



TUGAS AKHIR - ME091329

**PERANCANGAN KAPAL PENUMPANG TENAGA SURYA
UNTUK PENYEBERANGAN SUNGAI BENGAWAN SOLO**

CANDRA PRASETYO ENDRO

NRP 4210 100 008

Dosen Pembimbing

Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil, C.Eng

Irfan Syarif Arief, ST. MT

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



FINAL PROJECT - ME091329

**DESIGN OF SOLAR BOAT PASSANGER SHIP FOR
CROSSING BENGAWAN SOLO RIVER**

**CANDRA PRASETYO ENDRO
NRP 4210 100 008**

**Academic Supervisor
Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil, C.Eng
Irfan Syarif Arief, ST. MT**

**MARINE ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014**

ABSTRAK

PERANCANGAN KAPAL PENUMPANG TENAGA SURYA UNTUK PENYEBERANGAN SUNGAI BENGAWAN SOLO

Nama Mahasiswa : Candra Prasetyo Endro
NRP : 4210 100 008
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir.Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil, C.Eng
Irfan Syarif Arief, ST. MT

Energi terbarukan pada saat ini sangatlah beraneka ragam jenisnya dimana banyak digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak yang harganya semakin mahal dan cadangan di perut bumi semakin menipis. Salah satu contoh pemanfaatan energi terbarukan untuk menghasilkan listrik adalah menggunakan *solar cell*. Namun aplikasinya sendiri di bidang maritim masih sangat minim. Untuk itu perlu penelitian yang mengembangkan penerepan energi dari *solar cell* sebagai pembangkit utama di kapal.

Di dalam tugas akhir ini penulis mendesain *solar boat* dengan menggunakan *solar cell* jenis *mono-crytalline* yang memiliki efisiensi panel surya sebesar 20%. Dimana dimensi kapal yang akan di desain adalah dengan panjang kapal keseluruhan (Loa) 15 meter dan lebar kapal (Breadth Overall) 5 meter menggunakan jenis lambung kapal katamaran dengan daya angkut 37 penumpang dan 3 ABK.

Energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* pada kapal adalah sebesar 15,36 kW dimana dengan daya tersebut dapat menghasilkan kecepatan dinas (*service speed*) sebesar 5 knot.

Kata kunci : *Solar cell, Solar Boat, Loa, Breadth Overall,*
Kapal katamaran, *service speed.*

ABSTRACT

DESIGN OF SOLAR BOAT PASSANGER SHIP FOR CROSSING BENGAWAN SOLO RIVER

Name : Candra Prasetyo Endro
NRP : 4210 100 008
Department : Marine Engineering
Supervisor : Ir.Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil, C.Eng
Irfan Syarif Arief, ST. MT

Renewable energy at the moment is very variegated kind which is widely used as a substitute for fuel oil whose price is getting expensive and backup in the bowels of the Earth depleting. One example of the utilization of renewable energy to generate electricity is using the solar cell. However, the application itself in the field of maritime is still very minimal. For it need to research who developed the practice of energy from the solar cell as the main generator on the ship.

In this final project the author designed the solar boats using mono-type solar cell crytalline which has a solar panel efficiency by 20%. Where the ships will be in the dimation design is the length overall (Loa) 15 meters and the width (Breadth Overall) 5 meters using a catamaran hull with type of haulage 37 passengers and 3 crew on board.

Electrical energy produced by solar cell on the ship is worth 15,36 kW in which power can generates a service speed amounting to 5 knots.

Key words : Solar Cell, Solar Boat, Length overall, Breadth Overall, catamaran hull, service speed.

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN KAPAL PENUMPANG TENAGA
SURYA UNTUK PENYEBERANGAN SUNGAI
BENGAWAN SOLO

TUGAS AKHIR


Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Marine Machinery Design & Manufacture (MMD)
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014

Oleh :

Candra Prasetyo Endro
NRP. 4210 100 008

Disetujui Oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan


Dr. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng
NIP. 1958 0807 1984 03 1001

Surabaya, Juli 2014

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN KAPAL PENUMPANG TENAGA
SURYA UNTUK PENYEBERANGAN SUNGAI
BENGAWAN SOLO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Marine Machinery Design & Manufacture (MMD)
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2014

Oleh :

