalah mesin yang mengelola energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator adalah rotor generator yang digerakan oleh turbin sehingga menimbulkan tenaga listrik. Sumber energi untuk penggerak turbin terdiri dari berbagai macam sumber, antara lain adalah uap, air, gas, mesin diesel dan lain-lain. Kegunaan dari generator adalah sebagai sumber tenaga listrik untuk keperluan alat pemakaian atau beban seperti pompa air, pompa minyak, penerangan dan lain-lain.

Generator gas merupakan jenis generator yang menggunakan bahan bakar gas sebagai bahan bakar utamanya. Dalam penerapannya generator gas merupakan modifikasi dari generator berbahan bakar bensin atau diesel. Modifikasi yang

dilakukan untuk merubah dari bahan bakar minyak menjadi gas dengan cara memodifikasi jalur sistem bahan bakarnya. Tetapi pada saat ini sudah banyak mesin yang menggunakan bahan bakar yang dikombinasikan menjadi 2 bahan bakar atau dualfuel (minyak dan gas) dalam satu jalur sistem bahan bakar.



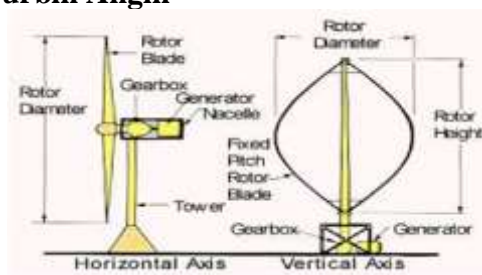
Gambar 2. 3 Generator bahan bakar gas
(Sumber : Teknikmart.com)

2.4 Turbin Angin

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara eropa lainnya dan lebih dikenal dengan *Windmill*.

Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbarui (Contoh : batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.

2.4.1 Klasifikasi Turbin Angin



Gambar 2. 4 Klasifikasi Turbin
(Sumber : Taroada.com)

Turbin angin sebagai mesin konversi energi dapat digolongkan berdasarkan prinsip aerodinamik yang bekerja pada rotornya. Berdasarkan prinsip aerodinamik, turbin angin dibagi menjadi dua bagian yaitu jenis drag (tipe drag) dan jenis lift (tipe lift) (Hemami, 2012).

Kedua prinsip aerodinamik yang dimanfaatkan turbin angin memiliki perbedaan putaran pada rotornya, dengan prinsip gaya drag memiliki putaran rotor relatif rendah dibandingkan turbin angin yang rotornya menggunakan prinsip gaya lift. Jika dilihat dari arah sumbu rotasi rotor, turbin angin dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu *horizontal axis wind turbine* (HAWT) dan *vertical axis wind turbine* (VAWT) (Mathew, 2006).

1. Turbin angin sumbu horizontal (TASH)



Gambar 2. 5 Turbin Angin Sumbu Horizontal
(Sumber : satuenergi.com)

Turbin angin sumbu horizontal (TASH) memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara. Turbin berukuran kecil diarahkan oleh sebuah baling-baling angin (baling-baling cuaca) yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya menggunakan sebuah sensor angin yang digandengkan ke sebuah servo motor. TASH sebagian besar memiliki sebuah gearbox yang mengubah perputaran kincir yang pelan menjadi lebih cepat berputar.

Karena sebuah menara menghasilkan turbulensi di belakangnya, turbin biasanya diarahkan melawan arah anginnya menara. Bilah-bilah turbin dibuat kaku agar mereka tidak terdorong menuju menara oleh angin berkecepatan tinggi. Sebagai tambahan, bilah-bilah itu diletakkan di depan menara pada jarak tertentu dan sedikit dimiringkan.

Karena turbulensi menyebabkan kerusakan struktur menara, dan realibilitas begitu penting, sebagian besar TASH merupakan mesin upwind (melawan arah angin). Meski memiliki permasalahan turbulensi, mesin downwind (menurut jurusan angin) dibuat karena tidak memerlukan mekanisme tambahan agar

mereka tetap sejalan dengan angin, dan karena di saat angin berhembus sangat kencang, bilah-bilahnya bisa ditekuk sehingga mengurangi wilayah tiupan mereka dan dengan demikian juga mengurangi resintensi angin dari bilah-bilah itu.

2. Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)



Gambar 2. 6 Turbin Angin Sumbu Vertikal
(Sumber *alpensteel.com*)

Turbin angin sumbu vertikal/tegak (atau TASV) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. TASV mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah.

Dengan sumbu yang vertikal, generator serta gearbox bisa ditempatkan di dekat tanah, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Tapi ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. Drag (gaya yang menahan pergerakan sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar.

Karena sulit dipasang di atas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Kecepatan angin lebih pelan pada ketinggian yang rendah, sehingga yang tersedia adalah energi angin yang sedikit. Aliran udara di dekat tanah dan obyek yang lain mampu menciptakan aliran yang bergolak, yang bisa menyebabkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan getaran, diantaranya kebisingan dan bearing wear yang akan meningkatkan biaya pemeliharaan atau mempersingkat umur turbin angin. Jika tinggi puncak atap yang dipasangi menara turbin kira-kira 50% dari tinggi bangunan, ini merupakan titik optimal bagi energi angin yang maksimal dan turbulensi angin yang minimal.

Dalam penelitian ini, diantara kedua jenis turbin angin yang cocok digunakan untuk objek penelitian yang akan diterapkan pada kapal perikanan 30

GT adalah jenis horizontal. Karena jenis ini sangat cocok digunakan pada area atau objek yang bergerak dan tangkapan angin nya harus satu arah yaitu berlawanan arah dengan turbin angin. Selain itu turbin angin jenis horizontal memiliki TSR (*Tip Speed Ratio*) yang lebih baik bila dibandingkan dengan jenis turbin angin vertical. Dan tidak juga tidak kalah penting ukuran turbin angin harus berukuran kecil karena luasan dan kapasitas kapal yang menjadi objek penelitian berukuran kecil dan terbatas.

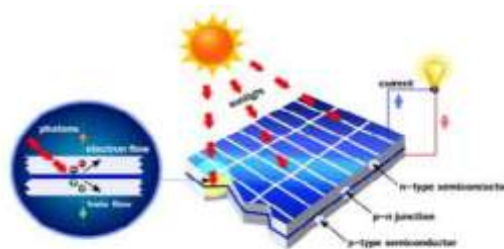
2.4.2 Karakteristik Kecepatan angin

Secara umum angin dibagi menjadi beberapa kelas. Skala yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin baik di darat maupun laut adalah skala Beaufort. Skala Beaufort dimulai dari angka 0 untuk hembusan angin yang paling tenang hingga angka 12 yang bersifat berbahaya dan menghancurkan.

Tabel 2. 1 Skala angin Beaufort

No.	Kecepatan angin		Macam angin	Indikator di daratan
	(m/s)	(km/jam)		
1.	0,0 – 0,5	0 – 1	Reda	Tiap asap tegak
2.	0,6 – 1,7	2 – 6	Sepoi-sepoi	Tiang asap miring
3.	1,8 – 3,3	7 – 12	Lemah	Daun bergerak
4.	3,4 – 5,2	13 – 18	Sedang	Ranting bergerak
5.	5,3 – 7,4	19 – 26	Agak keras	Dahan bergerak
6.	7,5 – 9,8	27 – 35	Keras	Batang pohon bergerak
7.	9,9 – 12,4	36 – 44	Sangat keras	Batang pohon besar bergerak
8.	12,5 – 15,2	45 – 54	Ribut	Dahan patah
8.	15,3 – 18,2	55 – 65	Ribut hebat	Pohon kecil patah
9.	18,3 – 21,5	66 – 77	Badai	Pohon besar tumbang
10.	21,6 – 25,1	78 – 90	Badai hebat	Rumah roboh
11.	25,2 – 29,0	91 – 104	Taifun	Benda berat berterbangan
12.	> 29,0	> 105	Taifun hebat	Benda berterbangan sejauh beberapa kilometer

2.5 Panel Surya



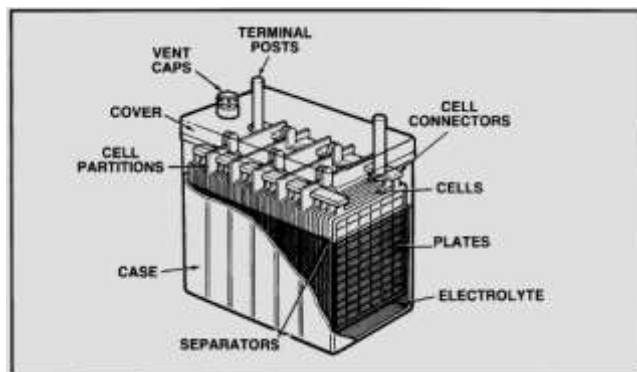
Gambar 2. 7 Panel Surya
(Sumber : www.solarsuryaindonesia.com)

Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari. Tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi energi kimia dengan menggunakan fotosintesis. Begitu juga dengan Panel Surya. Pada siang hari modul surya menerima cahaya matahari yang kemudian diubah menjadi listrik melalui *fotovoltaik*. Listrik yang

dihasilkan oleh modul dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan dalam baterai sebelum digunakan ke beban: lampu, radio, dll. Pada malam hari, di mana modul surya tidak menghasilkan listrik, beban sepenuhnya ditampung oleh baterai.

Cahaya yang jatuh pada sel surya menghasilkan elektron yang bermuatan positif dan hole yang bermuatan negative kemudian elektron dan hole mengalir membentuk arus listrik. Prinsip ini di kenal sebagai prinsip photoelectric. Sel surya dapat tereksitasi karena terbuat dari semikonduktor yang mengandung unsur silikon. Silikon ini terdiri atas dua jenis lapisan sensitif: lapisan negatif (tipe-n) dan lapisan positif (tipe-p). Karena sel surya ini mudah pecah dan berkarat sehingga sel ini dibuat dalam bentuk panel-panel dengan ukuran tertentu yang dilapisi plastik atau kaca bening yang kedap air dan panel ini dikenal dengan panel surya.

2.6 Baterai / AKI



Gambar 2. 8 baterai / AKI
(Sumber : www.kitapunya.net)

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen komponen kelistrikan lainnya.

2.7 Inverter



Gambar 2. 9 Inverter
(Sumber : www.HarbourFreight.net)

Pengertian Inverter termasuk rangkaian elektronika daya yang biasanya berfungsi untuk melakukan konversi atau mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (bolak-balik). Inverter Sebenarnya adalah kebalikan dari converter atau yang lebih dikenal dengan adaptor yang memiliki fungsi mengubah tegangan AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah).

Seperti yang kita ketahui, saat ini telah ada beberapa topologi inverter yang tersedia, dimulai dari jenis inverter yang memiliki fungsi hanya dapat menghasilkan tegangan bolak balik saja atau *push pull inverter* hingga dengan inverter dengan kemampuan hasil tegangan sinus murni tanpa efek harmonisasi. Yang terakhir ada jenis inverter yang digolongkan menjadi beberapa jenis inverter berdasarkan fasa, yaitu 1 fasa 3 fasa hingga multi fasa.

2.8 Controller



Gambar 2. 10 Controller
(Sumber : www.HarbourFreight.net)

Solar Charge Controller adalah komponen di dalam sistem PLTS berfungsi sebagai pengatur arus listrik (*Current Regulator*) baik terhadap arus yang masuk dari panel PV maupun arus beban keluar. Berguna untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (*OverCharge*), Ini mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai.

Sebagian besar *Solar PV* 12 Volt menghasilkan tegangan keluar (*V-Out*) sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. dan umumnya baterai 12Volt membutuhkan tegangan pengisian (*Charge*) sekitar 13-14,8 volt (Tegantung Tipe Battery) untuk dapat terisi penuh.

2.9 Sistem Konversi Energi

1. Perhitungan daya pada Panel Surya

Modul Panel Surya diasumsikan optimalnya akan digunakan selama 12 jam. Dari kebutuhan daya kelistrikan dikapal dan luas atap kapal yang dapat dipasang Panel surya maka dapat ditentukan banyaknya sel surya yang harus dipasang di kapal. Untuk intensitas cahaya matahari yang didapat oleh Panel surya direncanakan konstan dan maksimum (*peak*) yaitu sebesar 1000 watt/m² untuk mekanisme perhitungan daya yang di hasilkan adalah sebagai berikut ;

- **Power output**

Untuk menghitung daya yang di hasil dari Panel surya adalah sebagai berikut

$$P_{out} = P_{in} \times \eta \times A$$

Dimana ;

P_{out} = daya yang di hasilkan (keluar) /watt

P_{in} = daya yang terserap oleh panel surya (masuk) / watt

η = Effisiensi dari panel surya

A = Luasan panel surya / m²

- **Effisiensi Panel Surya**

Untuk menghitung daya listrik yang dihasil oleh solar cell harus mengetahui nilai effisiensi dari panel surya tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai effisiensi panel surya yaitu sebagai berikut ;

$$\eta_{max} = \frac{P_{max}}{E \times A_c}$$

η_{max} = Nilai Effisiensi (%)

E = Radiasi sinar matahari (W/m²)

A_c = Luas Area Panel surya (m²)

- **Jumlah Panel surya yang di gunakan**

Untuk menghitung jumlah modul yang di butuhkan harus di sesuaikan juga dengan tempat yang akan di gunakan sebagai area peletakan modul tersebut. Dengan rumus sebagai berikut ;

$$\text{Jumlah modul} = A_{\text{area}} / A_{\text{Modul}}$$

Dimana ;

A_{area} = Luas area atap (m²)

A_{Modul} = Luasan dari panel surya (m²)

2. Perhitungan daya turbin angin

- **Energi Kinetik**

Besarnya energi kinetik yang tersimpan pada angin dengan massa (m) dan kecepatan (v) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Dimana ;

m = massa udara (kg)
v = Kecepatan Udara (m/s)

- Daya Generator (*Power Output*)

Daya Generator merupakan sebuah daya yang di hasilkan oleh dorongan angin dan memutar baling-baling turbin sehingga menghasilkan daya. Untuk Rumus perhitungan dari daya listrik pada Turbin Angin yaitu ;

$$P = 0.5 \times \rho \times A \times C_p \times V^3 \times N_g \times N_b$$

Dimana :

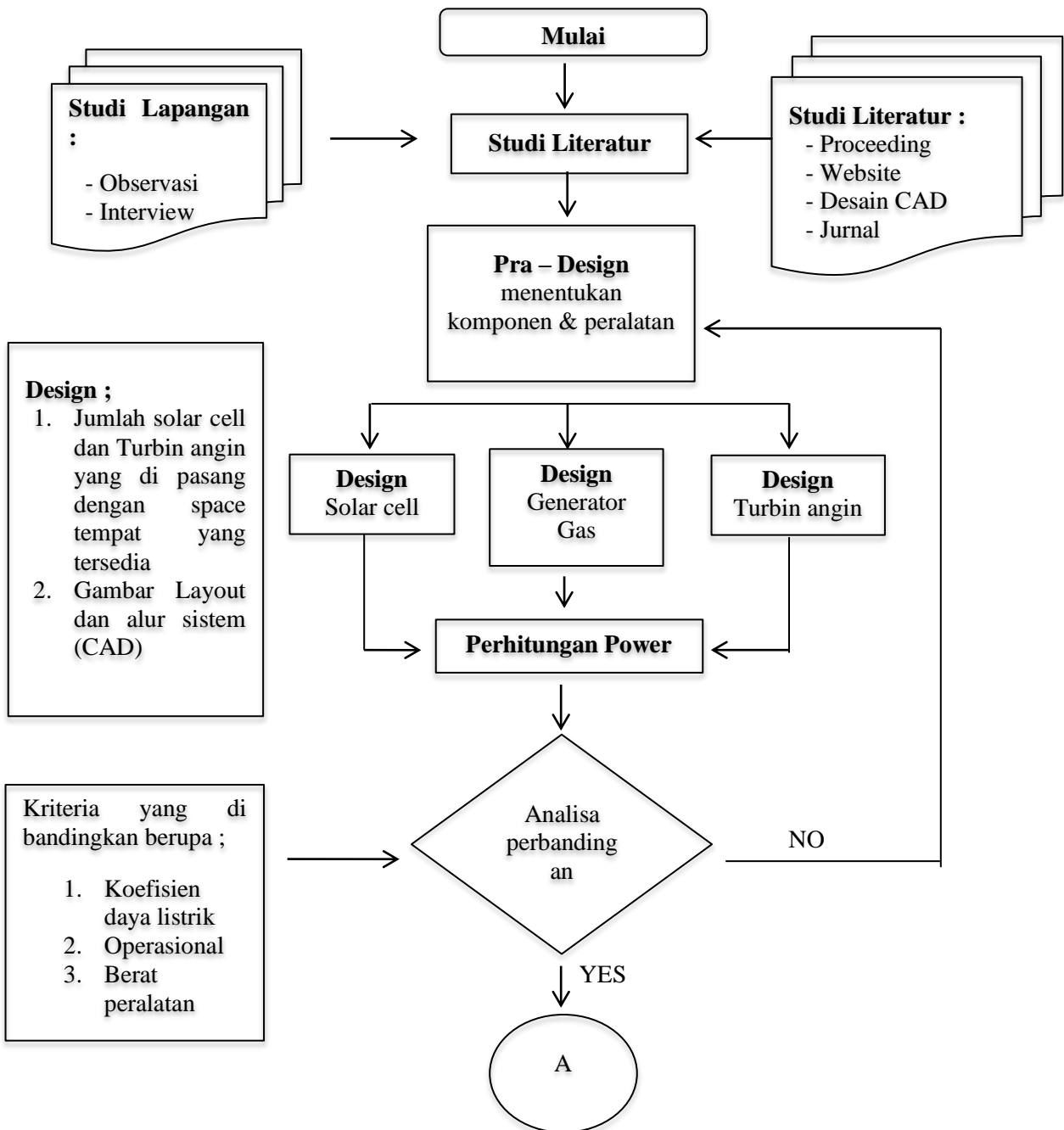
Massa jenis udara (ρ) = 1,225 kg/m³ (Temperatur 30⁰)
 Diameter Turbin (A) = 1,150 m² = (Radius 0,575 m²)
 Kecepatan Angin (V³) = 5,1444 (m/s) (Kecepatan Kapal = 10 Knots)
 Koefisien kinerja(Cp) = (maksimum teoritis = 0,59 [Betz limit],
 Desain = 0,35)
 efisiensi generator (Ng) = (50% alternator mobil, 80% atau lebih utk
 permanent magnet generator)
 efisiensi Bearing (Nb) = Range 85% - 95% (jika bagus dapat
 mencapai 95%)

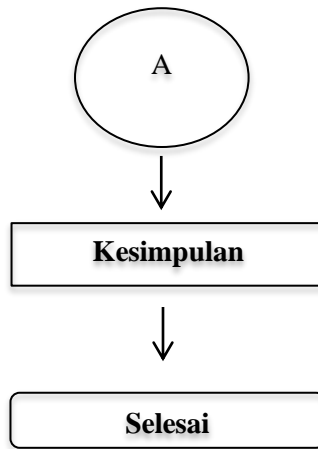
Setiap rotor dari turbin angin memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Dengan memasukkan koefisien daya (Cp), maka daya mekanik aktual (P) yang diperoleh dari energi kinetik angin menjadi (Balineni, 2011)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan Karya tulis ini secara berurutan. Langkah-langkahnya digambarkan menggunakan flow Chart berikut ini ;





Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Identifikasi dan Perumusan masalah

Pada tahap awal yaitu menentukan perumusan masalah dan mengidentifikasi permasalahan yang dimana akan menjadikan acuan untuk menentukan metode penyelesaian pada tugas akhir ini. Untuk pembahasan permasalahan tugas akhir ini adalah melakukan analisa perbandingan secara teknis 3 skenario desain sistem hybrid dari solar cell, small wind turbin, dan gas generator sebagai suplai energi listrik di kapal perikanan 30 GT.

3.3 Studi Literatur

Pada tahap ini di lakukan pengumpulan data berupa informasi tertulis seperti ; Jurnal , buku ilmiah, artikel ilmiah, dan gambar CAD. Bukan hanya informasi tertulis saja, peneliti juga melakukan pengumpulan data secara langsung berupa observasi dan interview di lapangan. Data dari informasi tersebut di olah menjadi beberapa point untuk menjadi referensi bagi penyusunan tugas akhir ini.

3.4 Pra Desain

Dalam tahapan ini melakukan pencarian informasi peralatan yang akan di gunakan untuk penelitian ini. Peralatan yang dicari berupa peralatan listrik yang di gunakan untuk setiap skenario desain sistem hybrid. Peralatan yang digunakan antara lain ; Generator Gas, Turbin angin, Panel surya, Inverter, Controller, Baterai, Tabung LPG, Rectifier, dan Panel Listrik dengan spesifikasi dan dimensi yang dibutuhkan untuk rangkaian kelistrikan sistem hybrid yang akan digunakan dipapal perikanan 30 GT. Informasi spesifikasi dan dimensi bersumber dari media informasi seperti toko online atau website resmi penjual peralatan tesebut dan pemilihannya berdasarkan pada peralatan yang tersedia dipasaran.

3.5 Desain

Setelah melakukan pra desain, Pada tahap ini dilakukan perencanaan desain kelistrikan sistem hybrid dari 3 komponen sumber listrik utama (Generator Gas, Turbin Angin, dan Panel Surya) dengan mengkombinasikannya menjadi 4 skenario desain. Pembuatan desain rangkaian instalasi listrik dengan menggunakan *software autocad 2D* dengan format desain terdiri dari 2 gambar yaitu gambar *Flow diagarm*

dan *general arrangement*. Untuk gambar *flow diagram* digunakan agar memudahkan pembaca dalam membaca alur dari sistem instalasi listrik *hybrid*, sedangkan *general arrangement* digunakan untuk menggambar tata letak dari peralatan yang akan digunakan oleh 4 skenario sistem *hybrid* dan juga agar memudahkan pembaca dalam mengilustrasikan letak dan dimensi yang diperlukan. Untuk jumlah dari turbin angin dan Panel surya yang didapat dari luasan tempat yang tersedia (*space*) pada kapal perikanan 30 GT, tempat yang akan dijadikan untuk objek penelitian ini adalah di atap bangunan atas dan geladak kapal. Untuk berat peralatan yang akan digunakan pada 4 skenario sistem *hybrid* dihitung dan dipertimbangkan dalam tahap pemilihan peralatan.