Candra Prasetyo Endro
NRP. 4210 100 008

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBING II

Ir. Agoes Santoso, M.Sc, M.Phil, C.Eng
NIP. 1968 0928 1991 02 1001

Irfan Syarif Arief, ST, MT
NIP. 1969 1225 1997 02 1001

Surabaya, Juli 2014

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu, dengan judul :

“PERANCANGAN KAPAL PENUMPANG TENAGA SURYA UNTUK PENYEBERANGAN SUNGAI BENGAWAN SOLO”

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

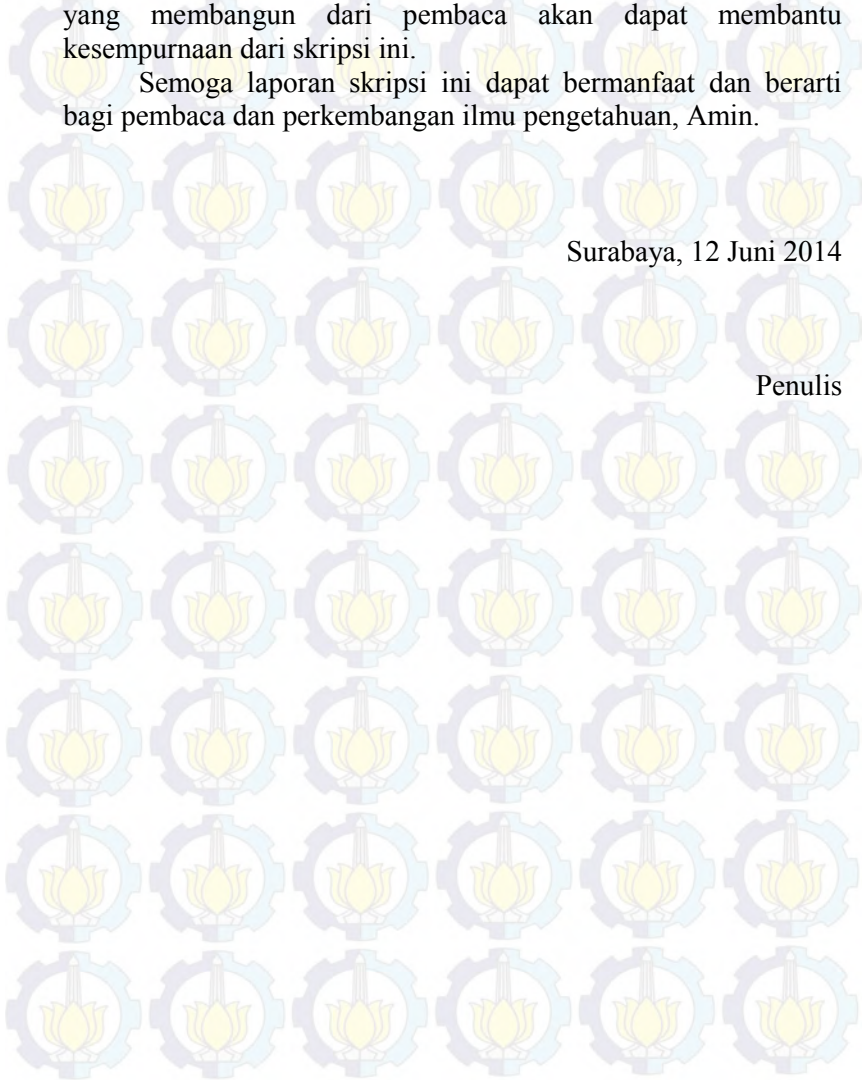
1. Bapak Dr. Ir. Agoes A. Masroeri, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.
2. Bapak Ir. Agoes Santoso, M. Sc, M. Phill, C. Eng dan Bapak Irfan Syarif Arief, ST,MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penyelesaian penulisan laporan skripsi ini.
3. Keluarga tercinta, Mama, Papa, serta Adikku yang telah memberikan dorongan moral, material maupun spiritual dan memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Partner kerja di *Marine Solar Boat Team* yang telah mensupport moril untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Tety Ariani Pinatih yang telah membantu secara moril untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman – teman seangkatan PINISI'10 atas kerjasama, semangat, perjuangan dan kebersamaan kita selama ini.
7. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan tugas akhir ini, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun dari pembaca akan dapat membantu kesempurnaan dari skripsi ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan berarti bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan, Amin.