3.6 Perhitungan Power

Perhitungan *Power* atau daya listrik dibagi menjadi 2 yaitu perhitungan beban daya listrik pada kapal dan perhitungan daya listrik yang dihasilkan dari sumber daya listrik seperti generator, turbin angin, dan panel surya yang berdasarkan pada durasi waktu selama 24 jam. Generator, turbin angin, dan panel surya dikombinasikan menjadi 4 skenario desain dan dihitung daya yang dihasilkan dari masing-masing skenario. Perhitungan sumber daya listrik yang berasal dari turbin angin dan panel surya menggunakan data kecepatan angin dan sinar matahari. Sedangkan untuk generator menghitung kebutuhan bahan bakar gas lpg dalam 1 hari.

3.7 Analisa Teknis

Setelah mengetahui desain dan daya yang di hasilkan oleh 4 skenario desain sistem *hybrid* tersebut, selanjutnya melakukan analisa perbandingan secara teknis. Faktor yang di pertimbangkan adalah faktor teknis yang mencakup 3 aspek yaitu aspek rasio daya, aspek Operasional, dan aspek Berat/Bobot sehingga dapat melakukan perbandingan terhadap 4 skenario desain sistem *hybrid* tersebut untuk digunakan pada kapal perikanan 30 GT. *output* yang di hasilkan berupa pemilihan / penentuan salah satu sistem hybrid dengan daya dan operasional yang paling efektif dan efisien dengan mempertimbangkan 3 aspek tersebut.

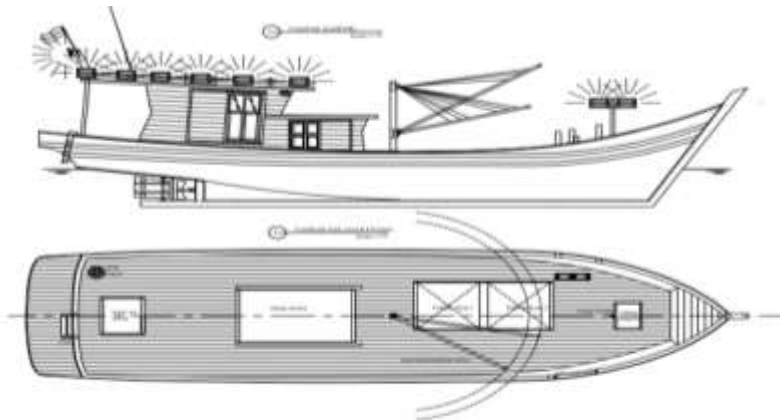
3.8 Analisa Ekonomis

Melakukan analisa ekonomis dengan cara menghitung total biaya investasi yang dikeluarkan oleh setiap skenario desain. Dan juga menghitung total biaya bahan bakar gas *Liquid Petroleum Gas* / LPG dalam satu tahun untuk setiap skenario desain.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data kapal

4.1.1 Dimensi utama kapal



Gambar 4. 1 Desain Kapal Pure Siene

Untuk ukuran utama dari kapal yang akan menjadi objek penelitian menggunakan kapal perikanan jenis Pure Siene 30 GT dengan ukuran utama sebagai berikut ;

Panjang Utama Kapal (LOA)	:	21,00	Meter
Panjang Garis Air (LWL)	:	18,23	Meter
Panjang Geladak (LDL)	:	17,50	Meter
Panjang Perpendicular (LPP)	:	17,00	Meter
Lebar Kapal (B)	:	5.4	Meter
Tinggi Geladak (H)	:	1,8	Meter
Sarat Benam Air (T)	:	1,30	Meter
Mesin penggerak marine Diesel	:	170	HP
Kecepatan Jelajah (V)	:	9	Knot

A. Perhitungan Koefisien Kapal

- *Coefisien Block (Cb) Formula Ayre*

$$\begin{aligned}
 C_b &= 1,08 - V_d / 2\sqrt{L_{pp}} \\
 &= 1,08 - 4,63 / 2\sqrt{17,00} \\
 &= 1,08 - 4,63 / 8,25 \\
 &= 0,52 \quad \text{Memenuhi Syarat} \quad (0,50 - 0,60)
 \end{aligned}$$

- *Coefisien Midship (Cm) Formula Arkent Bont Shocker.*

$$\begin{aligned} C_m &= 0,90 - (0,1 \times C_b) \\ &= 0,90 - (0,1 \times 0,52) \\ &= 0,90 - (0,052) \\ &= 0,848 \quad \text{Memenuhi Syarat} \quad (0,5 - 0,995) \end{aligned}$$
- *Coefisien Prismatic (Cp) Menggunakan Rumus Pendekatan*

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_m \\ &= 0,52 / 0,848 \\ &= 0,62 \quad \text{Memenuhi Syarat} \quad (0,5 - 0,92) \end{aligned}$$
- *Coefisien Garis Air (Cw) Formula Troast*

$$\begin{aligned} C_w &= \sqrt{cb - 0,025} \\ &= \sqrt{0,52 - 0,025} \\ &= 0,71 \\ &= 0,73 \text{ diambil minimal} \quad (0,73 - 0,88) \end{aligned}$$
- *Luas Garis Air (Awl)*

$$\begin{aligned} A_{wl} &= L_{wl} \times B \times C_w \\ &= 17,50 \text{ m} \times 5,40 \text{ m} \times 0,73 \\ &= 68,985 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- *Luas Midship (Am)*

$$\begin{aligned} A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 5,40 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} \times 0,848 \\ &= 5,95 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- *Volume Displacement (C Displ)*

$$\begin{aligned} V_{\text{Displ}} &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\ &= 17,00 \times 5,40 \times 1,30 \times 0,52 \\ &= 62,057 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
- *Displacement (Ton)*

$$\begin{aligned} \text{Displacement} &= V_{\text{displacement}} \times \text{Densitas Air Laut} \\ &= 62,057 \times 1,025 \\ &= 63,608 \text{ ton} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Payload, LWT, dan DWT kapal Ikan

- Perhitungan DWT (*Deith Weight Tonnage*) / Berat mati kapal dan Konsumabel Kapal

Untuk menghitung DWT kapal ikan bisa menggunakan rumus pendekatan “BOCKER” ($\text{Displacement} \times (0,3 - 0,7)$)

Dimana ;

$$\begin{aligned}
 \text{DWT} &= \text{Displacement (Ton)} \quad \times \quad \text{diambil } 0,6 \\
 &= 63,608 \text{ (Ton)} \quad \times \quad 0,6 \\
 &= 38,165 \text{ (Ton)}
 \end{aligned}$$

- Menentukan jumlah crew sesuai standar
 - 1) Kapten = 1 Orang
 - 2) Jumlah ABK *Deck Departement* tergantung pada BRT kapal. Kapal dengan BRT 178 *Tonage*, maka jumlah ABK pada *Deck Departement* adalah 4 orang.
 - 3) Jumlah ABK pada *Engine Departement* tergantung pada BHP *main engine*. Untuk *main engine* kapal dengan 170 BHP, maka jumlah ABK mengikuti standar minimal pada table 500 BHP. jadi *Engine Departement* adalah 3 orang.
 - 4) Jumlah ABK pada *Catering Departement* = 1 orang
 - 5) *Fisherman* = 1 orang

Tenaga Mesin (BHP)	Meter					
	1 Meter			2 Meter		
	Jenis Mesin	Pembantu	Jumlah	Jenis Mesin	Pembantu	Jumlah
500	2	1	3	2	1	3
750	2	1	3	2	1	3
1000	2	1	3	2	1	3
1250	4	1	5	2	1	3
1500	4	1	5	2	1	3
1750	4	1	5	2	1	3
2000	4	1	5	2	1	3

TEA (BRT)	Main	Cabin	Service	Iron	Engine	Galley	Tally	Deck	Jumlah
< 500	1	-	-	-	-	3	-	-	4
500 - 750	1	-	-	-	-	3	-	-	4
750 - 1000	1	-	-	1	-	3	-	-	5
1000 - 1250	1	-	-	1	-	3	-	-	5
1250 - 1500	1	1	-	-	-	3	-	-	5
1500 - 1750	1	1	1	-	-	3	-	-	6
1750 - 2000	1	1	1	1	-	3	-	-	6
> 2000	1	1	1	1	1	3	-	-	7

Estimasi: TEA = Ton Dead Weight

Gambar 4. 2 Data Tabel Penentuan Crew kapal
(Sumber : www.maritimeworld.web.id)

Tabel 4. 1Total Crew Kapal Ikan 30 GT

Captain	1 Orang
Deck Departemen	4 Orang
Engine Departemen	3 Orang
Catering Departemen	1 Orang
Fisherman	1 Orang
	10 Orang

- Menghitung berat *Consumabel*/ Air tawar (W_{FWD}).
Kebutuhan air untuk makan dan minum /orang 1 hari antara 10 - 20kg/orang/hari (Diambil 10 kg/orang/hari)
 - Cfwd = 15 kg/orang/hari = 0,010 ton/orang/hari
 - Waktu pelayaran (t) = 1 hari
 - Jumlah ABK (T_c) = 10 orang
 - Cfwd (keb Air untuk minum) = 15 kg/org/hari = 0,015 ton/org/hri
 - cfws (keb Air untuk mandi dan cuci) = 100 kg/org/hri = 0,10 ton/org/hari

jadi ;

$$\begin{aligned}
 W_{FWD} &= T_c \times Cfwd \times t && \text{Ton} \\
 &= 10 \times 1 \times 0,010 && \text{Ton} \\
 &= 0,10 && \text{Ton}
 \end{aligned}$$

Jadi, total kebutuhan air tawar untuk makan dan minum didapat :

$$W_{FWD} \text{ Tot} = 0,10 \text{ ton}$$

- Kebutuhan Bahan Makanan (W_{Food})
Kebutuhan makanan /orang hari antara 3-5 kg/orang/hari. Maka berat total bahan makanan = 10 orang x 5 kg/hari
= 50 kg/hari
= 0,05 ton/ hari
- Berat Badan Crew dan Barang Bawaan (W_{CP})
Berat badan rata-rata orang dewasa 50-70 kg dan rata-rata barang bawaan untuk 1 hari adalah 1 kg.
Berat total Crew = 65 kg x jumlah crew
= 65 kg x 10 orang
= 650 kg
= 0,650 Ton
Barang Crew = 1 kg x 10 orang
= 10 kg
= 0,01 Ton
Total = 0,650 Ton + 0,01 Ton
= 0,651 ton

- Berat Cadangan (W_r)
Terdiri dari peralatan di gudang ataupun barang-barang tambahan yang tak terduga, yang mana nilainya berkisar 0.5 % -1.5 % dari berat displasmen :

$$W_r = 0,5\% \times \Delta$$

$$= 0,5\% \times 63,608 \text{ ton}$$

$$= 0,318 \text{ ton}$$
- Berat Total *Consumabel* (W)

$$W_{\text{total}} = W_{\text{FWD Tot}} + W_{\text{Food}} + W_{\text{CP}} + W_r$$

$$= 0,10 \text{ ton} + 0,05 \text{ ton} + 0,651 \text{ ton} + 0,32$$

$$= 1,076 \text{ ton}$$
- Bahan Bakar = 2 Ton
- Berat Air Tawar = 1 Ton
- Menghitung Kapasitas Muatan (*Payload*) Kapal

$$\text{Payload} = \text{DWT} - (W_{\text{total}} + W_{\text{Bahan bakar}} + W_{\text{Air Tawar}}) \quad \text{Ton}$$

$$= 38,165 - (1,076 + 2 + 1) \quad \text{Ton}$$

$$= 38,165 - (4,076) \quad \text{Ton}$$

$$= 34,089 \quad \text{Ton}$$
- Perhitungan LWT (*Light Weight Tonnage*) / Berat Kontruksi kapal dan *Outfitting* Kapal

$$\text{LWT} = \Delta - \text{DWT} \quad \text{Ton}$$

$$= 63,608 - 38,165 \quad \text{Ton}$$

$$= 25,443 \quad \text{Ton}$$

Tabel 4. 2 Data Utama Kapal

Data Utama Kapal Ikan Pure Siene		
Panjang Utama Kapal (LOA)	21,00	Meter
Panjang Geladak Kapal (LDL)	18,23	Meter
Panjang Garis Air Kapal (LWL)	17,50	Meter
Panjang Perpendicular Kapal (LPP)	17,00	Meter
Lebar Kapal (B)	5,4	Meter
Tinggi Geladak kapal (H)	1,8	Meter
Tinggi Garis Air Kapal (T)	1,3	Meter
Gross Tonage kapal (GT)	30	GT
Displacement kapal (Δ)	63,608	Ton
Berat Mati kapal (DWT)	44,526	Ton
Berat Konstruksi kapal (LWT)	19,082	Ton
Kapasitas Muatan kapal (Payload)	40,450	Ton
Mesin Utama Kapal (Diesel)	170	Hp
Kecepatan Kapal (Vs)	9 -11	Knots
Lama Pelayaran (Jam)	13	Jam
Crew kapal (Orang)	10	Orang

C. Waktu Operasional Kapal

Kapal ikan direncanakan beroperasi dengan sistem sehari sekali berlayar atau *one day trip*.

Berangkat sore antara pukul 17.00, waktu perjalanan dari *Fishing Base* ke *Fishing Ground* (+/-) 1,5 jam. Berdasarkan buku Petunjuk Praktis Bagi Nelayan (*Fisherman's Workbook*) oleh J. Prado dan P.Y. Dremiere serta hasil survey dan pengamatan dari para nelayan, maka direncanakan pola operasional kapal sebagai berikut:

1. *Searching* = (+/-) 30 menit
2. Di *Fishing Ground* yaitu *Setting-Hauling* untuk penangkapan pertama
 - a) Menebar jarring (*Setting*) secara melingkar $30 \times 5 = 150$ menit
 - b) Penarikan jaring (*Hauling*) selama 30-40 menit, motor DC On
 - c) Sehingga waktu motor DC untuk 1 x (*Hauling*/Penarikan Jaring) adalah 40 menit
3. Selanjutnya dilakukan penangkapan kedua dan seterusnya sebanyak 5 kali.
4. Penggunaan Mesin Purse Seine (*Derek boom*)

+/- 40 menit x 5 kali	= 200	Menit
	= 200 / 60	Jam
	= 3,5	Jam
5. Setelah jaring diangkat proses selanjutnya adalah Penataan jaring dan Penyortiran ikan.

+/- 40 menit x 5 kali	= 200	Menit
	= 200 / 60	Jam
	= 3,5	Jam
6. Istirahat dan makan = 30 menit
7. Perjalanan Pulang selama +/- 1,5 jam menuju tempat pelelangan ikan untuk di lelang dan di jual.
8. Jadi Total estimasi Operasional kapal adalah = 760 menit atau 13 Jam

4.1.2 Kelistrikan Kapal

Ketika merencanakan sebuah instalasi listrik dikapal maupun ditempat lainnya harus mengetahui terlebih dahulu beban dari seluruh instalasi yang ada pada tempat tersebut. Untuk itu perlu mengetahui apa saja peralatan listrik yang digunakan pada tempat tersebut. data kelistrikan pada kapal perikanan 30 GT terdiri dari beberapa peralatan seperti penerangan, *machinery*, dan peralatan navigasi. Berikut ini merupakan data peralatan listrik yang ada di kapal perikanan 30 GT ;

1. Lampu penerangan AC 220 volt, dengan lampu hemat energi standard SNI
 - 2 (dua) buah pada ruang Navigasi (*wheel house*) : 25 watt
 - 1 (satu) buah pada area masuk ruang mesin : 25 watt
 - 2 (empat) buah pada ruang mesin : 40 watt (Lampu TL)
 - 1 (satu) buah pada ruang dapur : 25 watt
 - 1 (satu) buah pada ruang *steering gear* : 25 watt
 - 1 (satu) buah pada ruang ABK : 25 watt
 - 1 (satu) buah pada ruang jangkar : 25 watt

- 2 (dua) buah pada ruang palka jaring : 25 watt

2. Lampu Navigasi DC 12 volt, , dengan lampu hemat energi standard SNI

- 1 (satu) buah Lampu tiang : 25 watt
- 2 (dua) buah Lampu sisi merah hijau : 25 watt
- 1 (satu) buah lampu buritan : 25 watt
- 1 (satu) buah lampu jangkar : 25 watt
- 1 (satu) buah lampu kapal ikan : 200 watt (warna merah)
- 1 (satu) buah lampu kapal ikan : 200 watt (warna hijau)

3. Lampu Kerja, dengan lampu hemat energi standard SNI

- 12 (dua) buah lampu kerja / sorot AC 220 volt : 300 watt

4. Peralatan *Machinery* yang ada di kapal perikanan 30 GT antara lain ;

Tabel 4. 3 Data peralatan machinery

No	Peralatan	Unit	Daya
1	Pompa air tawar AC 220 volt kapasitas 16 liter/menit	1	0,3 KW
2	Pompa <i>General Service (GS pump)</i> AC 220 V	1	3 KW
3	<i>fuel oil pump</i>	1	0,25 KW
4	Fan mekanis, <i>axial</i> , suplai kapasitas 30 m ³ /menit	2	0,15 KW
5	Alat tangkap Pure Siene (Motor DC)	1	1,5 KW

6. Peralatan navigasi yang ada di kapal perikanan 30 GT dengan aliran DC.

Tabel 4. 4 Peralatan Navigasi Kapal

No	Peralatan	Unit	Daya
1	<i>GPS</i>	1	2,5 watt
2	<i>Radio comm. VHF/FM + Antena (IC-504A)</i>	1	120 watt
3	<i>Radio SSB + Antenna + Tunner</i>	1	120 watt
4	VMS (terdaftar di Ditjen PSDKP KKP)	1	352 watt
5	<i>Horn</i>	1	54 watt

4.2 Data Pendukung

Data Pendukung merupakan data dari sumber daya yang bisa di manfaatkan oleh panel surya untuk menjadi energi listrik yang digunakan pada kapal perikanan 30 GT. Data pendukung terdiri dari potensi radiasi matahari seperti ukuran intensitas radiasi matahari dan lama penyinaran matahari.

4.2.1 Data Penyinaran Matahari (Radiasi)

Berikut ini merupakan tabel data hasil pengukuran intensitas radiasi tenaga surya di wilayah surabaya dan sekitarnya yang dilakukan oleh BMKG Maritime Tanjung Perak, Surabaya dari tahun 2018 sampai 2019.

TGL	TH.2018			TH.2019									
	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEPT	OKT
1	20605	21680	15262	17722	17989	18413	15588	17222	15770	14179	18479	17254	20490
2	21024	15946	17004	17377	17483	12283	15334	17290	13473	13092	18077	16510	20311
3	20858	21852	16210	8539	21483	10371	16933	18959	11797	13477	18466	15355	20612
4	22829	21614	21503	14529	17770	16911	15778	18210	11697	9030	17989	17882	20357
5	22421	21656	14182	16339	18672	16844	13649	18555	15098	12281	18059	17174	20894
6	21095	14914	14817	22110	19269	8858	14388	16970	15408	13965	17966	17960	20471
7	21789	16821	21406	18434	20105	10735	14956	18751	15666	14036	16532	17532	19451
8	22858	11881	15725	19104	18250	21627	19571	15742	14997	13713	16729	17800	19732
9	21621	10634	13783	18434	18371	17944	18612	18133	14447	13840	16986	17813	19771
10	22039	18110	15343	21337	19384	21657	11410	17060	15385	13451	16802	18590	20255
11	21979	21980	12630	20606	16292	13517	12290	18082	15590	13270	16827	17940	20487
12	21542	17332	12461	15860	9271	12319	13011	17330	15357	13778	18925	18933	20075
13	18001	14683	7023	18775	19577	19854	6855	17522	8819	13141	17497	18421	19147
14	19821	21377	15113	21286	11355	14279	11723	17145	8386	13752	17219	17770	18232
15	20311	17089	18030	19080	21588	15086	11300	17772	14592	13341	15961	17511	18716
16	21684	22325	15792	7275	23218	18130	12544	13429	15156	13440	16599	17912	18267
17	19877	22182	16770	13627	22362	14587	15255	15921	15374	13439	17162	17836	17795
18	20497	20862	22127	21207	17268	18632	20533	16773	15093	12861	17722	18255	19954
19	21219	21152	20560	14438	10181	19469	20263	17081	14982	6775	17006	18000	19474
20	19256	22492	14298	20212	11064	20541	18643	17127	14508	12980	16698	18073	19301
21	17898	21774	12199	17842	13865	14693	19481	17214	14200	12800	16455	18510	20196
22	22070	20386	18154	12691	14221	17397	16039	17325	14463	13010	16678	16812	19761
23	21396	22207	12868	10988	15898	16979	19622	17016	14556	12600	17021	18102	19111
24	21154	16166	9018	15057	17857	5757	18633	17187	14808	11455	16508	18362	19225
25	20370	15960	9581	15495	18398	17800	16210	16774	14742	12482	16053	18593	19748
26	21394	9727	14100	14415	21540	13596	17810	16778	14147	12473	15388	20295	18586
27	21457	15029	17637	9450	20428	13295	18200	16253	14089	11985	14671	18933	17458
28	19597	12517	15378	4737	17081	13580	12959	16113	13800	11728	14713	16700	21804
29	10422	16794	19496	14503		19296	9440	16282	14536	18359	16399	20460	21872
30	23024	11620	13088	17680		16283	17312	15693	14292	18331	16606	20370	22273
31	22954		13382	14114		20627		15576		18436	16632		20388

CATATAN :
Satuan intensitas Radiasi Matahari dalam kJ/m²

Gambar 4. 3 Data intensitas radiasi matahari
(Sumber : Laporan BMKG Maritime Tanjung Perak, Surabaya)

Radiasi Matahari. Radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses termonuklir yang terjadi di matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, sinar bergelombang pendek dan sinar bergelombang panjang. Sinar yang termasuk gelombang pendek adalah sinar x, sinar gamma, sinar ultraviolet, sedangkan sinar gelombang panjang adalah sinar infra merah. Jumlah total radiasi yang diterima di permukaan bumi tergantung 4 faktor, yaitu :

1. Jarak matahari. Setiap perubahan jarak bumi dan matahari menimbulkan variasi terhadap penerimaan energi matahari
2. Intensitas radiasi matahari yaitu besar kecilnya sudut datang sinar matahari pada permukaan bumi. Jumlah yang diterima berbanding lurus dengan sudut besarnya sudut datang. Sinar dengan sudut datang yang miring kurang

memberikan energi pada permukaan bumi disebabkan karena energinya tersebar pada permukaan yang luas dan juga karena sinar tersebut harus menempuh lapisan atmosfer yang lebih jauh dibandingkan jika sinar dengan sudut datang yang tegak lurus.

3. Panjang hari (*sun duration*), yaitu jarak dan lamanya antara matahari terbit dan matahari terbenam. Karena Surabaya terletak di belahan bumi selatan, maka panjang hari lebih besar ketika akhir tahun (Desember/Januari) dibandingkan dengan tengah tahun (Juni/Juli).
4. Pengaruh atmosfer. Sinar yang melalui atmosfer sebagian akan diabsorbsi oleh gas-gas, debu dan uap air, dipantulkan kembali, dipancarkan dan sisanya diteruskan ke permukaan bumi.

TGL	TH.2018			TH.2019									
	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEPT	OKT
1	73	72	43	39	58	57	38	50	71	71	73	72	74
2	74	43	56	56	59	26	43	55	60	64	73	70	74
3	62	77	25	0	72	14	49	68	34	64	72	57	74
4	75	80	68	37	57	31	53	68	25	29	73	70	74
5	74	67	44	53	69	30	43	68	65	63	71	72	74
6	71	40	46	70	66	5	53	62	71	70	72	73	74
7	73	53	73	58	66	15	50	68	68	71	69	73	73
8	74	17	40	63	60	71	72	58	68	66	67	74	73
9	75	13	36	56	58	58	51	68	69	71	68	74	74
10	74	39	23	67	56	72	37	63	70	69	69	76	74
11	74	71	38	77	37	36	28	68	68	71	68	69	74
12	74	64	23	49	8	32	40	58	70	73	68	75	74
13	73	43	0	59	73	62	9	68	14	73	70	74	74
14	73	71	35	60	23	31	34	68	8	73	69	73	75
15	74	36	61	64	66	52	18	67	69	73	58	69	74
16	77	79	23	3	78	55	21	48	68	74	66	73	75
17	77	78	51	38	72	39	53	68	67	73	69	71	75
18	77	64	60	62	47	50	60	68	68	70	72	73	77
19	77	74	66	44	31	55	73	69	69	3	73	71	76
20	71	78	32	68	20	64	52	69	63	64	69	73	75
21	53	79	11	58	29	43	68	70	70	73	73	73	78
22	76	73	36	8	44	63	53	71	69	74	72	73	77
23	78	74	12	15	48	47	74	71	68	73	72	73	78
24	77	33	0	38	57	0	71	71	68	58	73	73	73
25	72	35	7	48	58	61	55	70	69	73	72	73	77
26	78	3	14	44	76	27	60	71	67	73	71	73	76
27	78	41	58	4	63	28	68	67	68	73	68	73	75
28	73	43	34	0	42	27	33	71	70	63	66	73	77
29	12	60	64	14		61	10	71	70	73	70	73	77
30	78	16	10	65		58	40	70	69	73	72	73	76
31	77		12	22		73		71		73	69		69

CATATAN :

Sudut Lintang Penyinaran Matahari dalam derajat (°)

Pengamatan Lama Penyinaran Matahari pd. 06.00 - 18.00 WIB

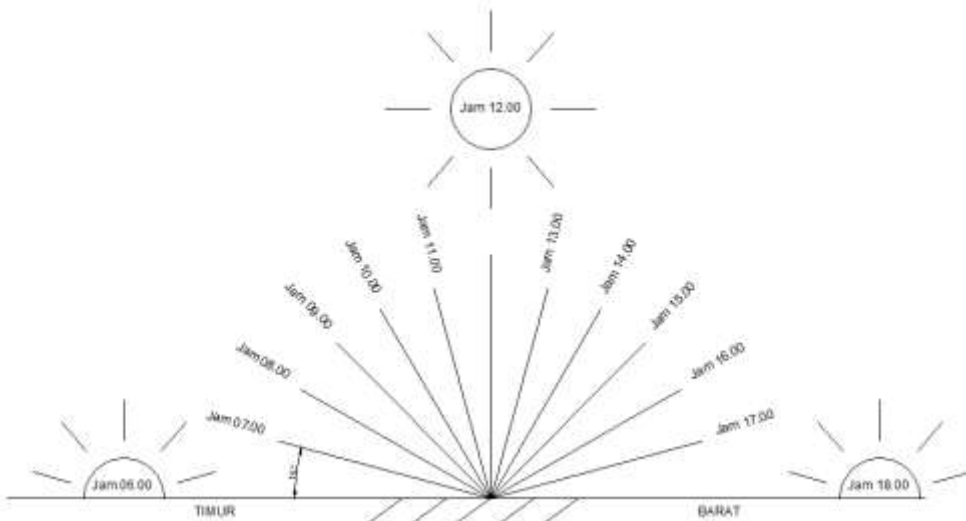
Gambar 4. 4 Lama Penyinaran matahari perhari
(Sumber : Laporan BMKG Maritime Tanjung Perak, Surabaya)

4.2.2 Data Penyinaran Matahari (Sudut)

Tabel 4. 5 Sudut defleksi matahari

(Sumber : Jurnal Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya)

sudut defleksi max	Vout min (volt)	Energi Masuk (Wh)
5	19.486	1169.16
10	19.424	1165.44
15	19.357	1161.42
20	19.285	1157.10
30	19.126	1147.56
40	18.947	1136.82
45	18.85	1131.00



Gambar 4. 5 Sudut masuk matahari

Sudut masuk matahari digunakan sebagai data penyinaran matahari per jam selama 1 hari. Pada gambar 4.5 sudut masuk matahari muncul kepermukaan bumi pada jam 06.00 dan terbenam 18.00. data ini bisa berbeda beda setiap wilayah dan waktu, sedangkan data yang diambil merupakan data yang paling ideal yaitu dari jam 06.00 sampai 18.00. Untuk data sudut defleksi matahari digunakan sebagai data untuk mencari nilai efisiensi dari panel surya. Dalam keterangan sudut defleksi titik 0° berada pada posisi garis lurus vertikal antara matahari dengan tanah (jam 12.00). Berikut data rangkuman perhitungan energi masuk per jam dalam 1 hari ;

4.3 Pemilihan Peralatan

Pemilihan Peralatan dilakukan dengan mempertimbangkan berat dan spesifikasi yang cocok untuk digunakan pada kapal perikanan 30 GT dengan sumber data yang di dapatkan dari beberapa sumber seperti toko online dan website resmi perusahaan penyedia peralatan tersebut. Berikut merupakan rangkuman data spesifikasi peralatan yang akan di gunakan untuk desain sistem hybrid ;

Tabel 4. 6 Pemilihan Peralatan

NO	Nama Alat	Dimensi	Berat	Spesifikasi
1	Turbin Angin	Ø 1150 mm	10 kg	450 watt
2.	Panel Surya	1988 x 992 x 40 mm	22,3 kg	370 watt
3.	Generator Gas	688 x 429 x 373 mm	210 kg	10000 watt
4.	Baterai	485 x 245 x 170 mm	21 kg	150 Ah
5.	Inverter	295 x 155 x 85 mm	3 kg	1200 watt
6.	Controller	205 x 170 x 60 mm	1,5 kg	60 A
7.	Rectifier	100 x 70 x 40 mm	0,5 kg	220 Volt
8.	Panel Listrik	1200 x 900 x 300 mm	30 kg	5 kVA

4.3.1 Generator Gas

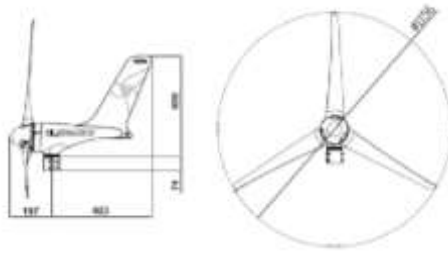


Gambar 4. 6 Generator Gas
(Sumber : www.westerbeke.com)

Tabel 4. 7 Spesifikasi Generator

SPESIFIKASI	
MERK	WESTERBEKE
Power	8000 Watt, 10000 Watt, dan 11600 Watt
Ampere	-
Voltage	230 V
Phase	1
Frequency	50/60 Hertz
RPM	1800
Fuel	Gas or Gasoline
Dry Weight	210 kg
Dimensions	688 x 429 x 373 mm

4.3.2 Turbin Angin



Gambar 4. 7 Turbin angin mini
(Sumber : www.silentwind.com)

Tabel 4. 8 Spesifikasi Turbin angin

SPESIFIKASI	
Rated Power	420 / 450 watt
Rated Voltage	12 / 24 V (DC)
Rated Peak Power at	14,5 m/s
Start up Speed	2,2 m/s
Start of Charging	2,5 m/s
Phase	3
Rotor Diameter	1150 mm
Weight	6,8 kg
RPM Range	550 – 1700 Upm
Number fo blade	3
Weight Blade	150 g / Blade

4.3.3 Panel Surya



Gambar 4. 8 Panel Surya
(Sumber : www.raswonsolar.com)

Tabel 4. 9 Spesifikasi Panel surya

SPESIFIKASI	
MERK	SOLARLAND
Type	SLP370S-24D
Rated Power	370 watt
Deviation of Rated Power	0~+5W
Optimum Operating Voltage	39,24 V
Optimum Operating Current	9,43 A
Open Circuit Voltage	47,83 V
Open Circuit Current	9.90 A
Rated Current of Serial Fuse	15 A
Maximum System Voltage	1000 V
Type of Cell	Monocrystalline silicon cell (156.75x78.375)
Module Dimension	1988 x 992 x 40 mm
Weight	22,3 kg

4.3.4 Baterai



Gambar 4. 9 Baterai / AKI
(Sumber : www.akimurah.com)

Tabel 4. 10 Spesifikasi Baterai

SPESIFIKASI	
MERK	NOOVI
Type	TB150
Voltage	12 V
Capacity	150 Ah
Type Terminal	T11
Dimension	485 x 245 x 170 mm
Weight	21 kg

4.3.5 Inverter



Gambar 4. 10 Inverter
(Sumber : www.panelsuryajakarta.com)

Tabel 4. 11 Spesifikasi Inverter

SPESIFIKASI	
MERK	Suoer Brand
Type	HAD-3000W
Power Inverter	DC 12 V to AC 220 V
Power	3000 watt
Surge Power	6000 watt
Efficiency	> 90 %
No Load Current draw	0,8 A
Charge Current	20 A (With Charge and UPS Function)
Dimension	410 x 173 x 120 mm
Weight	6,5 kg

4.3.6 Controller



Gambar 4. 11 Controller
(Sumber : www.panelsuryajakarta.com)

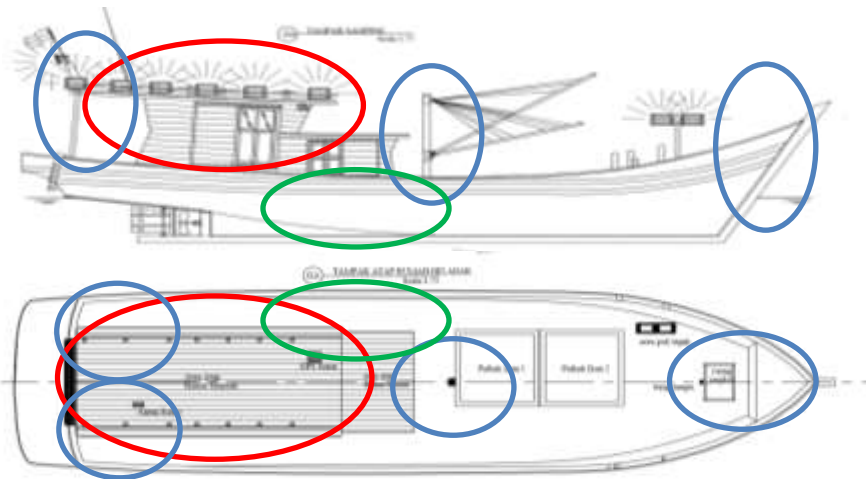
Tabel 4. 12 Spesifikasi Controller

SPESIFIKASI	
Model	WWS20-48-N00
Rated Battery Voltage	48 V
Rated Wind Power Input	2000 watt
Wind Brake Current	42 A
Rated Solar Power Input	1000 watt
Floating Charging Voltage	58 V
Dimension	205 x 170 x 60 mm
Weight	1,5 kg

4.4 Desain Hybrid

Pada penelitian ini membuat 4 skenario konsep desain untuk sistem hybrid pada kapal perikanan 30 GT antara lain Turbin angin-Generator Gas, Panel Surya-Generator gas, Turbin angin-Panel surya-Generator gas, dan Generator gas. dari masing-masing ketiga skenario desain tersebut akan dibuatkan 2 gambar desain yaitu gambar desain alur sistem hybrid (Flow Diagram) dan gambar desain layout hybrid untuk kapal perikanan 30 GT.

4.4.1 Desain Layout



Gambar 4. 12 Desain Layout

Untuk tata letak objek penelitian ini seperti area turbin angin (Lingkaran Biru) , area panel surya (Lingkaran Merah) dan (Lingkaran hijau) area generator di rencanakan di beberapa titik seperti atap bangunan atas, geladak kapal, dan kamar mesin karena pemilihan mempertimbangkan tempat yang tidak mengganggu aktivitas dikapal. Tempat tersebut yang sangat cocok adalah atap bangunan atas, geladak

kapal bagian depan dan tengah, kamar mesin. Untuk lebih detailnya bisa di lihat pada gambar diatas.

Dalam tahap ini desain yang dilakukan adalah dengan merencanakan tata letak dari semua komponen peralatan sistem hybrid yang direncanakan untuk diterapkan pada kapal Perikanan 30 GT. karena kapal memiliki luasan yang cukup terbatas untuk menempatkan peralatan, Tata letak dan desain dari peralatan yang direncanakan dipasang harus mempertimbangkan berat serta dimensi dari peralatan tersebut, sehingga desain yang direncanakan tidak berdampak pada stabilitas dan daya apung kapal. untuk itu, menjadi pertimbangan bagi perancang dan juga menjadi batasan dalam hal menentukan dan menempatkan peralatan yang digunakan.

1. Desain Turbin angin + Generator Gas (Skenario 1)

Untuk skenario yang pertama direncanakan menggunakan desain kombinasi antara turbin angin dan Generator berbahan bakar gas sebagai sumber energi listrik. Jumlah turbin angin yang direncanakan adalah sebanyak 4 unit dengan diameter 1150 mm dan ditopang oleh tiang sebanyak 4 buah tiang yang memiliki ketinggian bervariasi mulai dari 3 meter, 3.5 meter, dan 4 meter sedangkan jumlah generator menggunakan 1 unit. Untuk penempatan tataletak turbin angin dan generator harus mempertimbangkan area operasi kapal dan area tangkapan angin sehingga turbin angin dan generator tidak mengganggu operasional dan dapat bekerja secara optimal. Untuk gambar detail bisa dilihat pada lampiran 1 (layout skenario 1)

2. Desain Panel Surya + Generator Gas (Skenario 2)

Untuk skenario yang kedua atau skenario 2 yaitu menggunakan kombinasi antara panel surya dengan generator gas sebagai sumber energi listrik dikapal perikanan 30 GT dengan total Jumlah panel surya yang direncanakan pada desain ini menggunakan 5 unit dan generator menggunakan 1 unit. Untuk penempatan dari panel surya harus mempertimbangkan jangkauan sinar matahari karena sinar matahari merupakan sumber daya utama dari panel surya. Dengan demikian penempatan harus dilakukan diarea atap pada bangunan atas kapal yang merupakan area yang paling besar terkena paparan sinar radiasi matahari. Sedangkan konstruksi untuk meletakkan panel surya didesain sama seperti atap pada rumah dengan memiliki kemiringan 10-15 derajat. Untuk lebih detailnya bisa dilihat pada gambar (Lampiran 2)

3. Panel Surya + Turbin Angin + Generator Gas (Skenario 3)

Untuk skenario yang ketiga atau skenario 3 direncanakan menggunakan kombinasi dari ketiga komponen yaitu Turbin angin, Panel surya, dan Generator sebagai sumber daya listrik dikapal perikanan 30 GT. Jumlah komponen perlatanan yang direncanakan dalam skenario 3 yaitu Turbin angin yang digunakan sebanyak 2 unit yang diletakan didepan dan tengah kapal sedangkan panel surya yang digunakan sebanyak 5 unit dengan tata letaknya diarea atap bangunan atas kapal sedangkan untuk generator diletakan diruang mesin. Pertimbangan jumlah dan tataletak yaitu berdasarkan luasan dan area operasi digeladak kapal, serta bobot yang dihasilkan oleh komponen peralatan tersebut yang berdampak pada displacement kapal. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar (lampiran 3)

4. Generator Gas (Skenario 4)

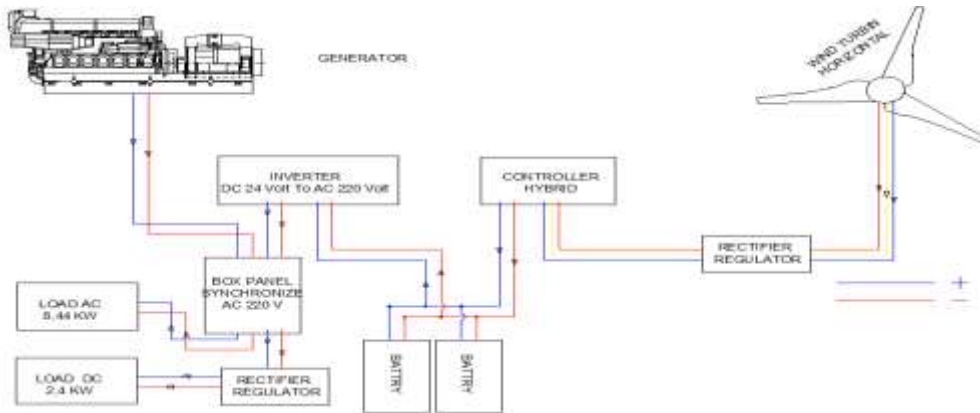
Skenario 4 merupakan desain skenario instalasi listrik yang menggunakan total sumber daya listrik dari generator. Dalam skenario 4 turbin angin dan panel surya tidak digunakan sehingga daya dan spesifikasi generator yang digunakan lebih besar dari skenario lainnya. Dengan beban total yang harus disuplai oleh sumber daya listrik sebesar 11 kW maka generator yang digunakan tidak boleh lebih kecil dari 11 kW. Spesifikasi yang dipilih dalam skenario ini adalah generator berkapasitas 11,6 kW dengan tegangan AC 220 V yang hampir sama dengan generator yang digunakan pada skenario lainnya. Untuk peletakkannya generator diletakan diruang mesin sama dengan tataletak dari skenario lainnya. Untuk gambar lebih detailnya bisa dilihat pada (lampiran 4)

4.4.2 Desain Flow diagram

Desain *flow diagram* merupakan sebuah desain yang menggambarkan alur listrik dari sumber daya listrik (Turbin angin, Panel surya, dan generator) sampai ke beban daya (Peralatan listrik). Komponen peralatan yang digunakan antara lain : Controller, Inverter, Converter, Panel *Synchronizing* dan baterai dengan spesifikasi yang tertera pada bab sebelumnya yang membahas pemilihan peralatan. Desain mengacu pada desain sebelumnya yang merupakan tahap lanjutan dari desain layout (Skenario 1, Skenario 2, Skenario 3, dan Skenario 4). Berikut ini merupakan gambar hasil desain *Flow diagram* yang digunakan pada kapal perikanan 30 GT ;

1. Desain diagram Turbin Angin + Generator (Skenario 1)

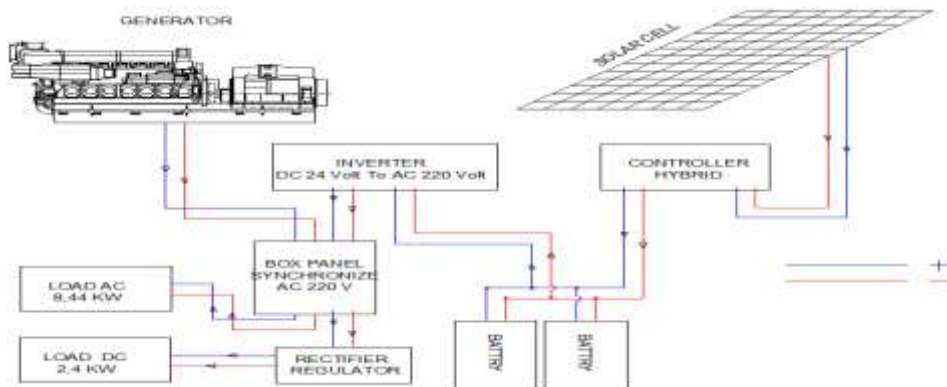
Untuk skenario 1 desain *flow diagram* sumber daya berasal dari Generator berkapasitas 10 kW dan turbin angin yang disincronkan menggunakan panel *synchronizing* untuk menghasilkan daya listrik besar. Untuk turbin angin daya listrik yang dihasilkan harus disimpan didalam baterai terlebih dahulu sebelum didistribusikan pada beban karena daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin kapasitasnya cukup kecil dan tidak cukup untuk mensuplai kebutuhan daya listrik, maka perlu disimpan terlebih dahulu dalam baterai. Setelah daya listrik disimpan dibaterai selanjutnya daya listrik akan didistribusikan ke beberapa beban daya seperti lampu dan peralatan listrik. Untuk beban terbagi menjadi 2 yaitu beban AC dan DC dimana pada baban AC instalasi harus melewati inverter karena arus yang berasal dari baterai adalah arus DC sedangkan untuk beban DC instalasi tidak perlu melewati inverter. Karena tegangan dari baterai 24 Volt maka sebelum melewati panel *synchronizing* tegangan dari baterai harus dinaikan menjadi 220 Volt dengan menggunakan inverter spesifikasi khusus tegangan dan arus sehingga tidak perlu menggunakan trafo. Sedangkan untuk daya dari generator langsung masuk kedalam panel *synchronizing* untuk mensinkronkan dengan arus yang berasal dari baterai/turbin angin. setelah disinkronkan selanjutnya didistribusikan pada beban daya yang ada dikapal perikanan 30 GT. Berikut ini skenario *flow diagram* instalasi sistem *hybrid* pada Skenario 1 (Turbin angin - Generator) ;