Surabaya, 12 Juni 2014

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan Umum Sel Surya	5
2.2 Jenis-jenis <i>Solar Cell</i>	5
2.2.1 Mono-crystalline (Si)	5
2.2.2 Poly-crystalline	6
2.2.3 Modul amorphous silicon	6
2.2.4 Cadmium telluride (CdTe) solar cells	6
2.2.5 Copper indium gallium selenide (CIGS) solar cells	6
2.2.6 Flexible solar cells	7
2.3. Sistem Tenaga Solar Cell	7
2.4. Komponen Sistem Tenaga Solar Cell	8
2.4.1 Solar Charge Control	8
2.4.2 Battery	9
2.5. Lambung Kapal Multihull	11
2.5.1 Catamaran	11

BAB III

METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penulisan.....	13
3.2 Pengumpulan data.....	14
3.3 Studi Literatur.....	14
3.4 Perencanaan Desain Lambung Kapal Penumpang Tenaga Surya	15
3.5 Perhitungan Tahanan Dan Daya Propulsi.....	15
3.6 Pemilihan Jenis Panel Surya, Menghitung Luasan & Daya Yang Dihasilkan Panel Surya	15
3.7 Mendesain Bentuk Peletakan Panel Surya	16
3.8 Analisa Desain/ Matching Desain	16
3.9 Menyusun Laporan	16

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Ukuran Utama Kapal.....	17
4.2. Pemilihan Mesin Induk.....	23
4.3. Pemilihan Baterai	25
4.4. Pemilihan Panel Surya.....	30
4.5. Pemilihan Charger Control Baterai	32
4.6. Perancangan Sistem Daya Kapal.....	34
4.7. Desain Rancangan Kapal.....	36

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

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

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Ukuran Utama Kapal	17
Tabel 4.2	Principal Dimention	18
Tabel 4.3	Hasil running hullspeed	19
Tabel 4.4	Hasil Algoritma Software Hullspeed	21
Tabel 4.5	Aqua Watt Green Power AB 13 R (With Remote)	23
Tabel 4.6	List peralatan kebutuhan utama listrik	25
Tabel 4.7	Model Operasi Kapal Tenaga Surya	26
Tabel 4.8	Perbandingan karakteristik jenis baterai	29
Tabel 4.9	Spesifikasi Panel Surya.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rute Pelayaran Kapal Penyeberangan Sungai Bengawan Solo.....	2
Gambar 2.1	Diagram Sistem Tenaga Panel Surya	7
Gambar 2.2	Solar Charge Control dengan sistem MPPT (Maximum Power Point Tracking)	9
Gambar 2.3	Baterai Li-Ion standar Marine untuk sistem solar panel.....	10
Gambar 2.4	Aplikasi Kapal Penumpang Tenaga Surya Untuk Sungai (Translantic21).....	12
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian.....	14
Gambar 4.1	Tampilan Isometric Desian Lambung Kapal menggunakan Maxsurf	18
Gambar 4.2	Gambar diagram hasil running maxsurf Power vs Speed.....	20
Gambar 4.3	Electrical Outboard Aqua Watt AB 13R	24
Gambar 4.4	Aqua Watt AGM.....	30
Gambar 4.5	Solar Module TSF 240 Black High Efficiency	31
Gambar 4.6	Solar Charge Control EP Solar e-Tracer Series ET6415N.....	33
Gambar 4.7	Electric Diagram Solar Boat	35
Gambar 4.8	3D View Final Project Solar Boat	36
Gambar 4.9	Side View Final Project Solar Boat	36
Gambar 4.10	Upper View Final Project Solar Boat	37
Gambar 4.11	Back View Final Project Solar Boat	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