Gambar 4. 13 Flow diagram Skenario 1 (Turbin angin + Generator)

2. Desain diagram Panel Surya + Generator (Skenario 2)

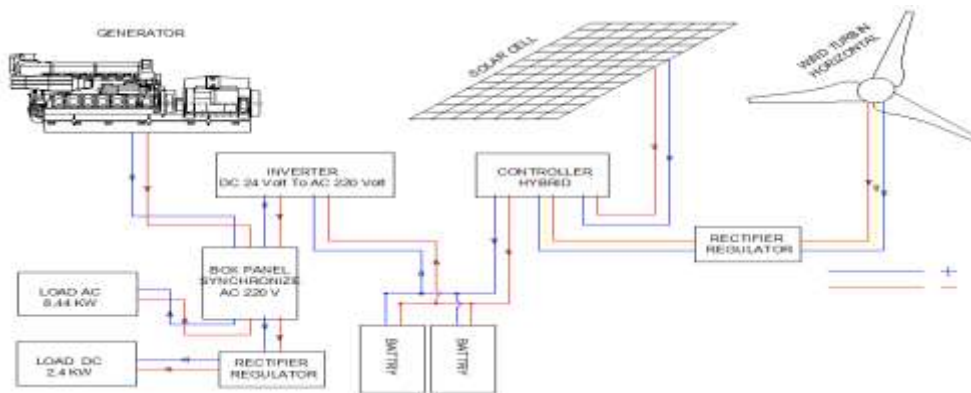
Dalam skenario 2 sumber daya listrik berasal dari generator kapasitas 8 kW dan panel surya yang disinkronkan menggunakan panel *synchronizing* untuk menghasilkan daya yang lebih besar. Sumber daya dari panel surya harus disimpan didalam baterai terlebih dahulu. Setelah daya disimpan dibaterai selanjutnya daya akan didistribusikan ke beberapa beban daya seperti lampu dan peralatan listrik. Untuk beban terbagi menjadi 2 yaitu beban AC dan DC dimana pada baban AC instalasi harus melewati inverter karena arus yang berasal dari baterai adalah arus DC sedangkan untuk beban DC instalasi tidak perlu melewati inverter. Karena tegangan dari baterai 24 Volt maka sebelum melewati panel synchronizing tegangan dari baterai harus dinaikan menjadi 220 Volt dengan menggunakan inverter spesifikasi khusus untuk tegangan dan arus sehingga tidak perlu menggunakan trafo. Daya dari generator dengan tegangan 220 volt dapat dsinkronkan dengan daya dari baterai yang telah dirubah tegangan dan arus menjadi AC 220 Volt dan juga hasil sinkron daya dapat didistribusikan pada beban yang ada. Berikut ini skenario *flow diagram* instalasi sistem *hybrid* pada Skenario 2 (Panel surya + Generator) ;



Gambar 4. 14 Flow Diagram Skenario 2 (Panel Surya + Generator)

3. Desain diagram Panel Surya + Turbin Angin + Generator (Skenario 3)

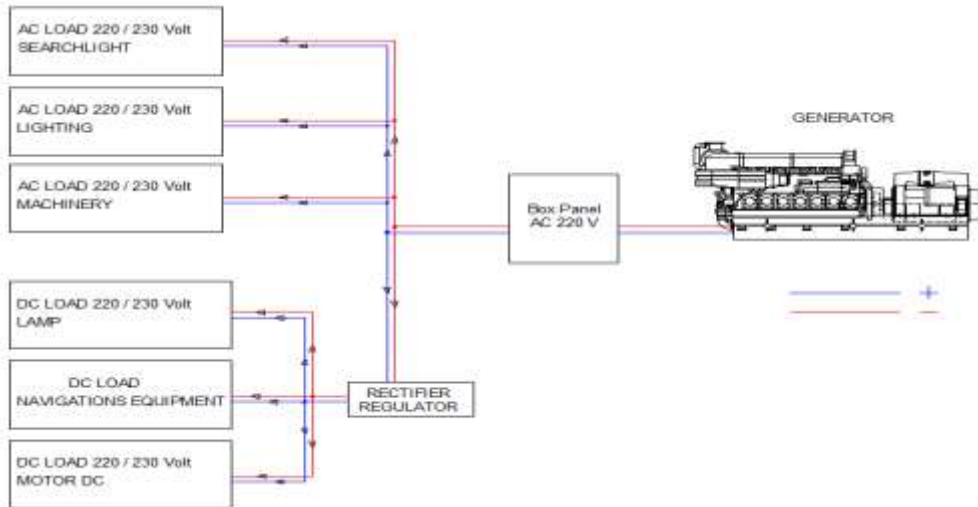
Untuk skenario 3 desain *flow diagram* sumber daya berasal dari turbin angin, Panel surya, dan Generator dengan kapasitas 8 kW. Untuk sumber daya listrik dari turbin angin dan panel surya disimpan didalam baterai terlebih dahulu sebelum didistribusikan pada beban. Turbin angin yang memiliki arus dan tegangan yang berbeda dengan baterai harus dirubah menjadi DC 24 Volt dengan menggunakan Rectifier yang memiliki spesifikasi khusus untuk merubah tegangan dan arus. Setelah daya disimpan dibaterai selanjutnya daya akan masuk melewati inverter untuk dirubah tegangan dan arus dengan memiliki tegangan dan arus yang sama dengan generator supaya bisa disinkronkan menggunakan panel synchronizing. setelah berhasil disinkronkan daya dapat didistribusikan ke beberapa beban daya seperti lampu dan peralatan listrik. Untuk beban terbagi menjadi 2 yaitu beban AC dan DC dimana pada baban AC instalasi harus melewati inverter karena arus yang berasal dari baterai adalah arus DC sedangkan untuk beban DC instalasi tidak perlu melewati inverter. Berikut ini skenario *flow diagram* instalasi sistem *hybrid* pada Skenario 1 (Panel surya + Turbin Angin + Generator) ;



Gambar 4. 15 Flow diagram Skenario 3

4. Desain diagram Generator (Skenario 4)

Skenario 4 merupakan skenario yang menggunakan generator sebagai sumber energi listrik untuk mensuplai beban listrik yang ada pada kapal perikanan 30 GT. Generator yang digunakan berkapsitas 11,6 kW dengan tegangan 220 Volt AC dengan beban total dikapal 11 KW untuk sekali kapal beroperasi selama 13 jam. Dalam alur diagram pada skenario 4 generator akan melewati panel box yang selanjutnya didistribusikan pada beberapa beban yang ada seperti beban penerangan Lampu tangkap ikan, *machinery*, alat tangkap ikan, dan peralatan navigasi. Untuk tegangan dan arus yang berbeda dengan generator perlu dirubah seperti pada beban DC dengan menggunakan rectifier dan regulator. Berikut ini merupakan gambar diagram alur instalasi listrik pada skenario 4 ;



Gambar 4. 16 Flow diagram Generator

4.5 Perhitungan Daya Listrik (POWER)

Perhitungan daya listrik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang dihasilkan oleh tiap skenario desain yang telah direncanakan dengan mengacu pada sumber energi berupa angin dan cahaya matahari dan juga peralatan yang ada dalam perencanaan desain. Perhitungan daya listrik dapat menjadi bahan pertimbangan untuk memilih salah satu dari ketiga skenario desain untuk diterapkan pada kapal perikanan 30 GT dengan mempertimbangkan beban daya listrik yang ada dikapal seperti lampu-lampu, peralatan navigasi, peralatan tangkap ikan, dan peralatan machinery dengan durasi waktu beban pemakaian selama 13 jam. Untuk sumber daya input yang berasal dari skenario desain tersebut, perhitungan pemakaian peralatannya berdasarkan kecepatan angin, sinar matahari, dan juga durasi waktu selama 24 jam.

4.5.1 Menghitung Total Beban Daya Listrik di Kapal Perikanan 30 GT

Perhitungan beban total daya listrik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik dikapal perikanan 30 GT selama kapal beroperasi. Menghitung beban total daya listrik yang ada dikapal harus mengetahui spesifikasi besar daya listrik yang dibutuhkan dari tiap-tiap peralatan listrik setiap jamnya selama kapal beroperasi (13 Jam). Berikut ini merupakan data hasil perhitungan beban daya yang ada dikapal perikanan 30 GT ;

- Data Beban Daya Listrik Penerangan AC

Tabel 4. 13 Data Beban daya listrik Penerangan AC

Waktu	Beban Daya Listrik Penerangan Lampu AC (Watt)							Watt / Jam
	R Navigasi	R Mesin	R Dapur	R S.Gear	R Crew	R jangkar	R palka jaring	
16.00	50	80	-	25	25	25	-	205
17.00	50	80	-	25	-	-	50	205
18.00	50	80	-	25	-	-	50	205
19.00	50	80	-	25	-	-	50	205
20.00	50	80	-	25	-	-	50	205
21.00	50	80	-	25	-	-	50	205
22.00	50	80	-	25	-	-	50	205
23.00	50	80	25	25	25	25	50	280
00.00	50	80	25	25	25	25	50	280
01.00	50	80	-	25	-	-	50	205
02.00	50	80	-	25	-	-	50	205
03.00	50	80	-	25	-	-	50	205
04.00	50	80	-	25	25	-	50	230
05.00	50	80	25	25	25	25	-	230
Rata-rata daya								236.2

Beban penerangan AC merupakan peralatan dengan jenis tegangan AC dengan voltase 220 Volt yang digunakan untuk penerangan di beberapa ruangan seperti ruang ABK/Crew, Navigasi, Dapur, dan lain-lain. Untuk Tabel diatas menunjukkan total kebutuhan daya listrik per jamnya dan beban daya tertinggi sebesar 280 *watt/hours* perjamnya sedangkan untuk data rata-rata nya sebesar 236,2 *watt/hours*.

- Data Beban Daya Listrik Penerangan DC

Tabel 4. 14 Data beban daya listrik penerangan DC

Waktu	Beban Daya Listrik Penerangan Lampu DC (Watt)						Watt / Jam
	Lampu Tiang	lampu sisi	Lampu Buritan	Lampu Jangkar	Lampu Ikan merah	Lampu Ikan Hijau	
16.00	-	50	25	25	-	-	100
17.00	-	50	25	-	-	-	75
18.00	50	50	25	-	200	200	525
19.00	50	50	25	-	-	-	125
20.00	50	50	25	-	200	200	525
21.00	50	50	25	-	-	-	125
22.00	50	50	25	-	200	200	525
23.00	50	50	25	25	-	-	150
00.00	50	50	25	-	200	200	525
01.00	50	50	25	-	-	-	125
02.00	50	50	25	-	200	200	525
03.00	50	50	25	-	-	-	125
04.00	50	50	25	-	-	-	125
05.00	50	50	25	25	-	-	150
Rata-rata daya listrik							286.5

Beban penerangan DC merupakan peralatan dengan jenis tegangan DC dengan voltase 220 Volt yang digunakan untuk penerangan di beberapa sudut kapal seperti buritan kapal, jangkar, bagian sisi kapal, dan lainnya. Untuk Tabel diatas menunjukkan total kebutuhan daya listrik per jamnya dan beban daya tertinggi sebesar 525 *watt/hours* perjamnya sedangkan untuk data rata-rata nya sebesar 286,5 *watt/hours*.

- Data Beban Daya Listrik Lampu sorot AC

Tabel 4. 15 Data beban daya listrik lampu sorot AC

Waktu	Beban Daya Listrik Penerangan Lampu Sorot AC (Watt)						Watt / Jam
	Lampu 1	Lampu 2	Lampu 3	Lampu 4	Lampu 5	Lampu 6	
16.00	-	-	-	-	-	-	0
17.00	-	-	-	-	-	-	0
18.00	-	-	-	-	-	-	0
19.00	300	300	300	300	300	300	1800
20.00	-	-	-	-	-	-	0
21.00	300	300	300	300	300	300	1800
22.00	-	-	-	-	-	-	0
23.00	300	300	300	300	300	300	1800
00.00	-	-	-	-	-	-	0
01.00	300	300	300	300	300	300	1800
02.00	-	-	-	-	-	-	0
03.00	300	300	300	300	300	300	1800
04.00	-	-	-	-	-	-	0
05.00	-	-	-	-	-	-	0
Rata-rata daya listrik							692.3

Untuk beban lampu sorot AC merupakan peralatan lampu dengan jenis tegangan AC dengan voltase 220 Volt yang digunakan untuk penerangan dan alat bantu pemancing ikan ketika melakukan operasi penangkapan. Untuk Tabel diatas menunjukkan total kebutuhan daya listrik per jamnya dan beban daya tertinggi sebesar 1800 *watt/hours* perjamnya sedangkan untuk data rata-rata nya sebesar 692,3 *watt/hours*.

- Data Beban Daya Listrik Peralatan Machinery (Pompa-Pompa)

Tabel 4. 16 Beban daya listrik peralatan machinery

Waktu	Beban Daya Listrik Peralatan Machinery (Watt)					Watt / Jam
	P.air tawar	P.GS	P. Bahan bakar	Fan	Motor DC	
16.00	300	3000	300	-	-	3600
17.00	-	-	300	300	-	600
18.00	-	-	300	300	-	600
19.00	-	-	300	300	1500	2100
20.00	-	-	300	300	-	600
21.00	-	-	300	300	1500	2100
22.00	-	-	300	300	-	600
23.00	300	-	300	300	1500	2400
00.00	-	3000	300	300	-	3600
01.00	-	-	300	300	1500	2100
02.00	-	-	300	300	-	600
03.00	-	-	300	300	1500	2100
04.00	-	-	300	300	-	600
05.00	300	3000	300	300	-	3900
					Rata-rata daya	1961.5

Beban Peralatan navigasi merupakan peralatan dengan jenis tegangan DC dengan voltase 220 Volt yang digunakan untuk aktifitas bongkar muat dan sistem instalasi air laut atau tawar. Untuk Tabel diatas menunjukkan total kebutuhan daya listrik per jamnya dan beban daya tertinggi sebesar 2100 *watt/hours* perjamnya sedangkan untuk data rata-rata nya sebesar 1961,5 *watt/hours*.

- Data Beban Daya Listrik Peralatan Navigasi

Tabel 4. 17 Data beban daya listrik peralatan navigasi

Waktu	Beban Daya Peralatan Navigasi kapal (Watt)					Daya / Jam
	GPS	VHF	Radio SSB	VVM	Horn	
16.00	2.5	120	120	352	54	648.5
17.00	2.5	120	120	352	-	594.5
18.00	2.5	120	120	352	-	594.5
19.00	2.5	120	120	352	-	594.5
20.00	2.5	120	120	352	-	594.5
21.00	2.5	120	120	352	-	594.5
22.00	2.5	120	120	352	-	594.5
23.00	2.5	120	120	352	-	594.5
00.00	2.5	120	120	352	54	648.5
01.00	2.5	120	120	352	-	594.5
02.00	2.5	120	120	352	-	594.5
03.00	2.5	120	120	352	-	594.5
04.00	2.5	120	120	352	-	594.5
05.00	2.5	120	120	352	54	648.5
Rata –rata Beban						606.1

Beban daya listrik peralatan navigasi merupakan peralatan dengan jenis tegangan DC dengan voltase 220 Volt yang digunakan untuk keperluan navigasi dikapal seperti alat komunikasi, alat pemandu kapal dan lainnya. Untuk Tabel diatas menunjukkan total kebutuhan daya listrik per jamnya dan beban daya tertinggi sebesar 648,5 *watt/hours* perjamnya sedangkan untuk data rata-rata nya sebesar 606,1 *watt/hours*.

- Data Total Beban Daya Listrik

Untuk beban daya listrik yang ada dikapal perikanan 30 GT dengan jenis pure siene yang dibagi menjadi beberapa kategori dan bagian tergantung dari tegangan dan jenis arus nya. Berikut ini merupakan data rangkuman total beban daya listrik yang ada dikapal perikanan 30 GT ;

Tabel 4. 18 Data total beban daya listrik

JENIS	JENIS ARUS	TEGANGAN	Watt / JAM
Penerangan	AC	220 Volt	430 watt
Lampu Sorot	AC	220 Volt	4200 watt
Penerangan	DC	220 Volt	525 watt
Navigasi	DC	24 Volt	648,5 watt
Machinery	AC	220 Volt	3810 Watt
Motor DC	DC	220 Volt	1300 Watt

Berdasarkan data rangkuman diatas didapatkan total beban daya listrik keseluruhan yang mengacu pada daya listrik dari spesifikasi peralatan kapal yang digunakan pada kapal perikanan 30 GT sebesar 11 KW.

4.5.2 Menghitung kapasitas Bahan Bakar Gas LPG

Untuk menghitung kebutuhan Gas LPG yang akan digunakan sebagai bahan bakar utama generator, harus mengetahui terlebih dahulu spesifikasi konsumsi bahan bakar dari generator yang akan digunakan. Konsumsi bahan bakar bisa didapatkan pada data *Project Guide* atau Katalog dari generator. Generator yang digunakan berbahan bakar *Gasoline* atau Bensin yang dikonversi menjadi berbahan bakar Gas LPG sebagai bahan bakar utama. Merubah bahan bakar dari *gasoline* menjadi gas LPG dengan cara memodifikasi sistem jalur injeksi bahan bakar.

Langkah untuk menghitung kebutuhan bahan bakar gas yang akan digunakan kita perlu mengetahui beberapa data seperti *SFOC (Fuel Consumption)*, *LHV Gasoline*, *LHV LPG*, dan lama penggunaan Generator. Untuk lama penggunaan generator direncanakan 13 jam yang mengacu pada lama operasional kapal. Berikut merupakan perhitungan untuk kebutuhan gas LPG pada Kapal Perikanan 30 GT ;

Fuel	LHV (MJ/kg)	ϕ (-)
Refinery Gas	52.00	1.161
LPG	46.00	1.056
Gasoline	43.80	1.071
Fuel Oil	42.70	1.067
Diesel	42.70	1.068
Heavy Fuel Oil	40.65	1.066
Petroleum coke	31.40	1.048
Natural Gas	48.03	1.065
Coal	24.23	1.076
Coke	29.30	1.048
Waste	10.50	1.152
Wood Chips	9.30	1.193
Wood Pellets	17.50	1.072
Straw	14.90	1.084
Biogas	19.83	1.041
Bio Oil	36.69	1.114

Gambar 4. 17 Data LHV Bahan Bakar
(Sumber : *Researchgate.com*)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Fuel Consumption} &= 1,1 && \text{gph (Galon per Hour)} \\
 &= 1,1 \times 0,00378541 && \text{m}^3/\text{h} \\
 &= 0,0042 && \text{m}^3/\text{h} \\
 \text{Berat Gasoline} &= \rho \times v \\
 &= 748.9 \text{ kg/m}^3 \times 0,0042 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= 3,15 \text{ kg/h} \\
 \text{Waktu Operasional} &= 13 \text{ jam} \\
 \text{Kebutuhan Gasoline} &= 13 \times 3,15 \\
 &= 41 \text{ kg} \\
 \text{LHV Gasoline} &= 43,80 && \text{MJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{LHV LPG} = 46,00 \quad \text{MJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan LPG} &= \frac{\text{LHV Gasoline} \times \text{Kebutuhan Gasoline}}{\text{LHV LPG}} \\ &= \frac{43,80 \times 41}{46,00} \\ &= 38,6 \quad \text{Kg} \end{aligned}$$

Berikut ini data hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar gas LPG dari keempat skenario ;

Tabel 4. 19 Kebutuhan bahan bakar gas LPG

Skenario	Daya	SFOC Bensin	SFOC LPG	Tabung		
	watt	Galon/h	kg	kg	Jumlah	Dimensi (mm) (Panjang x Diameter)
1	10000	1.1	38.6	40	1	1400 x 300
2	8000	1	35.1	40	1	1400 x 300
3	8000	1	35.1	40	1	1400 x 300
4	12000	1.3	45.6	40+12	2	(1400 x 300) + (600 x 300)



Gambar 4. 18 Tabung LPG 40 Kg dan 12 Kg
(Sumber : www.wwu.co.id)

4.5.3 Menghitung kapasitas Baterai

Kapasitas Baterai dalam *Ampere-Hour* (Ah) dapat dihitung berdasarkan total beban yang dilayani dan waktu beban selama beroperasi. beban yang direncanakan untuk baterai 2,11 % dari beban daya total hal ini dikarenakan untuk mendapatkan ukuran baterai yang tidak terlalu besar dan meminimalisir berat yang dihasilkan.

- Menghitung Kebutuhan daya yang digunakan selama 13 jam (*Watt Hour*)

$$E_{ac} = P \times t$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} P &= \text{Total Beban Daya} \times 2,11 \% \\ &= 236,5 \text{ watt} \\ t &= \text{Waktu Operasional} \\ &= 13 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Jadi, Total kapasitas Baterai yang dibutuhkan adalah ;

$$\begin{aligned} E_{ac} &= 236,5 \times 13 \\ E_{ac} &= 3074,5 \text{ Wh} \end{aligned}$$

- Menghitung Arus masuk pada Baterai :

$$I = \frac{E_{ac}}{V} \times Pf$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} E_{ac} &= \text{Daya Kapasitas Baterai selama 13 jam} \\ &= 3074,5 \text{ Wh} \\ V &= \text{Tegangan Baterai} \\ &= 24 \text{ Volt} \\ Pf &= \text{Faktor Daya pada Baterai} \\ &= 0,9 \end{aligned}$$

Jadi, Arus yang dibutuhkan oleh baterai adalah ;

$$\begin{aligned} I &= \frac{3074,5}{24} \times 0,9 && \text{Ah} \\ I &= 115,29 && \text{Ah} \\ I &= 150 && \text{Ah} \end{aligned}$$

Dalam perencanaannya baterai yang digunakan untuk operasional dikapal perikanan 30 GT menggunakan 2 buah baterai dengan kapasitas yang sama yaitu 150 A. Pengoprasiannya secara bergantian satu baterai digunakan untuk mensuplai sumber daya listrik dan satu lagi untuk proses pengisian daya listrik / *Charging* daya selama 24 jam.

4.5.4 Menghitung Daya Listrik

Daya listrik yang dihitung mencakup daya listrik yang dihasil oleh peralatan yang akan menjadi objek penelitian ini yaitu turbin angin dengan panel surya sesuai sumber daya yang ada. Dalam sub bab ini lebih menjelaskan tentang rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik yang dihasilkan dari setiap peralatan berdasarkan rumus pada penelitian sebelumnya. Berikut merupakan rumus untuk menghitung daya pada Turbin angin dan panel surya ;

1. Menghitung Daya Listrik Turbin Angin

- Energi Kinetik

Energi Kinetik digunakan untuk menggerakkan turbin dengan menggunakan kecepatan angin (m/s) yang dikalikan dengan massa jenis udara (Kg / m^3). Dalam hal ini data kecepatan angin menggunakan data kecepatan kapal karena kapal bergerak dan diasumsikan kecepatan tersebut sebagai kecepatan angin yaitu (9 – 11 Knots) di ambil kecepatan 10 Knot.

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Dimana ;

$$m = 1,293 \text{ Kg} / \text{m}^3 \text{ (massa udara)}$$

$$v = 10 \text{ Knots} \sim 5,14444 \text{ m/s (Kecepatan Angin)}$$

Jadi :

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 5,14444^2 \text{ kj}$$

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 1,225 \cdot 26,465 \text{ kj}$$

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 32,420 \text{ kj}$$

$$E_K = 16,21 \text{ kj}$$

- Daya Angin (*Power Input*)

Daya angin merupakan daya potensial yang dihasilkan oleh angin untuk menggerakkan turbin. Untuk rumus menghitung daya input bisa menggunakan rumus sebagai berikut ;

$$P_{in} = W / t$$

Dimana ;

$$W = 16210 \text{ Joule (Energi Kinetik)}$$

$$t = 60 \text{ Second (1 menit)}$$

Jadi :

$$P_{in} = W / t \text{ watt}$$

$$P_{in} = 16210 / 60 \text{ watt}$$

$$P_{in} = 270,2 \text{ watt}$$

- Daya Listrik Turbin Angin (*Power Output*)

Dayalistrik yang dihitung adalah untuk spesifikasi 1 turbin angin, dengan Energi potensial (kecepatan angin) sama dengan kecepatan kapal (10 Knot) yaitu dengan hasil perhitungan sebagai berikut ;

$$P = 0.5 \times \rho \times A \times C_p \times V^3 \times N_g \times N_b$$

Dimana :

Massa jenis udara (ρ)	= 1,225 kg/m ³ (Temperatur 30 ⁰)
Diameter Turbin (A)	= 1,150 m ² = (Radius 0,575 m ²)
Kecepatan Angin (V ³)	= 5,1444 (m/s) (Kecepatan Kapal = 10 Knots)
Koefisien kinerja(Cp)	= 0,593 [Betz limit],
efisiensi generator (Ng)	= 0,8 (untuk permanent magnet generator)
efisiensi Bearing (Nb)	= 0,90 (Range 85% - 95%)

Jadi :

$$P = 0.5 \times 1,225 \times 1,150 \times 0,593 \times 5,1444^3 \times 0,8 \times 0,9 \quad \text{Watt}$$

$$P = 0.5 \times 1,225 \times 1,150 \times 0,593 \times 136,149 \times 0,8 \times 0,9 \quad \text{Watt}$$

$$P = 40,945 \quad \text{Watt}$$

Menghitung kebutuhan daya per- Trip (13 jam) yaitu ;

$$P_{\text{total}} = \text{Power} \times \text{Jam (Trip)} \quad \text{Wh}$$

$$P_{\text{total}} = 40,945 \times 13 \quad \text{Wh}$$

$$P_{\text{total}} = 532,28 \quad \text{Wh} \quad (\text{1 turbin angin untuk 1 kali Trip dengan asumsi kecepatan rata rata 10 Knots})$$

2.Menghitung Daya Listrik Panel Surya

- Efisiensi Panel Surya

Data yang digunakan adalah data dari spesifikasi panel surya yang banyak digunakan dengan nilai efisiensi yang tinggi. Untuk jenis Panel surya yaitu jenis *Monocrystalline silicon cell* dengan data dan spesifikasi terdapat pada (Tabel 4. 20 Spesifikasi Panel surya). Sedangkan untuk rumus menghitungnya adalah sebagai berikut ;

$$\eta_{\text{max}} = \frac{P_{\text{max}}}{E \times A_c}$$

Dimana ;

$$P_{\text{max}} = 370 \text{ Watt (Daya Pada Spesifikasi Panel surya)}$$

$$E = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$A_c = 1,988 \times 0,992 \text{ m}^2 \text{ (dimensi sesuai dengan Spesifikasi yang dipilih)}$$

$$= 1,972 \text{ m}^2$$

Jadi :

$$\eta_{\text{max}} = \frac{370 \text{ watt}}{1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 1,972 \text{ m}^2}$$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{370}{1972}$$

$$\eta_{\text{max}} = 0,188$$

- Power output

Untuk menghitung daya listrik yang di hasil dari Panel surya adalah sebagai berikut ;

$$P_{out} = P_{in} \times \eta_c \times A$$

Dimana ;

P_{in} = 370 watt (daya masuk tertinggi dari spesifikasi Panel surya)

η_c = 0,188

A = $1,988 \times 0,992 \text{ m}^2$ (Luasan Modul Panel surya)
= 1,972 m^2

Jadi :

$P_{out} = 370 \times 0,188 \times 1,972$ watt

$P_{out} = 137,17$ watt

Untuk menghitung daya peak pada 1 Panel surya dalam 1 hari adalah rata-rata maksimal 3-4,5 jam perhari, tergantung dari cuaca dan kondisi alam di hari tersebut.

Jadi :

$P_{hour} = P_{out} \times \text{waktu Peak Perhari (Jam)}$ Wh

$P_{hour} = 137,17 \times 4,5$ Wh

$P_{hour} = 617,265$ Wh

4.6 Analisa Perbandingan secara Teknis

Analisa dilakukan pada tiga komponen berdasarkan peralatan yang digunakan untuk sistem hybrid yaitu Panel surya, Turbin angin, dan Generator gas yang di variasikan menjadi 4 skenario, hasil desain yaitu skenario 1 (Turbin angin + Generator), Skenario 2 (Panel surya + Generator), Skenario 3 (Turbin angin + Panel surya + Generator), dan Skenario 4 (Generator) dengan durasi lama penggunaan yaitu 24 jam yang terdiri dari waktu sandar kapal 11 jam dan 13 jam waktu Kapal beroperasi. Untuk penilaian analisa perbandingan mencakup 3 aspek yaitu koefisien prestasi, operasional, dan berat dari keempat skenario yang akan dilakukan analisa perbandingannya, Dengan demikian kita harus mencari ketiga dari data dari masing masing skenario desain yang dianalisis. Berikut beberapa data yang dapat digunakan untuk melakukan analisa keempat skenario hasil desain ;

4.6.1 Detail Operasional kapal Perikanan Pure Siene 30 GT

Operasional kapal ikan yang direncanakan memiliki durasi pelayaran selama 13 jam dengan waktu jam 17.00 – 05.00. Berikut merupakan data detail dari durasi operasional kapal pure siene 30 GT ;

Tabel 4. 21 Data detail operasional kapal

Waktu Operasional Menit	Aktivitas / Keterangan	kecepatan	
		Knots	m/s
90	kapal berangkat dari dermaga atau pelabuhan ke fishing Ground	0 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Tiba di Fishing Ground dan mulai mencari gerombolan ikan (searching)	5 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Menebar jarring (Setting) secara melingkar	5 - 10 Knots	5.14 m/s
40	Penarikan jaring (Hauling) selama 30-40 menit menggunakan motor DC	0 - 6 Knots	3.09 m/s
30	memilih ikan hasil tangkapan dengan memasukan nya ke dalam ruang palkah dan mencari gerombolan ikan lagi(searching ke 2)	5 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Menebar jarring (Setting) secara melingkar	5 - 10 Knots	5.14 m/s
40	Penarikan jaring (Hauling) selama 30-40 menit menggunakan motor DC	0 - 6 Knots	3.09 m/s
30	memilih ikan hasil tangkapan dengan memasukan nya ke dalam ruang palkah dan mencari gerombolan ikan lagi(searching ke 3)	5 - 10 Knots	5.14 m/s

30	Menebar jarring (Setting) secara melingkar	5 - 10 Knots	5.14 m/s
40	Penarikan jaring (Hauling) selama 30-40 menit menggunakan motor DC	0 - 6 Knots	3.09 m/s
30	memilih ikan hasil tangkapan dengan memasukan nya ke dalam ruang palkah dan persiapan istirahat	5 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Istirahat dan makan	0 knots	0.00 m/s
30	setelah istirahat dan makan, mulai mencari gerombolan ikan (searching ke 4)	5 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Menebar jarring (Setting) secara melingkar	5 - 10 Knots	5.14 m/s
40	Penarikan jaring (Hauling) selama 30-40 menit menggunakan motor DC	0 - 6 Knots	3.09 m/s
30	memilih ikan hasil tangkapan dengan memasukan nya ke dalam ruang palkah dan mencari gerombolan ikan lagi(searching ke 5)	5 - 10 Knots	5.14 m/s
30	Menebar jarring (Setting) secara melingkar	5 - 10 Knots	5.14 m/s
40	Penarikan jaring (Hauling) selama 30-40 menit menggunakan motor DC	0 - 6 Knots	3.09 m/s
30	memilih ikan hasil tangkapan dengan memasukan nya ke dalam ruang palkah dan persiapan untuk ke pelabuhan untuk menjual hasil tangkapan	5 - 10 Knots	5.14 m/s
90	perjalanan menuju pelabuhan untuk menjual hasil tangkapan	5 - 10 Knots	5.14 m/s

4.6.2 Perbandingan Daya Listrik dalam Durasi Pelayaran

Perbandingan daya listrik yang dilakukan pada 4 skenario yang didesain yaitu skenario 1 turbin angin + Generator, Skenario 2 Panel surya + Generator, Skenario 3 Turbin angin + Panel surya + Generator dan skenario 4 Generator. Dari 4 skenario tersebut akan dihitung secara detail dengan dengan durasi 24 jam yang terdiri dari operasi kapal selama 13 jam dan 11 jam kapal tidak beroperasi / bersandar didermaga. Dalam tahap ini setiap skenario dapat menentukan kapasitas daya generator berdasarkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin dan panel surya. Berikut merupakan hasil perhitungan pada 4 skenario desain ;

1. Skenario 1 Desain Turbin angin + Generator

Skenario ini desain keseluruhannya menggunakan kombinasi Turbin angin dan generator sebagai sumber daya listrik dengan total turbin angin yang digunakan yaitu 4 unit turbin angin dan generator berkapasitas 8 kW. perhitungan daya listrik dilakukan pada waktu operasional kapal dan kapal bersandar yaitu dari jam 06.00 pagi sampai jam 05.00 pagi dengan durasi waktu selama 24 jam dengan 13 jam Waktu kapal beroperasi (jam 17.00 – 05.00) dan kapal ketika tidak beroperasi/ bersandar (jam 06.00 – 16.00). sedangkan untuk menggerakkan turbin angin data angin yang didapatkan rata-rata kecepatan angin dipantai sekitar surabaya yaitu 4 knots untuk kapal tidak beroperasi dengan menggunakan data BMKG Tanjung perak untuk perairan Surabaya dan sekitarnya dan 6-10 Knots untuk kapal pada saat beroperasi yang direncanakan sama seperti kecepatan kapal. Berikut rincian data perhitungan daya listrik per jam dalam waktu 24 jam yang dimana pada warna kuning merupakan durasi waktu kapal tidak beroperasi / bersandar di dermaga sedangkan warna biru menunjukkan durasi waktu kapal sedang beroperasi ;

$$\begin{aligned} \text{Total Generator} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Total Turbin Angin} &= 4 \text{ Unit} \\ \text{Rumus Daya total} &= P_{out} \times \text{Jumlah Turbin} \\ &= 40,49 \times 4 \quad \text{Watt} \\ &= 163,8 \quad \text{Watt} \end{aligned}$$

Tabel 4. 22 Data detail daya listrik per jam Turbin angin Skenario 1

Jam	m/s	Pout	Ptotal	jam	m/s	Pout	Ptotal
06.00	2.06	2.62	10.5	17.00	5.14	40.95	163.8
07.00	2.06	2.62	10.5	18.00	5.14	40.95	163.8
08.00	2.06	2.62	10.5	19.00	4.12	20.96	83.9
09.00	2.06	2.62	10.5	20.00	5.14	40.95	163.8
10.00	2.06	2.62	10.5	21.00	4.12	20.96	83.9
11.00	2.06	2.62	10.5	22.00	5.14	40.95	163.8
12.00	2.06	2.62	10.5	23.00	4.12	20.96	83.9
13.00	2.06	2.62	10.5	00.00	2.57	5.12	20.5
14.00	2.06	2.62	10.5	01.00	4.12	20.96	83.9
15.00	2.06	2.62	10.5	02.00	5.14	40.95	163.8
16.00	2.06	2.62	10.5	03.00	4.12	20.96	83.9
17.00	5.14	40.95	163.8	04.00	5.14	40.95	163.8
18.00	5.14	40.95	163.8	05.00	5.14	40.95	163.8
Total Power			115,3	Total Power			1586,2

Total Daya yang dihasilkan oleh turbin angin dalam 1 hari dengan waktu sandar 11 jam + sekali operasi kapal selama 13 jam adalah ;

$$= 1701,5 \quad \text{Watt / Hours}$$

Tabel 4. 23 Penentuan daya listrik generator Skenario 1

Total Beban	Turbin	Sisa beban Daya	Generator
watt/hours	watt/hours	watt/hours	watt/hours
11000	1701,5	9298,5	10000

Berdasarkan hasil perhitungan total daya yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 1701,5 watt/h. dengan sisa beban daya mencapai 9298,5 watt/h yang akan disuplai oleh generator dengan kapasitas 10 kW sesuai dengan spesifikasi yang ada dipasaran.

2. Skenario 2 Desain Panel surya + Generator

Skenario ini desain keseluruhannya menggunakan generator dan Panel Surya sebagai sumber energi listrik dengan total Panel Surya yang digunakan yaitu 5 unit dan generator 1 unit. perhitungan daya listrik dilakukan pada waktu operasional kapal dan kapal bersandar yaitu dari jam 06.00 pagi sampai jam 05.00 pagi dengan durasi waktu selama 24 jam dengan 13 jam Waktu kapal beroperasi (jam 17.00 – 05.00) dan kapal ketika tidak beroperasi/ bersandar (jam 06.00 – 16.00). untuk data sinar radiasi matahari yang direncanakan waktu peak pada wilayah perairan Surabaya dan sekitarnya yaitu 2 sampai 4,5 jam dalam 1 hari. Sedangkan untuk daya input listrik yang digunakan adalah daya listrik dari spesifikasi panel surya yang telah dipilih pada tahap sebelumnya yaitu sebesar 370 watt. Berikut rincian data perhitungan daya per jam dalam waktu 24 jam ;

Total Generator = 1 Unit

Total Panel Surya = 5 Unit

Rumus Daya total = Pout x Jumlah Panel surya
 = 137,2 x 5 Watt
 = 685,86 Watt

Tabel 4. 24 Data Detail daya listrik per jam Panel surya Skenario 2

jam	η	Pin	Pout	Ptotal	Jam	η	Pin	Pout	
06.00	0.188	0	0.0	0.0	17.00	0.188	0	0.0	
07.00	0.188	0	0.0	0.0	18.00	0.188	0	0.0	
08.00	0.188	0	0.0	0.0	19.00	0.188	0	0.0	
09.00	0.188	0	0.0	0.0	20.00	0.188	0	0.0	
10.00	0.188	370	137.2	685.9	21.00	0.188	0	0.0	
11.00	0.188	370	137.2	685.9	22.00	0.188	0	0.0	
12.00	0.188	370	137.2	685.9	23.00	0.188	0	0.0	
13.00	0.188	370	137.2	685.9	00.00	0.188	0	0.0	
14.00	0.188	370	137.2	685.9	01.00	0.188	0	0.0	
15.00	0.188	0	0.0	0.0	02.00	0.188	0	0.0	
16.00	0.188	0	0.0	0.0	03.00	0.188	0	0.0	
17.00	0.188	0	0.0	0.0	04.00	0.188	0	0.0	
18.00	0.188	0	0.0	0.0	05.00	0.188	0	0.0	
Total Power				3429.3	Total Power				0.0

Total Daya yang dihasilkan dalam 1 hari dengan waktu sandar 11 jam + sekali operasi kapal selama 13 jam adalah ;
 = **3429,3 Watt / Hours**

Tabel 4. 25 Penentuan daya listrik generator Skenario 2

Total Beban	Panel surya	Sisa beban Daya	Generator
watt/hours	watt/hours	watt/hours	watt/hours
11000	3429,3	6852,4	8000

Berdasarkan hasil perhitungan total daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 4147,6 watt/h. dengan sisa beban daya listrik mencapai 6852,4 watt/h yang akan disuplai oleh generator dengan kapasitas 8 kW sesuai dengan spesifikasi yang tersedia dipasaran.

3. Skenario 3 Desain Turbin angin + Panel surya + Generator

Skenario ini menggunakan desain Kombinasi antara Panel Surya, Turbin Angin, dan Generator sebagai sumber daya listrik dengan total Panel Surya yang digunakan yaitu 5 unit, Turbin Angin 2 Unit, dan Generator 1 unit. perhitungan daya dilakukan pada waktu operasional kapal dan kapal bersandar yaitu dari jam 06.00 pagi sampai jam 05.00 pagi dengan durasi waktu selama 24 jam dengan 13 jam Waktu kapal beroperasi (jam 17.00 – 05.00) dan kapal ketika tidak beroperasi/ bersandar (jam 06.00 – 16.00). berikut ini merupakan detail data yang dihasilkan oleh skenario 3 dari jam 06.00 sampai jam 05.00 selama 24 jam ;

- Total Generator = 1 Unit
- Total Panel Surya = 5 Unit
- Total Turbin Angin = 2 Unit

Tabel 4. 26 Data detail daya listrik per jam Skenario 3

Hours	Wind Turbine	Solar Cell	Ptotal	Hours	Wind Turbine	Solar Cell	Ptotal
06.00	5.24	0.0	5.2	17.00	81.89	0.0	81.9
07.00	5.24	0.0	5.2	18.00	81.89	0.0	81.9
08.00	5.24	0.0	5.2	19.00	41.93	0.0	41.9
09.00	5.24	0.0	5.2	20.00	81.89	0.0	81.9
10.00	5.24	685.9	691.1	21.00	41.93	0.0	41.9
11.00	5.24	685.9	691.1	22.00	81.89	0.0	81.9
12.00	5.24	685.9	691.1	23.00	41.93	0.0	41.9
13.00	5.24	685.9	691.1	00.00	10.24	0.0	10.2
14.00	5.24	685.9	691.1	01.00	41.93	0.0	41.9
15.00	5.24	0.0	5.2	02.00	81.89	0.0	81.9
16.00	5.24	0.0	5.2	03.00	41.93	0.0	41.9
17.00	81.89	0.0	81.9	04.00	81.89	0.0	81.9
18.00	81.89	0.0	81.9	05.00	81.89	0.0	81.9
Total Power			3486.96	Total Power			793.11

Total Daya yang dihasilkan dalam 1 hari dengan waktu sandar 11 jam + sekali operasi kapal selama 13 jam adalah ;

$$= 4280,07 \quad \text{Watt / Hours}$$

Tabel 4. 27 Penentuan daya listrik generator Skenario 3

Total Beban	Turbin/ Panel surya	Sisa beban Daya	Generator
watt/hours	watt/hours	watt/hours	watt/hours
11000	4280,07	6719,93	8000

Berdasarkan hasil perhitungan total daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 4280,07 watt/h. dengan sisa beban daya listrik mencapai 6719,93 watt/h yang akan disuplai oleh generator dengan kapasitas 8 kW sesuai dengan spesifikasi yang tersedia dipasaran.

4. Skenario 4 Desain Generator

Skenario ini menggunakan Generator sebagai sumber daya listrik dengan tidak menggunakan turbin angin dan panel surya .sehingga daya listrik dari turbin dan panel surya bernilai 0 dan generator harus mampu mensuplai beban daya listrik keseluruhan yang mencapai 11 kW. Kapasitas daya listrik yang digunakan harus lebih besar daripada kebutuhan daya listrik (beban daya listrik) yang tersedia selama kapal beroperasi 13 jam. Maka dipilih generator dengan jenis yang sama pada skenario lainnya yang berkapasitas 11,6 KW.

Tabel 4. 28 Penentuan daya listrik generator Skenario 4

Total Beban	Turbin/ Panel surya	Sisa beban Daya	Generator
watt/hours	watt/hours	watt/hours	watt/hours
11000	0	11000	11600

Tabel 4. 29 Rangkuman penentuan daya listrik generator

GENERATOR GASOLINE, 1 PHASE, 220 V, 50 Hz					
Skenario	Total Beban	Turbin / Panel surya	Sisa beban Daya	Generator	Berat
	Watt/hours	Watt/hours	Watt/hours	Watt/hours	Kg
1	11000	1701.5	9298.5	10000	225
2	11000	3429,3	6852,4	8000	210
3	11000	4280,07	6719,9	8000	210
4	11000	0	11000	11600	237

Berdasarkan hasil perhitungan dari daya listrik keempat skenario didapatkan data hasil rangkuman perhitungan pada tabel diatas. Dimana setiap skenario memiliki data yang berbeda-beda dalam hasil perhitungannya, hal ini dikarenakan penggunaan dari turbin angin dan panel surya yang sangat berpengaruh

dalam mengurangi beban daya dikapal sehingga generator yang dipilih akan lebih kecil kapasitas daya listriknya dan berdampak juga pada dimesin, berat, dan konsumsi bahan bakar dari generator yang dipilih. Spesifikasi daya yang tersedia dalam project guide yang dipilih yaitu 6400 watt, 8000 watt, 10000 watt, dan 11600 watt.

Pada skenario 1 daya listrik yang dihasilkan oleh turbin angin selama 24 jam mencapai 1701,5 watt dengan sisa beban daya listrik sebesar 9298,5 watt dan dipilih generator dengan kapasitas 10000 watt. Pemilihan generator harus berdasarkan pada tersedianya merk dan kapasitas yang sudah dipasarkan dan dimensi dari generator. Daya listrik dari turbin dipengaruhi oleh kecepatan angin dan jumlah turbin angin yang digunakan, berdasarkan data dari BMKG maritime Tanjung perak Surabaya untuk daerah pesisir tanjung perak kecepatan angin rata rata tahun 2019 mencapai 4 knots untuk data kapal tidak beroperasi dan data kecepatan kapal 10 Knots untuk menghitung kecepatan angin pada waktu kapal beroperasi.

Skenario 2 daya listrik yang dihasilkan oleh Panel surya selama 24 jam mencapai 3429,3 watt dengan sisa beban daya listrik sebesar 6852,4 watt dengan generator yang dipilih berkapasitas 8000 watt. Untuk radiasi sinar matahari yang dibutuhkan oleh satu modul panel surya mencapai 1000 watt/m² untuk mencapai daya peak sebesar 370 watt dengan efisiensi 18 %.

Skenario 3 daya listrik yang dihasilkan oleh Panel surya dan Turbin angin selama 24 jam mencapai 4280,07 watt dengan sisa beban daya listrik sebesar 6719,9 watt dengan generator yang dipilih berkapasitas 8000 watt. Pengurangan beban daya listrik mencapai 4998,29 watt atau 38,91 % dari total beban daya listrik sebesar 11000 watt dan merupakan skenario terbesar dalam pengurangan beban daya listrik diantara skenario lainnya.

Skenario 4 merupakan daya listrik yang berasal dari satu sumber energi listrik yaitu menggunakan generator gas dan tidak menggunakan sumber daya listrik dari turbin angin dan panel surya. Sehingga daya listrik yang dibutuhkan oleh generator sebesar 11600 watt untuk mensuplai beban daya listrik total yang mencapai 11000 watt dalam sekali operasi kapal.

4.6.3 Pengaruh Terhadap Berat Kapal (Payload)

Analisa pengaruh terhadap berat kapal merupakan sebuah analisa yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemasangan komponen peralatan sistem hybrid terhadap berat kapal (Displacement). Karena displacement tidak dapat dirubah dalam perencanaannya, solusi yang dapat divariasikan berat nya adalah payload kapal. Payload merupakan berat yang berasal dari muatan dikapal dalam hal ini muatannya adalah ikan hasil tangkapan, Dimana variasi bisa berupa pengurangan muatan ikan hasil tangkapan. Berikut ini merupakan hasil analisa perhitungan berat komponen peralatan instalasi hybrid ;

Tabel 4. 30 Data Perhitungan Berat total

	Total berat peralatan		Pengurangan Payload	
	kg	Ton	100%	Pengurangan (%)
Skenario 1	372.5	0.373	40.45	0.921%
Skenario 2	425.5	0.426	40.45	1.052%
Skenario 3	449	0.449	40.45	1.110%
Skenario 4	330.5	0.331	40.45	0.817%

1. Skenario 1 (Turbin angin + Generator)

Merupakan sebuah desain yang menggunakan kombinasi antara Turbin Angin dan Generator gas sebagai sumber daya listrik. Komponen peralatan yang digunakan untuk menunjang sistem instalasi ini antara lain yaitu Turbin angin, Inverter, Controller, Baterai, Generator Gas, Tabung LPG, Rectifier, dan Box panel. Untuk penggunaan rectifier yang dipasang pada skenario ini berjumlah 2 buah dengan bobot masing-masing mencapai 3,5 kg dan generator berkapsitas 10000 Watt dengan bobot mencapai 225 kg. Berikut ini merupakan data spesifikasi berat dari tiap komponen peralatan yang digunakan pada skenario ini ;

Tabel 4. 31 Data total berat peralatan Skenario 1

turbin 1	10	kg
turbin 2	10	kg
turbin 3	10	kg
turbin 4	10	kg
Total	40	kg

Rectifier	7	kg
Baterai	21	kg
Inverter	3	kg
Controller	1.5	kg
Genrator gas	225	kg
Tabung LPG	45	kg
Box Panel	30	Kg
Total	332.5	kg

2. Skenario 2 (Panel surya + Generator)

Merupakan sebuah desain yang menggunakan kombinasi antara Panel Surya dengan generator sebagai sumber daya listrik. Komponen peralatan yang digunakan untuk menunjang sistem instalasi ini antara lain yaitu Inverter, Controller, Baterai, Generator Gas, Tabung LPG, Rectifier, dan Box panel. Dalam skenario ini generator yang digunakan berkapasitas 8000 Watt dengan bobot mencapai 210 kg. Berikut ini merupakan data spesifikasi berat dari tiap komponen peralatan yang digunakan pada skenario ini ;

Tabel 4. 32 Data total berat peralatan Skenario 2

Panel surya 1	22.3	kg	Rectifier	3.5	kg
Panel surya 2	22.3	kg	Baterai	21	kg
Panel surya 3	22.3	kg	Inverter	3	kg
Panel surya 4	22.3	kg	Controller	1.5	kg
Panel surya 5	22.3	kg	Genrator gas	210	kg
total	111.5	kg	Tabung LPG	45	kg
			Box Panel	30	Kg
			Total	314	kg

3. Skenario 3 (Turbin angin + Panel surya + Generator)

Merupakan sebuah desain yang menggunakan kombinasi antara Turbin angina, Panel Surya, dan Generator sebagai sumber daya listrik. Komponen peralatan yang digunakan untuk menunjang sistem instalasi ini antara lain yaitu Turbin angin, Panel surya, Inverter, Controller, Baterai, Generator Gas, Tabung LPG, Rectifier, dan Box panel. Berikut ini merupakan data spesifikasi berat dari tiap komponen peralatan yang digunakan pada skenario ini ;

Tabel 4. 33 Data total berat peralatan Skenario 3

Panel surya 1	22.3	kg	Rectifier	7	kg
Panel surya 2	22.3	kg	Baterai	21	kg
Panel surya 3	22.3	kg	Inverter	3	kg
Panel surya 4	22.3	kg	Controller	1.5	kg
Panel surya 5	22.3	kg	Genrator gas	210	kg
Turbin angin 1	10	kg	Tabung LPG	45	kg
Turbin angin 2	10	kg	Box Panel	30	Kg
Total	131.5	kg	Total	317.5	kg

3. Skenario 4 (Generator)

Merupakan sebuah desain yang menggunakan Generator sebagai sumber daya listrik tanpa menggunakan turbin angin dan panel surya. Komponen peralatan yang digunakan untuk menunjang sistem instalasi ini antara lain yaitu Generator gas, Rectifier, Tabung LPG, Box Panel. Untuk generator yang digunakan memiliki kapasitas daya listrik sebesar 11600 Watt dengan berat mencapai 237 kg dan membutuhkan tabung LPG sebanyak 2 buah yang memiliki berat terdiri 45 kg (Kapasitas 40 kg) dan 15 kg (kapasitas 12,5 kg). Berikut ini merupakan data spesifikasi berat dari tiap komponen peralatan yang digunakan pada skenario ini ;

Tabel 4. 34 Data total berat peralatan Skenario 4

Rectifier	3.5	Kg
Genrator gas	237	Kg
Tabung LPG	60	Kg
Box Panel	30	Kg
total	330.5	Kg

4.6.4 Analisa Perbandingan

Analisa perbandingan dilakukan dengan cara menilai 3 aspek dari ketiga hasil desain tersebut yang terdiri dari aspek Koefisien Prestasi, Operasional, dan Berat dengan mengacu pada hasil tahap analisa atau perhitungan didalm bab sebelumnya. Metode penilaian yang dilakukan adalah dengan cara memberikan poin atau nilai pada setiap desain/skenario tersebut secara berurutan (50 – 35 – 10) dan hasil penilaian akan dijumlahkan sehingga akan didapatkan nilai yang tertinggi dan terendah dari hasil penilaian tersebut. Dengan demikian setelah mengetahui mana yang memiliki nilai paling tinggi diantara ketiga skenario, akan dipilih sebagai skenario yang bisa direkomendasikan dan diterapkan dikapal perikanan 30 GT. Poin penilaian memiliki bobot nnilai yang berbeda-beda tergantung aspek dan poin pada posisi peringkat. Bobot nilai yang tertinggi yang tempati oleh aspek koefisien daya yaitu sebesar 50 poin hal ini dikarenakan aspek tersebut berhubungan dengan daya listrik yang dihasilkan dan merupakan poin penting bagi penelitian ini. Lalu diikuti oleh bobot nilai dari operasional dan berat peralatan.

4.6.4.1 Koefisien daya listrik

koefisien daya listrik yang dimaksud adalah sebuah perbandingan daya antara daya yang dihasilkan oleh sumber daya listrik dari hasil desain (Skenario) dengan total beban daya listrik dikapal. Semakin besar nilai dari koefisien daya listrik maka semakin bagus hasil daya listrik dari skenario tersebut. Berikut ini merupakan rumus perhitungan koefisien daya listrik ;

$$\text{Koef} = \frac{P_{\text{source}}}{P_{\text{Load}}}$$

Dimana ;

P_{Source} = Total daya listrik dari hasil desain / Skenario 1, 2, 3, dan 4 (Watt Hours)

P_{Load} = Total Beban daya dikapal (Watt Hours)

Jadi,

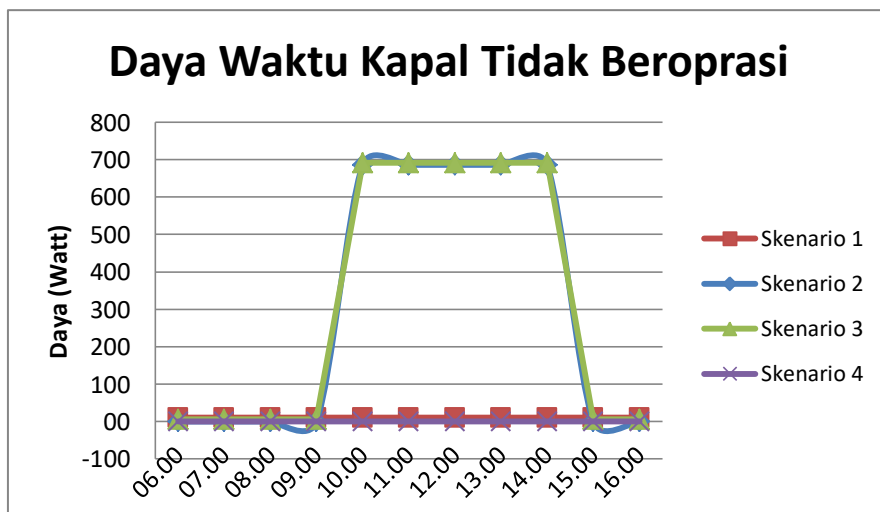
Tabel 4. 35 Data perbandingan koefisien daya listrik

NO	Scenario	Load	Source	Result
1	Scenario 1 (Wind Turbine + Gas Generator)	11000	11701,5	1,06
2	Scenario 2 (Solar Cell + Gas Generator)	11000	11429,3	1,04
3	Scenario 3 (Wind Turbine + Solar Cell – Gas Generator)	11000	12280,1	1,12
4	Scenario 4 (Gas Generator)	11000	11600	1,05

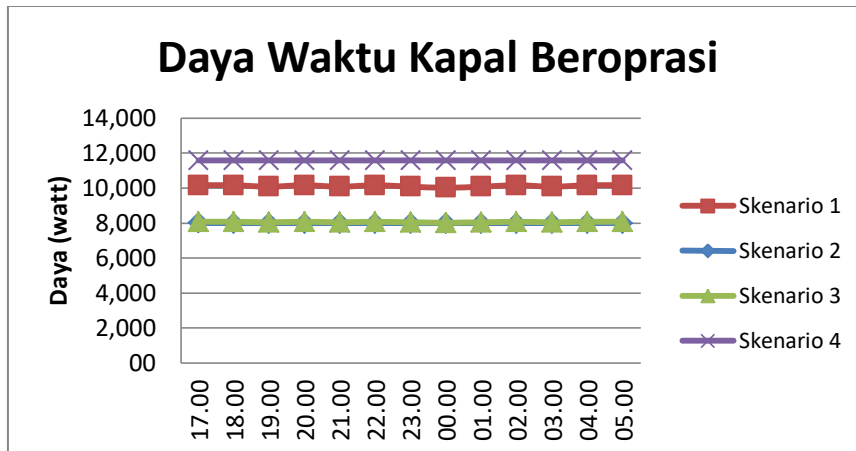
Berdasarkan dari hasil perhitungan yang telah dilakukan kepada 4 skenario tersebut yang menghasilkan nilai koefisien daya listrik yang berbeda-beda dari tiap-tiap skenario. Pada skenario 3 memiliki nilai koefisien daya yang tertinggi dengan 1,12 yang disusul dengan skenario 1 dengan nilai koefisien daya listrik mencapai 1,06, Sedangkan untuk nilai koefisien daya paling rendah ditempati oleh skenario 2 dengan nilai koefisien daya listrik sebesar 1,04 dan disusul oleh skenario 4 yang memiliki nilai sebesar 1,05. Nilai Koefisien daya listrik dipengaruhi oleh daya total yang dihasilkan oleh keempat skenario yang mengacu pada durasi waktu yang telah direncanakan (24 jam) serta pemilihan kapasitas daya generator yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai koefisien daya listrik. Semakin tinggi nilai koefisien yang didapatkan dari skenario/desain akan semakin bagus karena nilai perbandingan total daya (Suplai listrik) akan semakin besar bila dibandingkan dengan nilai dari total beban daya (Kebutuhan listrik) sehingga kebutuhan daya akan terpenuhi bila nilai koefisien daya listrik nilai yang didapatkan semakin besar. Sedangkan jika nilai koefisien daya listrik rendah atau kurang dari nilai 1 maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan daya belum terpenuhi atau daya suplai masih kurang.

4.6.4.2 Operasional

Operasional yang dimaksud adalah sebuah komponen peralatan dari keempat skenario yang dapat beroperasi setiap waktu secara konstan atau terus menerus. Dalam penilaian ini setiap desain skenario akan dilihat durasi operasi setiap jam dalam waktu 1 hari atau selama 24 jam yang terdiri dari waktu sandar kapal (11 Jam) dan waktu kapal beroperasi (13 jam). Penilaian yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan daya tertinggi dari grafik hasil perhitungan daya dari ketiga skenario untuk setiap jamnya selama 24 jam. Berikut ini merupakan data hasil grafik perhitungan dari ketiga skenario desain untuk kapal perikanan 30 GT ;



Gambar 4. 19 Grafik daya waktu kapal tidak beroperasi



Gambar 4. 20 Grafik daya waktu kapal beroperasi

Tabel 4. 36 Data perbandingan operasional

Skenario	Total Jam Operasi	Total Jam Per Hari	Hasil
	Jam	Jam	%
1	6	24	25%
2	0	24	0%
3	5	24	20,8%
4	13	24	54,2%
Jumlah	24	24	100%

Dari hasil data diatas menunjukkan bahwa nilai operasi yang tertinggi adalah skenario 4 (Gnerator) dengan nilai operasi mencapai 54,2% atau 13 jam dalam sehari. Lalu untuk skenario 1 (Turbin angin + Generator) mendapatkan nilai operasi dalam sehari mencapai 25%, dengan jumlah jam opearasi 6 jam. sedangkan untuk skenario 3 (Turbin angin + Panel surya + Generator) mendapatkan nilai 20,8% yaitu 5 jam sedangkan yang paling terendah dalam penilaian ini adalah skenario 2 (Panel surya + Generator) dengan memperoleh nilai 0 % atau 0 jam dari 24 jam. Penilaian ini didasarkan pada nilai daya tertinggi yang dihasilkan oleh setiap skenario/desain untuk setiap jamnya dengan durasi waktu 24 jam.

4.6.4.3 Berat Peralatan

Berat peralatan merupakan salah satu faktor yang harus menjadi pertimbangan untuk memilih suatu peralatan dikapal, Karena berat dapat mempengaruhi dari displacement kapal. Untuk itu perlu adanya perhitungan untuk mempertimbangkan perlatan yang akan dipasang dan digunakan dikapal khususnya kapal perikanan 30 GT. Dalam hal ini karena displacement kapal tidak dapat ditambah nilainya maka yang akan divariasikan nilai beratnya adalah payload yang merupakan berat dari muatan kapal. Resiko yang diambil dalam perencanaan ini, payload yang diangkut akan menjadi berkurang karena ada faktor penambahan berat dari peralatan yang akan dipasang dikapal perikanan 30 GT. Untuk itu peralatan yang akan dipasang atau digunakan harus memiliki berat yang ringan sehingga tidak

terlalu banyak mengurangi payload yang ada. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan berat peralatan dari ketiga skenario yang telah direncanakan ;

Tabel 4. 37 Data perbandingan berat

	Total berat peralatan		Pengurangan Payload	
	kg	Ton	100%	Pengurangan (%)
Skenario 1	372.5	0.373	40.45	0.921%
Skenario 2	425.5	0.426	40.45	1.052%
Skenario 3	449	0.449	40.45	1.110%
Skenario 4	330.5	0.331	40.45	0.817%

Dari data tabel hasil perhitungan diatas didapatkan hasil nilai berat dan pengurangan terhadap nilai payload untuk setiap skenario atau desain. Untuk berat yang paling ringan ditunjukkan oleh skenario 4 (Generator) yaitu seberat 0,331 Ton dengan pengurangan Payload sebesar 0,817 %. Lalu posisi kedua yaitu skenario 1 (Turbin angin + Generator) memiliki bobot sebesar 0,373 Ton dengan pengurangan payload mencapai 0,921%. Sedangkan posisi ketiga ditempati oleh skenario 2 (Panel surya + Generator) dengan nilai pengurangan payload mencapai 1,052 % dengan berat 0,426 Ton dan untuk peralatan yang paling berat dari keempat skenario yaitu skenario 3 dengan berat sebesar 0,417 Ton dengan pengurangan Payload mencapai 1,031 %.

4.6.4.4 Hasil Analisa

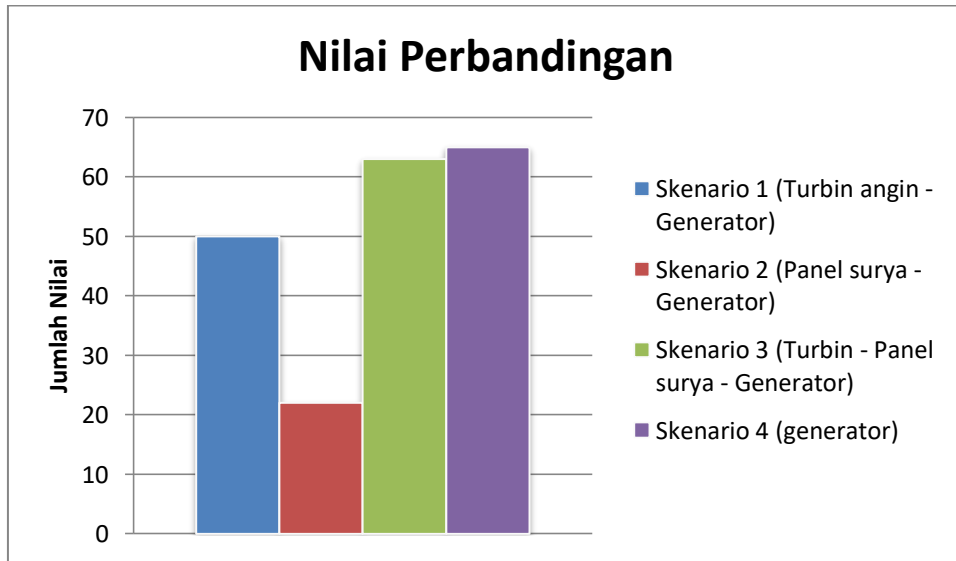
Dalam tahap ini mulai memberikan nilai perbandingan pada setiap skenario berdasarkan 3 aspek seperti ; aspek koefisien daya listrik, aspek Operasional, dan Aspek Berat yang d mana dalam setiap penilaian memiliki bobot poin nilai yang berbeda-beda tergantung dari aspek yang paling besar dibutuhkan. Pada poin penilaian bobot nilai tertinggi adalah koefisien daya dengan nilai 50 karena faktor koefisien daya berhubungan dengan daya listrik yang dihasilkan dan juga merupakan faktor paling penting dalam penelitian ini, Sedangkan untuk aspek operasional dan aspek berat memiliki nilai 30 % dan 20 % untuk penilaiannya. Berikut merupakan data detail poin penilaian untuk setiap aspek ;

Tabel 4. 38 Bobot nilai perbandingan

Bobot Nilai Perbandingan				
	1	2	3	4
Koefisien	50	25	15	10
Operasional	30	17	8	5
Berat	20	8	7	5

Tabel 4. 39 Data Hasil penilaian perbandingan

No.Urut	Nama	Koef	Operasi	Berat	Poin
1	Skenario 4 (Generator)	15	30	20	65
2	Skenario 3 (Turbin - Panel surya - Generator)	50	8	5	63
3	Skenario 1 (Turbin angin - Generator)	25	17	8	50
4	Skenario 2 (Panel surya - Generator)	10	5	7	22



Gambar 4. 21 Grafik Nilai Perbandingan

Setelah dilakukan analisa secara teknis dari 4 skenario desain yang direncanakan didapatkan hasil perbandingan berupa penilaian secara objektif. Pada penilaian akhir ini merupakan sebuah penilaian yang bertujuan untuk menentukan dan memilih salah satu dari keempat skenario tersebut untuk direkomendasikan dipasang dan digunakan dikapal perikanan tipe pure siene 30 GT. Dari hasil penilaian yang ditunjukkan oleh tabel dan grafik diatas bahwa keempat skenario memiliki keunggulan dan kekurangan pada masing-masing aspek penilaian. Penilaian setiap aspek memiliki bobot poin/nilai yang berbeda-beda tergantung pada aspek yang paling dibutuhkan. Contohnya adalah aspek koefisien daya memiliki bobot nilai paling tinggi bila dibandingkan dengan aspek lainnya, Hal ini dikarenakan aspek tersebut berhubungan dengan daya listrik yang dihasilkan dengan perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan (Sumber daya listrik) dengan kebutuhan daya listrik (Beban daya listrik) .

Pada tabel dan grafik diatas yang menunjukkan bahwa nilai total tertinggi dari penilaian yang dilakukan secara objektif yaitu sebesar 65 poin yang didapatkan oleh skenario 4 (Generator gas) sedangkan urutan selanjutnya diikuti oleh skenario 3 (Turbin angin + Panel surya + Generator gas) dengan nilai poin 63 dan skenario 1

(Turbin angin + Generator) dengan nilai 50 poin sedangkan yang terakhir yaitu skenario 2 (Panel surya + Generator) dengan nilai 22 poin. Jadi dari 4 skenario tersebut yang paling direkomendasikan adalah skenario 4 (Generator Gas) untuk digunakan atau dipasang dikapal perikanan 30 GT.

4.6.5 Analisa Layout Generator gas dan Tabung gas LPG

Tabel 4. 40 Spesifikasi dimensi generator gas

Spesifikasi Generator			
Skenario	Daya	P x L x T (mm)	Kg
Skenario 1	10000	884 x 553 x 638	225
Skenario 2	8000	859 x 553 x 638	210
Skenario 3	8000	859 x 553 x 638	210
Skenario 4	11600	930 x 553 x 638	237

Tabel 4. 41 Spesifikasi dimensi tabung gas LPG

Skenario	Daya	SFOC Bensin	SFOC LPG	Tabung LPG		
	watt	Galon/h	kg	kg	Jumlah	Dimensi (mm) (Panjang x Diameter)
1	10000	1.1	38.6	40	1	1400 x 300
2	8000	1	35.1	40	1	1400 x 300
3	8000	1	35.1	40	1	1400 x 300
4	12000	1.3	45.6	40+12	2	(1400 x 300) + (600 x 300)

Untuk penempatan generator dan tabung gas LPG harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti aspek tempat, berat, dan keselamatan. Analisa yang dilakukan adalah dengan mempertimbangkan tempat yang akan digunakan untuk menyimpan tabung dan generator dikapal perikanan 30 GT yang memiliki luasan dan tempat yang sangat terbatas. Berikut ini 3 aspek yang menjadi bahan pertimbangan untuk analisa layout generator dan tabung gas LPG ;

- Aspek Tempat

Tempat untuk meletakkan generator dan tabung gas harus ditempatkan dalam tempat khusus seperti ruangan yang tertutup dan kedap seperti engine room atau ruang dibawah geladak utama kapal. Untuk kapal ini terdapat ruangan khusus untuk penempatan generator yaitu diarea ruang mesin bagian port side kapal (kiri). Sedangkan untuk tabung lpg harus ditempatkan diarea yang berdekatan dengan generator tetapi tempat harus diruangan yang memiliki suhu yang rendah dan terbuka (Tidak Boleh diruang mesin) seperti open deck hal ini menghindari terjadinya tekanan berlebih yang

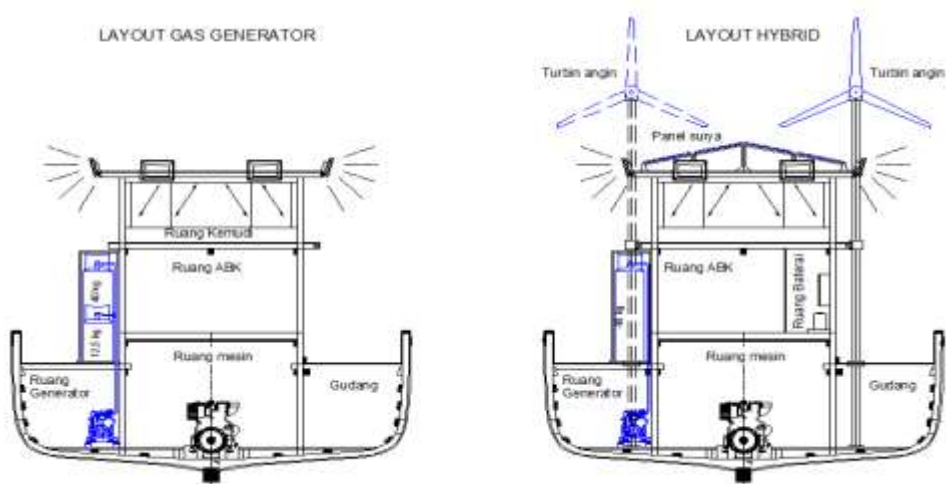
mengakibatkan ledakan pada tabung. Untuk tempat meletakkan tabung lpg disediakan sebuah konstruksi berupa lemari khusus yang dipasang regulator yang terintegrasi dengan generator sehingga dapat menahan dari guncangan yang diakibatkan oleh kapal. Untuk lebih detailnya bisa dilihat pada gambar dibawah.

- Aspek Berat

Aspek berat juga sangat penting bagi analisa layout karena dapat mempengaruhi displacement, payload, dan stabilitas kapal. Dari keempat skenario yang menggunakan generator gas memiliki spesifikasi berat yang berbeda-beda tergantung generator yang dipilih. Berdasarkan data tabel diatas data yang paling berat adalah skenario 4 (Generator) dengan 237 kg dan membutuhkan bahan bakar gas lpg sebanyak 45,6 kg dengan menggunakan 2 tabung yang terdiri dari tabung kapasitas 40 kg dan 12,5 kg dalam satu kali kapal beroperasi. Sedangkan untuk kebutuhan gas lpg dari ketiga skenario lainnya hanya menggunakan 1 tabung dengan kapasitas 40 kg yang lebih ringan bila dibandingkan dengan skenario 4 (Generator).

- Aspek Keselamatan

Aspek Keselamatan mengacu pada peraturan dari *IMO IGF CODE section 7 Classification of hazardous areas* tentang penempatan bahan bakar yang memiliki nilai flash point rendah seperti bahan bakar gas dan sejenisnya harus ditempatkan diarea yang memiliki tempratur rendah hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya tekanan berlebih pada bahan bakar dan mengakibatkan terjadinya ledakan tangung bahan bakar gas. Maka dalam penelitian ini untuk tempat dari tabung gas lpg diletakan digeladak utama bagian portside kapal agar menghindari terjadinya tekanan berlebih pada tabung lpg dan alasan lainnya adalah untuk memudahkan proses pergantian tabung pada saat akan diisi ulang. untuk tempat dan letaknya lebih detail bisa dilihat pada gambar 4.22 Perbandingan layout Generator dibawah.



Gambar 4. 22 Perbandingan layout Generator

4.6.6 Analisa Ekonomis

Analisa yang dilakukan adalah untuk menghitung total biaya yang dikeluarkan oleh setiap peralatan yang dipilih pada 4 skenario dan juga menghitung biaya bahan bakar gas LPG yang dibutuhkan dalam 1 tahun operasional kapal. Untuk harga generator menggunakan data dari generator merek WESTERBEKE dengan harga per 1 KW nya adalah \$800 atau Rp.11,2 Juta (Kurs Rp.14000). Berikut ini merupakan daftar harga dari setiap peralatan yang digunakan pada setiap skenario desain ;

Tabel 4. 42 Daftar Harga Peralatan

Nama Barang	Harga (Rp.)	Harga (USD.)
Generator gas 8 KW	Rp 207,200,000	\$ 14,800.00
Generator gas 10 KW	Rp 212,800,000	\$ 15,200.00
Generator gas 11,6 KW	Rp 231,000,000	\$ 16,500.00
Turbin Angin	Rp 3,500,000	\$ 250.00
Panel surya	Rp 1,400,000	\$ 100.00
Rectifier	Rp 700,000	\$ 50.00
Baterai	Rp 2,058,000	\$ 147.00
Inverter	Rp 1,820,000	\$ 130.00
Controller	Rp 1,428,000	\$ 102.00
Tabung LPG cap 40 kg	Rp 1,200,000	\$ 85.71
Tabung LPG cap 12 kg	Rp 350,000	\$ 25.00
Box Panel	Rp 3,700,000	\$ 264.29

Tabel 4. 43 Total Harga Peralatan Skenario 1

Skenario 1 (Turbin Angin-Generator gas)		
Nama	Jumlah Biaya	Quantity
Generator gas 10 KW	Rp. 212,800,000	1
Turbin Angin	Rp. 14,000,000	4
Rectifier	Rp. 1,400,000	2
Baterai	Rp. 4,116,000	2
Inverter	Rp. 1,820,000	1
Controller	Rp. 1,428,000	1
Tabung LPG cap 40 KG	Rp. 1,200,000	1
Box Panel	Rp. 3,700,000	1
Total Biaya	Rp. 240,464,000	

Tabel 4. 44 Total Harga Peralatan Skenario 2

Skenario 2 (Panel Surya-Generator gas)		
Nama	Jumlah Biaya	Quantity
Generator gas 8 KW	Rp 207,200,000	1
Panel Surya	Rp 1,400,000	5
Rectifier	Rp 700,000	1
Baterai	Rp 4,116,000	2
Inverter	Rp 1,820,000	1
Controller	Rp 1,428,000	1
Tabung LPG cap 40 KG	Rp 1,200,000	1
Box Panel	Rp 3,700,000	1
Total Biaya	Rp 221,564,000	

Tabel 4. 45 Total Harga Peralatan Skenario 3

Skenario 3 (Panel Surya-Turbin Angin-Generator gas)		
Nama	Jumlah Biaya	Quantity
Generator gas 8 KW	Rp 207,200,000	1
Turbin Angin	Rp 7,000,000	2
Panel Surya	Rp 7,000,000	5
Rectifier	Rp 1,400,000	2
Baterai	Rp 4,116,000	2
Inverter	Rp 1,820,000	1
Controller	Rp 1,428,000	1
Tabung LPG cap 40 KG	Rp 1,200,000	1
Box Panel	Rp 3,700,000	1
Total Biaya	Rp 234,864,000	

Tabel 4. 46 Total Harga Peralatan Skenario 3

Skenario 4 (Generator gas)		
Nama	Jumlah Biaya	Quantity
Generator gas 11,6 KW	Rp 231,000,000	1
Rectifier	Rp 1,400,000	1
Tabung LPG cap 12 KG	Rp 350,000	1
Tabung LPG cap 40 KG	Rp 1,200,000	1
Box Panel	Rp 3,700,000	1
Total Biaya	Rp 237,650,000	

Tabel 4. 47 Total Harga Peralatan Skenrio 4

Skenario	Harga Gas LPG per-Kg		Operasi Hari per Tahun	Total Biaya
	12 Kg	40 Kg	Hari	Rp.
Skenario 1	-	Rp.593.000	365	Rp.216.445.000
Skenario 2	-	Rp.593.000	365	Rp.216.445.000
Skenario 3	-	Rp.593.000	365	Rp.216.445.000
Skenario 4	Rp.139.000	Rp.593.000	365	Rp.267.180.000

Berdasarkan data tabel hasil perhitungan total biaya yang dikeluarkan dari masing masing skenario desain memiliki harga yang berbeda-beda tergantung dari alat sesuai spesifikasi yang digunakan. Dimana untuk total biaya yang paling murah adalah skenario 2 dengan total biaya investasi mencapai Rp. 221,564,000 dengan total biaya operasional dalam satu 1 tahun mencapai Rp. 216.445.000. dan posisi kedua ditempati oleh skenario 1 dengan biaya investasi sebesar Rp.240,464,000 dengan biaya operasional mencapai Rp. 216.445.000. untuk posisi ketiga ditempati oleh skenario 3 dengan total biaya investasi sebesar Rp.234.864.00 dengan biaya operaional dalam 1 tahun mencapai Rp. 216.445.000 sedangkan untuk posisi keempat ditempati oleh skenario 4 dengan total biaya investasi sebesar Rp.237.650.000 dengan biaya operasional paling tinggi bila dibandingkan dengan ketiga skenario desain lainnya yang mencapai Rp. 267.180.000.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian yang sudah dilakukan dengan judul penelitian “Perbandingan Desain Hybrid Solar Cell, Turbin Angin, dan Generator Gas untuk Kelistrikan Kapal Perikanan 30 GT” adalah sebagai berikut ;

1. Tahapan desain layout dan alur sistem kelistrikan pada kapal perikanan 30 GT antara lain ;
 - Pertama adalah memilih peralatan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk instalasi listrik hybrid seperti Turbin angin, Panel surya, Inverter, Controller, Baterai, Generator Gas, Tabung LPG, Rectifier, dan Box panel.
 - Kedua menghitung kebutuhan daya listrik pada kapal perikanan 30 GT dimana untuk kebutuhan total daya listrik sebesar 11 kW
 - Ketiga menggambar layout untuk penempatan peralatan listrik seperti turbin angin, Panel surya, dan generator dikapal perikanan 30 GT.
 - Menggambar alur listrik dari peralatan yang direncanakan
 - Melakukan perhitungan daya dan analisa sesuai dengan kebutuhan daya dikapal perikanan 30 GT berdasarkan waktu operasi kapal.
 - Terakhir melakukan analisa pada setiap desain/skenario untuk memilih salah satu dari keempat skenario.
2. Daya yang dihasilkan dari keempat skenario yaitu skenario 1 (Turbin angin – Generator) sebesar 11701,5 Watt/hours, skenario 2 (Panel surya – Generator) sebesar 11429,3 Watt/hours, skenario 3 (Turbin angin – Panel surya – Generator) sebesar 12280,1 Watt/hours, dan skenario 4 (Generator) sebesar 11600 Watt/hours
3. Faktor pertimbangan dalam memilih desain yang efisien terdiri dari 3 aspek antara lain ; aspek rasio daya, aspek operasional, dan aspek berat atau bobot dari peralatan.
4. skenario 1 biaya investasi mencapai Rp.240.464.000, Skenario 2 Biaya investasi mencapai Rp.221.564.000, Skenario 3 Biaya investasi mencapai Rp.234.864.000, Skenario 4 biaya investasi mencapai Rp.237.650.000.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam penelitian selanjutnya penulis menyarankan hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan analisa CFD untuk mengetahui sifat aliran udara secara detail agar penempatan turbin angin dan ukuran turbin angin yang direncanakan menjadi optimal
2. Faktor keselamatan yang menjadi pertimbangan dalam penelitian ini salah satu contohnya adalah seperti menganalisa stabilitas dari kapal tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (2019). "Laporan Pengamatan Data Lama Penyinaran Matahari dan Data Radiasi Sinar Matahari Daerah Surabaya". Stasiun BMKG Maritime. Surabaya.
- Esa Ahmad A.K.A. 2015. "Desain *self-propelled oil barge* (spob) untuk distribusi bahan bakar minyak BBM di kepulauan kabupaten sumenep - Rute Jawa", Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ganda ,Akbar. 2009. Tugas Akhir."Studi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Laut Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jembatan Suramadu".Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Gray Davis, Juni 2001, *a guide to photovoltaic (PV) system design and installation, California*, Regional Economic Research, Inc.
- Jacobs,G.J. 2008. "*Small Wind Turbine System for Battery Charge*".
- Matius, Sau. 2013. "Desain sistem hibrid pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga diesel sebagai alternatif hemat energi". Laporan Penelitian Dosen Pemula.
- Mintorogo, Danny Santoso (2000). "Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) pada Perumahan dan Bangunan Komersial", dalam Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur, vol. 28, No. 2, Desember 2000, hal. 129-141.
- Muda S, Rahadian. 2009. "Pemanfaatan Sel Surya Sebagai Catu Daya Sistem Pendingin Mekanis Pada Kapal Ikan". Teknik Perkapalan. ITS Surabaya.
- Niam ,Wildan Alfun. 2017."Desain Kapal Ikan di Perairan Laut Selatan Malang". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Norwegian Maritime Authority. December 2016. *Regulations on ships using fuel with a flashpoint of less than 60°C and amendments to Regulations on the construction of ships and amendments to other regulations (on construction, on qualifications, on fire protection and on safety management systems) – implementation of the IGF Code*. Diunduh online
- Putri Chairany, Sugiyanto.2015. "Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius Untuk Sistem Penerangan Perahu Nelayan". Universitas Gajah Mada.Yogyakarta.
- Sau ,Matius. 2017. "Model Perancangan Pembangkit Hibrid Tenaga Surya-Diesel dengan Aplikasi *Homer Pro V3.9.1*. Universitas Kristen Indonesia Paulus. Makasar.

- .Sitorus ,Boris De Palma. dkk. 2015. “Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan *Wind Turbine* Dan *Solar Cell* Pada Kapal Perikanan”. Universitas Diponegoro. Semarang
- Strong, Simon James. 2008. *Dissertation “Design of a Small Wind Turbine”*. University of Southern Queensland. Australia.
- Volta Matondang, Alexander. 2017. Tugas Akhir. “Analisa Desain dan Kajian Ekonomis Sistem Propulsi Elektris yang Ramah Lingkungan Pada Kapal Ikan 30 Gt”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Zulaiha,lilik. Dkk. Analisis Effisiensi Penggunaan Bahan Bakar Gas “*Compressed Natural Gas*” (Cng) Dan Perhitungan Portable (Mobile Refueling Unit) Untuk Sektor Angkutan Kota Di Pondok Labu Jakarta Selatan". Universitas Veteran Perjuangan. Jakarta

LAMPIRAN

WESTERBEKE™

GASOLINE GENERATORS Houseboat Series

Generator Design

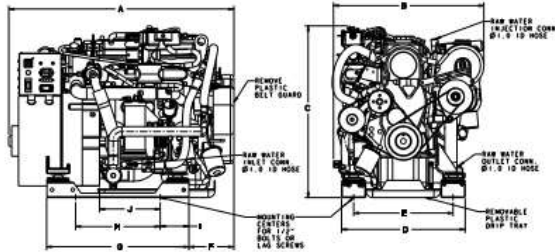
DESIGN: Brushless, four pole, revolving field, power take-off
VOLTAGE REGULATION: Stated ±1-2% no load to full load
FREQUENCY REGULATION: ±0.5 Hz (1%) no load to full load
INSULATION: Class "F" as defined by NEMA MG-1-1.81

TEMPERATURE RISE: Within NEMA MG-1.22.43 operating at full load
COOLING: Cast centrifugal blower, direct connected
ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE LEVEL: Exceeds requirements for most marine radio telephones and standard TVs

Model (60 Hz & 50 Hz)	ELECTRICAL CHARACTERISTICS				RATINGS			ENGINE
	Volts	Amperes	Hertz	Phase	Wire	P.F.	KW	SPM
8.0 SBEG	120/240	40255	60	1	4	1.0	8.8	1800
10.0 SBEG	120/240	8941	60	1	4	1.0	10.0	1800
12.5 SBEG	120/240	15452	60	1	4	1.0	12.5	1800
14.0 SBEG	120/240	11606	60	1	4	1.0	14.0	1800
20.0 SBEGA	120/240	16695	60	1	4	1.0	20.0	1800
22.5 SBEGA	120/240	18293	60	1	4	1.0	22.5	1800
8.0 SBEG	230	37	50	1	4	1.0	8.4	1500
10.0 SBEG	230	34	50	1	4	1.0	8.8	1500
11.8 SBEG	230	43	50	1	4	1.0	10.0	1500
14.0 SBEG	230	50	50	1	4	1.0	11.8	1500
16.0 SBEGA	230	69	50	1	4	1.0	16.0	1500
18.0 SBEGA	230	58	50	1	4	1.0	18.0	1500

ENGINE SPECIFICATIONS

Engine Type	Gasoline, four-cycle, four cylinder, fresh water cooled, Vertical, in-line overhead induction
Governor	Electronic Central Unit
Combustion Chamber	Semi-spherical type
Bore & Stroke	2.97 x 3.23 inches (75.3 x 82.0 mm)
Piston Displacement	89.6 cubic inches (1466 cubic centimeters)
Piston Order	1-3-4-2
Direction of Rotation	Clockwise, when viewed from the front
Compression Ratio	9.8:1
Induction	Continuous 20" Temperature 20" (not to exceed 10 minutes)
Fuel Consumption	8.8KW 1.0 gph 8.4KW (3.0 lph) 10.0KW 1.1 gph 9.0KW (3.5 lph) 12.5KW 1.3 gph 10.0KW (4.0 lph) 14.0KW 1.4 gph 11.0KW (4.3 lph)
Weight	8.8KW 438 lbs (199 kg) 10.0KW 403 lbs (213 kg) 12.5KW 420 lbs (225 kg) 14.0KW 522 lbs (237 kg)



Optional Equipment

- Remote Start-Stop Panel
- Ship-Shore Transfer Switch
- Hydro-Hush Muffler
- Anti-siphon Valve
- Technical Manual
- "A" & "B" On-board Spare Parts Kit

Note: Generators require 3" I.D. exhaust outlet.

Model (60 Hz)	Dry Weight	DIMENSIONS – INCHES									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
8.0 SBEG	438 lbs.	32.6	21.8	25.1	17.9	14.4	6.5	20.6	12.3	4.2	NA
10.0 SBEG	463 lbs.	33.8	21.8	25.1	17.9	14.4	6.5	20.6	12.3	4.2	NA
12.5 SBEG	495 lbs.	34.8	21.8	25.1	17.9	14.4	6.5	20.6	12.3	4.2	NA
14.0 SBEG	522 lbs.	36.6	21.8	25.1	17.9	14.4	6.5	20.6	12.3	4.2	NA
20.0 SBEGA	741 lbs.	42.3	24.3	27.9	20.0	16.5	6.0	27.5	20.3	4.1	10.2
22.5 SBEGA	771 lbs.	42.3	24.3	27.9	20.0	16.5	6.0	27.6	20.3	4.1	10.2

3. Technical data

3.1. Windgenerator

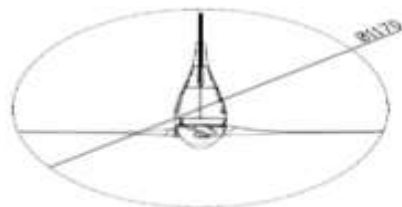
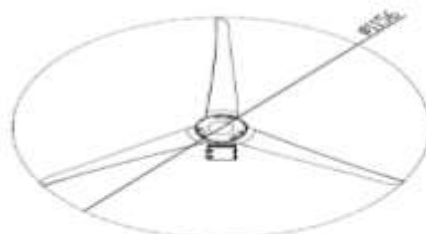
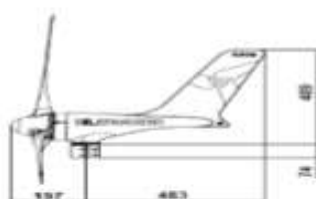
3.1.1. Electrical data

Type of generator	Permanent magnet generator, 3 phases, AC
Rated voltage	12 VDC / 24VDC
Rated power	420 Watt / 450 Watt
Rated peak power at	14,5 m/s
Start up speed	2,2 m/s
Start of charging	2,5 m/s
Charge indicator	Blue LED on the bottom of housing

3.1.2. Mechanical data

Safety test in wind tunnel	122 km/h without failure
Rotordiameter	1,15m
Number of blades	3
Weight of blades	150g/blade
Material of blades	Carbon fibre, hand laminated
RPM range	550 - 1700 Upm
weight	6,8kg (Generator)
Package dimensions	780x400x210mm weight: 10 kg
Colour	white RAL 9010, powder coated
Warranty	36 months

3.3 Dimensions



355W-370W
144 efficient monocrystalline silicon cell

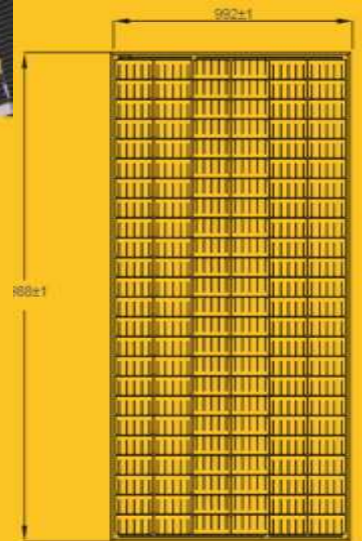
SLP355S-24D SLP360S-24D SLP365S-24D SLP370S-24D

Electric Performance Parameters

TYPE	SLP355S-24D	SLP360S-24D	SLP365S-24D	SLP370S-24D
Rated power (W)	355W	360W	365W	370W
Deviation of rated power (W)	0~+5W	0~+5W	0~+5W	0~+5W
Optimum operating voltage (Vmp)	38.51V	38.71V	38.86V	39.24V
Optimum operating current (Imp)	9.22A	9.30A	9.37A	9.43A
Open-circuit voltage (Voc)	46.34V	47.18V	47.40V	47.80V
Short-circuit current (Isc)	9.66A	9.77A	9.84A	9.90A
Temperature coefficient of open-circuit voltage		-0.36%/°C		
Temperature coefficient of short-circuit current		-0.07%/°C		
Temperature coefficient of rated power		-0.36%/°C		
Standard operating temperature		45±2°C		

STC: Irradiance intensity 1000W/m², testing temperature 25°C, air quality=1.5

NOCT: Irradiance intensity 800W/m², environmental temperature 35°C, air quality=1.5, wind speed 1m/s

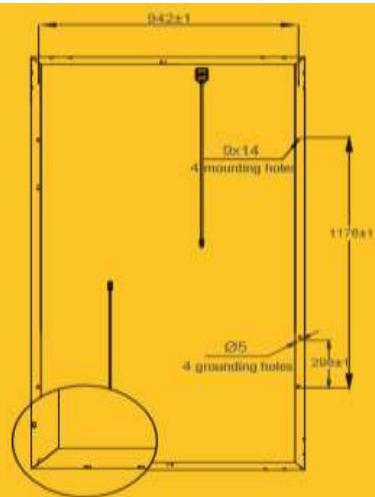


Packaging Information

Type of Cell	Monocrystalline silicon cell (156.75x78.375)
Cell Array	144(6x24)
Module Dimension	1980mm x 992mm x 40mm
Weight	22.3kg
Pallet Dimension	2036mm x 1120mm x 1130mm(26 pieces/pallet)
Container loading information (40HQ)	572 pieces

Operation Condition

Maximum system voltage	1000V
Rated current of serial fuse	15A
Maximum front load	5400Pa (112 lb/ft ²)
Maximum back load	2400Pa (50 lb/ft ²)
Operating temperature range	-40~+85°C
Module Standard	A



Pure Sine Wave Inverter/Charger - 12V/230V 2000W



CONVERTISSEUR/CHARGEUR / COMBINÉS

IH255 Pure Sine Wave Inverter/Charger - 12V/230V 2000W

- Input voltage: 12 VDC
- Continuous power: 2000 W
- Surge power: 4000 W
- Output voltage: 230 VAC - 50-60 Hz
- USB port: 5 V - 750 mA
- Max charging current: 55 A DC
- Transfer switch: 15 A
- Dimensions (LxWxH): 230x478x114 mm
- Weight: 6,6 kg

Retail Price: **1197,6 €** (Incl VAT) : 990 € (ex. VAT)

[Technical documentation](#)



3.2. Charge controller

- Charge and power management in the provided external hybrid-charge controller Hybrid 1000
- Maximum voltage adjustable for acid-, gel- and AGM-batteries.
- Brake mode: electronically or manually with integrated Stop-switch (see enclosed manual)

3.2.1. Electrical data

System voltage	12/24 VDC
Max. power input windgenerator	600 W
Max. current input windgenerator	40 A
Max. power input solar	550Wp
Max. current input solar	40A
Max. open circuit voltage input solar	50VDC
LCD + LED displays	W, V, A, kWh, Ah, load data

Lithium Battery 12V 150Ah



Retail Price: **2112 €** (incl.VAT) - 1760 € (ex. VAT)

NOOVI

BATTERIE ET ACCESSOIRES LITHIUM

TR150 Lithium Battery 12V 150Ah

Noovi high performance LiFePo4 house battery UN38.3 Certified

Easy to use, compact and much lighter than a traditional lead-acid battery.

High capacity:

Voltage stability:

Integrated battery management system (BMS).

Bluetooth interface (access to battery status info via a smart phone or a tablet):

- State of charge
- Voltage
- Current
- Temperature
- Number of cycles
- Events

Overcurrent and deep discharge protections.

Maintenance free.

- Nominal voltage: 12.8 VDC
- Capacity: 150 Ah
- Max continuous discharge current: 150 A
- Pulse discharge current (3 seconds): 500 A
- Recommended charge current: 120 A
- Dimensions (LxWxH): 485x170x245 mm
- Weight: 21 kg

SOLUSI KELISTRIKKAN TEPAT GUNA

STAR GUNA TEKNIK

BOX PANEL (Indoor & Outdoor Use)

120 x 75 x 30	(cm)	= Rp 2.800.000,-
120 x 80 x 25	(cm)	= Rp 2.999.000,-
120 x 90 x 30	(cm)	= Rp 3.340.000,-
160 x 75 x 50	(cm)	= Rp 3.700.000,-
180 x 75 x 60	(cm)	= Rp 4.250.000,-
180 x 80 x 60	(cm)	= Rp 4.320.000,-
180 x 100 x 60	(cm)	= Rp 5.500.000,-
180 x 120 x 60	(cm)	= Rp 6.580.000,-
180 x 150 x 60	(cm)	= Rp 8.500.000,-
180 x 160 x 60	(cm)	= Rp 8.950.000,-
180 x 180 x 60	(cm)	= Rp 9.920.000,-



Panel Listrik adalah sebuah perangkat yang berfungsi membagi, menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber/pusat listrik ke konsumen/pemakai.

Panel Listrik dibedakan menjadi dua, yaitu panel daya dan panel distribusi listrik. Panel distribusi listrik berguna untuk mengalirkan energi listrik dari pusat atau gardu induk step down. Panel daya adalah tempat untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari gardu induk step down ke Panel - Panel distribusinya. Sedangkan yang dimaksud panel distribusi daya adalah tempat menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari panel daya ke beban panel (konsumen) baik untuk instalasi tenaga maupun untuk instalasi penerangan. Panel daya dan distribusi listrik digunakan untuk memudahkan pembagian energi listrik secara merata, pengamanan instalasi dan pemakaian, dan pemeriksaan dan perawatan Panel listrik.

Product technical specification

Product name	12.5kg Plug valve			
Height	600mm			
Outside diameter	300mm			
Weight	13.5			
Water capacity	26.5L			
Work pressure	18bar			
Test pressure	34bar			
Valve	Plug valve, Low pressure regulator, Pvc hose, foot			
Material	HP295 steel, Q235B steel			
color and printing	According to customers' requirement			
Relevant products	Valve, Low pressure regulator, Pvc hose, foot ring, steel plate			
Packing	plastic net/bag/paper sleeve	MOQ:	1*40' HQ loading quantity: 1470PCS	
Payment terms	TT 30days	FOB NINGBO	USD18.5~19 (as per raw material market price changed)	
Delivery date	shipped in 60days after payment			

Type	Thickness (mm)	Outside Diameter (mm)	Capacity (L)	Height (mm)	Material	Service Pressure (Mpa)
LPG-3KG(7.3L)	2.3	260	7.3	300	HP295	2.1
LPG-5KG(12L)	2	244	12	420	HP295	2.1
LPG-6KG(15L)	2	300	15	314	HP295	2.1
LPG-9KG(21.6L)	2.5	319	21.6	463	HP295	2.1
LPG-10KG(23.5L)	2.5	294	23.5	580	HP295	2.1
LPG-11KG(24L)	2.5	294	24	580	HP295	2.1
LPG-12KG(26.2L)	2.5	294	26.2	595	HP295	2.1
LPG-12.5KG(26.2L)	2.5	294	26.2	595	HP295	2.1
LPG-15KG(35.7L)	2.7	314	35.7	675	HP295	2.1
LPG-22KG(50L)	3	314	50	675	HP295	2.1
LPG-45KG(108L)	3.5	374	108	1216	HP295	1.75
LPG-48KG(118L)	3.5	400	108	1200	HP295	2.2



3.5 SBGG - 3.5KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

\$10,000.00

 Select to compare

ADD TO CART



5.0 MCG - 5.0KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

 Select to compare

5.0 MCGA - 5.0KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

\$11,200.00

 Select to compare

ADD TO CART



6.5 MCG - 6.5KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

 Select to compare

7.5 MCGA - 7.5 KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

 Select to compare

8.0 SBGG - 8.0KW, 60 HZ LOW-CO GAS GENERATOR

 Select to compare[View larger image](#)

small wind turbine 600w 24V for home applications

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

1 - 1 Pieces	2 - 5 Pieces	6 - 6 Pieces
\$260.00	\$250.00	\$240.00

Shipping: Support Sea freight

Trade Assurance protects your Alibaba.com ordersPayments: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

Alibaba.com Logistics · Inspection Solutions



[View larger image](#)



[Add to Compare](#) [Share](#)

EITAI PV 340W 350W 360W 370W 380W Cells Solar Monocrystalline Silicon Panel High Efficiency PV 72 Cells Module

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$0.20 - \$0.27 / Watt (1 Watt/Watts (Min. Order))

Material: **Monocrystalline Silicon**

Max. Power: **380W** · 370W · 360W · 350W · 340W · 330W · [All 7 Options](#)

Number of Cells: **72 Cells**

Shipping: **Support Sea freight**

Lead Time:	Quantity(Watts)	1 - 100000	>100000
	Est. Time(days)	15	Negotiable

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders

Payments: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

[Alibaba.com Logistics](#) · [Inspection Solutions](#)



[View larger image](#)



[Add to Compare](#) [Share](#)

BKZ single phase 5A 10A 20A AC220v to DC 24v rectifier transformers

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$1.00 - \$100.00 / Piece (5 Piece/Pieces discount available for batch purchase (Min. Order))

Shipping: **Support Sea freight**

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders

Payments: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

[Alibaba.com Logistics](#) · [Inspection Solutions](#)

Kaval



[View larger image](#)



[Add to Compare](#) [Share](#)

Free Sample 2000w Pure Sine Wave Power Inverter 2000 Watt

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$97.00 - \$130.00 / Set : 1 Set/Sets (Min. Order)

Output Power: 1-4000W

Lead Time:

Quantity(Sets)	1 - 500	+500
Est. Time(days)	15	Negotiable

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders

Payments: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

Alibaba.com Logistics - Inspection Solutions

Cheap Price 12V 150 Amp Battery 12V 150A Gel Battery 12V 150Ah Battery Discharge Rate

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$132.00 - \$147.00 / Piece : 10 Piece/Pieces (Min. Order)

Battery Size: 12V 150AH

Nominal Capacity: 150AH

Nominal Voltage: 12V

Lead Time:

Quantity(Pieces)	1 - 100	+100
Est. Time(days)	15	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 50 Pieces)
Customized packaging (Min. Order: 50 Pieces) [More](#)

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders

Payments: **VISA** **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

Alibaba.com Logistics - Inspection Solutions - One-Stop Service



[View larger image](#)



[Add to Compare](#) [Share](#)



MPPT wind and solar hybrid charge controller 300watt to 1400 watt 12v 24v with free dumpload resistor

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$94.00 - \$102.00 / Piece (2 Piece/Pieces (Min. Order))

Rated Voltage: 12V/24V

Maximum Current: 40A

Lead Time:	Quantity(Pieces)	1 - 10	11 - 50	>50
	Est. Time(days)	2	3	Negotiable

Customization: Customized logo (Min. Order: 20 Pieces)

Customized packaging (Min. Order: 20 Pieces) [More](#)

Samples: \$94.00 / Piece 1 Piece (Min. Order) [Buy Samples](#)

Trade Assurance protects your Alibaba.com orders



Payments: **VISA** **Order Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion/WU**

[Alibaba.com Logistics](#) [Inspection Solutions](#) [Production View](#) [One-Stop Service](#)

BOX PANEL (Indoor & Outdoor Use)

120 x 75 x 30	(cm)	= Rp 2.800.000,-
120 x 80 x 25	(cm)	= Rp 2.999.000,-
120 x 90 x 30	(cm)	= Rp 3.340.000,-
160 x 75 x 50	(cm)	= Rp 3.700.000,-
180 x 75 x 60	(cm)	= Rp 4.250.000,-
180 x 80 x 60	(cm)	= Rp 4.320.000,-
180 x 100 x 60	(cm)	= Rp 5.500.000,-
180 x 120 x 60	(cm)	= Rp 6.580.000,-
180 x 150 x 60	(cm)	= Rp 8.500.000,-
180 x 160 x 60	(cm)	= Rp 8.950.000,-
180 x 180 x 60	(cm)	= Rp 9.920.000,-



Tabung gas LPG 40KG

Belum Ada Penilaian | 0 Terjual

Rp1.200.000

Pengiriman Pilihan pengiriman tidak tersedia, mohon hubungi

Kuantitas tersedia 5 buah

[Masukkan Keranjang](#) [Beli Sekarang](#)

Garansi Shopee Dapatkan barang pesananmu atau uang kembali.

Power Merchant

Tabung gas elipiji 12 kg hanya tabung saja kosong

Terjual 4 Produk (67%) • 1365x Ditihat

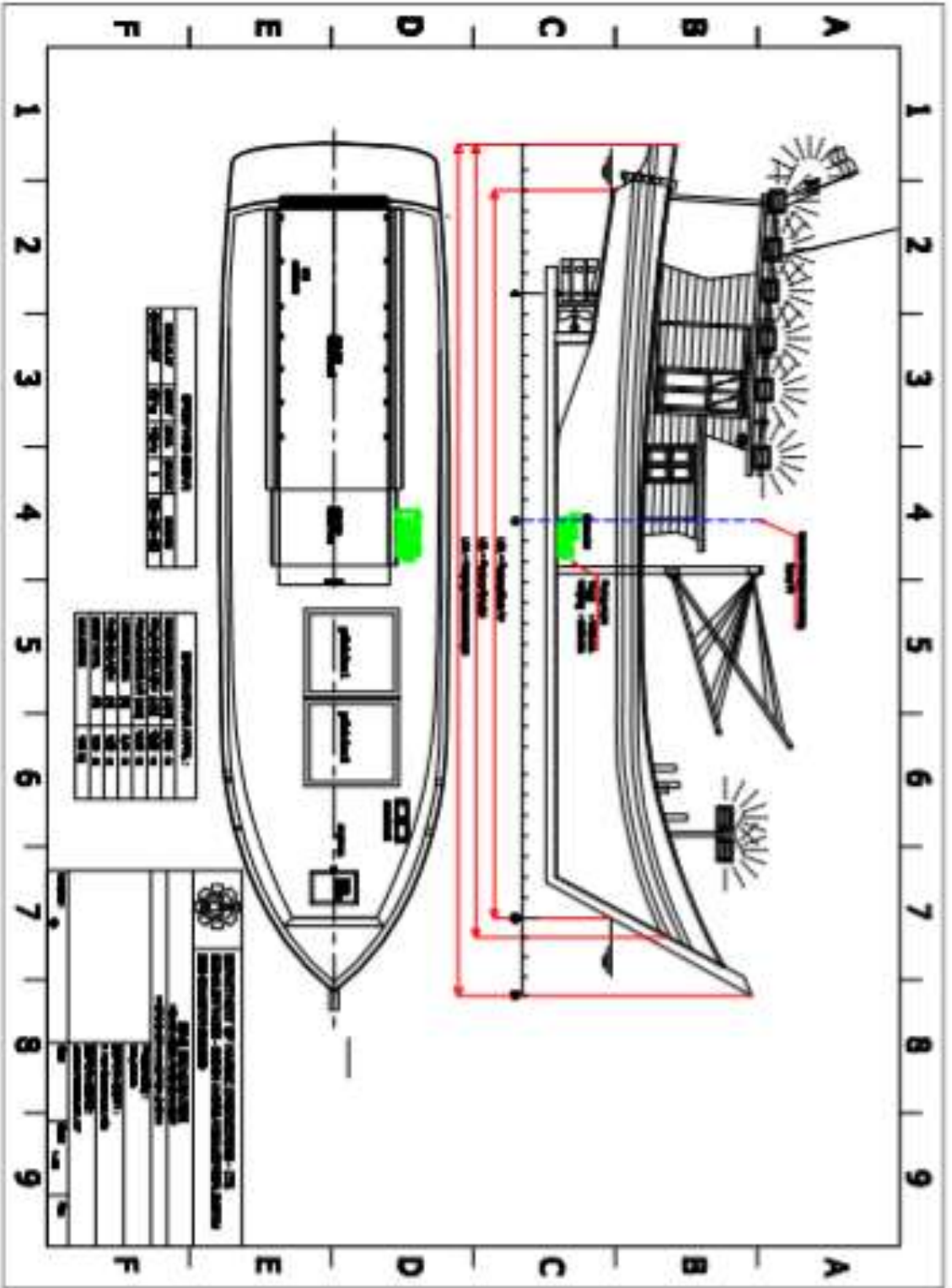
HARGA **Rp350.000**
Cicilan mulai Rp69.399
Lihat semua metode

JUMLAH **Stok terbatas!** Tersedia >50
 Min. pembelian 1 pcs.
 Tulis catatan untuk penjual

PROMO

Gratis Ongkir 10Rb <small>Min. Pembelian 8000</small>	Salin <small>Ke WhatsApp</small>	Gratis Ongkir 20Rb <small>Min. Pembelian 100</small>
--	--	---

Selanjutnya adalah risiko harga. Harga pembelian di agen dan pangkalan resmi Pertamina menggunakan harga resmi. Untuk LPG 3 kg menggunakan Harga Eceran Tertinggi (HET) resmi yang ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat yaitu Rp 16.500 per tabung untuk wilayah Bogor. Sedangkan untuk isi ulang LPG 12 kg (tabung biru) seharga Rp 139.000 per tabung, Bright Gas 12 kg seharga Rp 141.000 per tabung, Bright Gas 5,5 Kg seharga Rp 65.000 dan LPG 50 Kg seharga Rp 593.000 per tabung.



BIODATA PENULIS



Dicky Subrata merupakan Putra kandung dari pasangan Bapak Subrata, SH, MH dan Ibu Evi Rosalia, SE. yang lahir di Kabupaten Karawang pada 04 Nopember 1995 sebagai anak ketiga dari 4 bersaudara. Penulis tinggal dikelurahan Palumbonsari, Kecamatan Karawang Timur, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Penulis memulai studi di SDN Palumbonsari 3 selama enam tahun dan lulus pada tahun 2008. Melanjutkan jenjang berikutnya di SMPN 1 Karawang Timur (2008-2011) dan masuk SMA Negeri 2 Karawang Tahun 2011 dan Lulus SMA pada Tahun 2014. melanjutkan kembali jenjang perguruan tinggi Diploma di Universitas Diponegoro Semarang.

Mengambil Jurusan Teknik Perkapalan (2014-2017), dan pada Tahun 2018 melanjutkan Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Dalam perkuliahan penulis mengabil penelitian untuk Tugas Akhir pada bidang studi *Marine Fluid and Machinery System* (MMS). Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademis maupun non-akademis. Untuk kegiatan non-akademis penulis aktif diluar kampus sebagai seperti menjadi anggota himpunan periode 2015 dan menjabat sebagai peneliti dan pengembangan SDM pada Himpunan mahasiswa jurusan Tahun 2016 sedangkan dalam pelatihan penulis pernah mengikuti beberapa sertifikasi seperti Autocad 2D dan 3D, Training For Trainer, Welding Inspector, dan Pelatatihan Curva S.

Email : DickySubrata.ds@gmail.com / Dickysubrata81@gmail.com