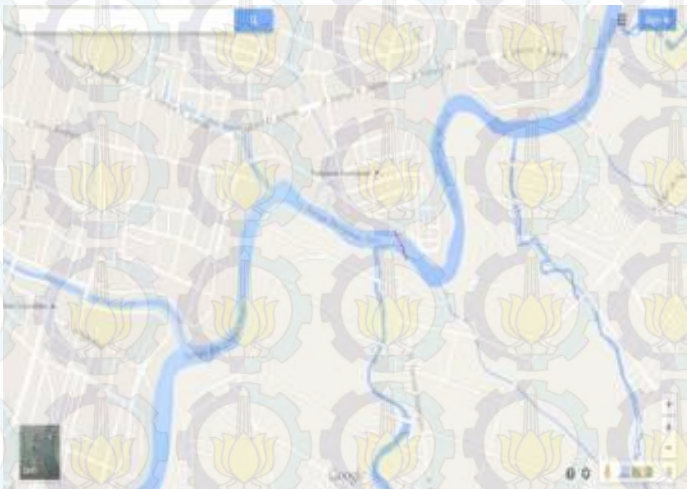
Perkembangan teknologi energi terbarukan untuk bidang industri maritim saat ini sangatlah maju, khususnya pemanfaatan energi matahari pada kapal. Namun di Indonesia sendiri masih sangat sedikit pengaplikasiannya karena energi matahari membutuhkan luasan panel surya yang besar untuk mendapatkan daya besar pula. Dari kekurangan tersebut bisa dijadikan solutif desain bangunan atas yang memiliki estetika lebih. Dan juga untuk dapat mengoptimalkan daya panel surya yang kecil agar dapat mengangkut penumpang dengan jumlah yang banyak di Sungai Bengawan Solo, perlulah desain lambung kapal yang efisien. Baik dari segi dimensi, kecepatan kapal, serta kebutuhan daya yang tidak terlalu besar demi tercapainya jumlah penumpang yang banyak.

Pada penelitian kali ini akan mendesain kapal surya untuk penyeberangan sungai Bengawan Solo. Sehingga dapat membantu masyarakat Kota Solo untuk melakukan aktifitas penyeberangan dengan nyaman, murah, aman serta ramah lingkungan. Dan tidak kalah pentingnya dapat mengurangi biaya pengeluaran bagi pemilik kapal dikarenakan sumber energi matahari yang gratis dan tak terbatas.

Letak geografis dari kota Solo (Surakarta) sendiri adalah 110° 45' 15" - 110° 45' 35" Bujur Timur dan 70° 36" - 70° 56" Lintang Selatan dan berbatasan dengan Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Boyolali di sebelah utara, Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah timur dan barat, dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah selatan. Menurut klasifikasi iklim Koppen, Solo memiliki iklim muson tropis. Sama seperti kota-kota lain di Indonesia, musim hujan di Solo dimulai bulan Oktober hingga Maret, dan musim kemarau bulan April hingga

September. Rata-rata curah hujan di Solo adalah 2.200 mm, dan bulan paling tinggi curah hujannya adalah Desember, Januari, dan Februari. Suhu udara relatif konsisten sepanjang tahun, dengan suhu rata-rata 30 derajat Celsius. Suhu udara tertinggi adalah 32,5 derajat Celsius, sedangkan terenda adalah 21,0 derajat Celsius. Rata-rata tekanan udara adalah 1010,9 MBS dengan kelembaban udara 75%. Kecepatan angin 4 Knot dengan arah angin 240 derajat. Dan juga untuk kecepatan arus di sungai Bengawan Solo rata-rata kecepatan arus berkisar 0,92 m/det setara dengan 3,312 Km/jam atau sebesar 1,84 knot.

Dengan kondisi sungai Bengawan Solo sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki rata-rata lebar \pm 15-200 meter serta kedalaman sungai \pm 2-3 meter sangat memungkinkan untuk dilalui kapal penumpang dengan skala yang cukup besar. Kondisi suhu dan intensitas sungai Bengawan Solo hingga mencapai 30 derajat Celcius sangat mendukung sifat dari PV Solar Panel yang dapat bekerja pada suhu 25°C untuk bisa menghasilkan arus listrik.



Gambar 1.1 Rute Pelayaran Kapal Penyeberangan Sungai Bengawan Solo

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat Perancangan Kapal Penumpang Tenaga Surya untuk Penyeberangan Sungai Bengawan Solo Provinsi Jawa Tengah dalam perancangan ini meliputi

1. Bagaimana perancangan body kapal surya untuk penyeberangan sungai Bengawan Solo guna mencapai target penumpang sebanyak 37 Orang dan 3ABK ?
2. Berapa kebutuhan energi total yang diback-up oleh Solar panel?
3. Berapa service speed yang dapat dicapai dengan daya maksimal Solar Panel?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Perancangan Kapal Penumpang Tenaga Surya untuk Penyeberangan Sungai Bengawan Solo Provinsi Jawa Tengah meliputi:

1. Perhitungan kurva Hydrostatic dan Bonjean tidak di hitung dalam tugas akhir ini.
2. Perancangan yang dilakukan tidak memperhitungkan biaya produksi kapal
3. Daya angkut penumpang sebanyak 37 orang dan 3 ABK dengan berat rata-rata manusia dewasa 75Kg.
4. Perancangan kapal ini digunakan pada Sungai Bengawan Solo dengan rute menyeberang dari Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit \pm 200 Meter.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Melakukan perencanaan desain kapal surya penyeberangan yang sesuai dengan kondisi sungai Bengawan Solo
2. Mengetahui daya total yang dihasilkan panel surya untuk kebutuhan propulsi dan navigasi kapal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat menjadi kajian untuk penerapan Kapal tenaga surya guna penyeberangan sungai Bengawan Solo Provinsi Jawa Tengah.
2. Hasil desain dapat dijadikan acuan untuk transportasi massal kapal penyeberangan yang modern, ramah lingkungan dan energi terbarukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penjelasan Umum Solar Cell

Teknologi panel surya sudah lama berkembang di dunia. Namun pemanfaatan selama ini hanya sebatas sebagai pembangkit tenaga listrik rumah. Seiring berkembangnya zaman dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi, menjadikan teknologi panel surya sebagai salah satu solusi nyata untuk energi terbarukan bidang transportasi. Serta mulai berangsur-angsur untuk diaplikasikan ke teknologi transportasi umum. Tetapi masih belum ada yang diaplikasikan untuk transportasi umum di bidang maritim.

Solar boat untuk transportasi umum sendiri di Indonesia masih belum ada pengaplikasiannya.

2.2. Jenis-jenis Solar Cell

Dalam perkembangan jenis *Solar Cell* hingga saat ini telah mengalami kemajuan dengan banyaknya bahan yang digunakan untuk membuat *Solar Cell* dengan efisiensi yang tinggi. Berikut jenis *Solar Cell* berdasarkan bahan pembuatannya adalah:

2.2.1 Mono-crystalline (Si)

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk membujur. Saat ini Mono-Crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%. Dari hal tersebut jenis *Solar Cell* ini merupakan jenis *Solar Cell* yang paling efisien menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2.2.2 Poly-crystalline (Si)

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Merupakan panel surya / solar cell yang memiliki susunan kristal acak. Type Poly-Crystalline memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis Mono-Crystalline untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.

2.2.3 Modul amorphous silicon

Dibuat dari film tipis amorphous silicon dimana efisiensinya sangat rendah sekitar 5%-7% namun terdapat kelebihanannya yaitu membutuhkan material yang sedikit untuk pembuatannya. Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "stacking" (susun lapis).

2.2.4 Cadmium telluride (CdTe) solar cells

Sel surya jenis ini mengandung bahan Cadmium Telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya *Amorphous Silicon*, yaitu sekitar: 9% - 11%.

2.2.5 Copper indium gallium selenide (CIGS) solar cells

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe.

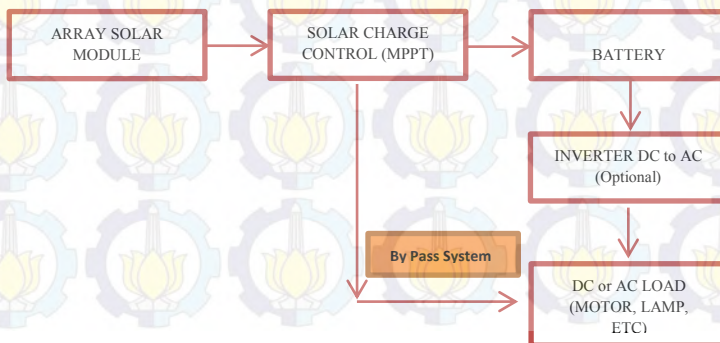
2.2.6 Flexible solar cells

Penelitian sel surya fleksibel adalah teknologi penelitian bertingkat, contoh yang diciptakan di Massachusetts Institute of Technology di mana sel surya yang diproduksi dengan mendepositokan bahan photovoltaic pada substrat yang fleksibel, seperti kertas biasa, menggunakan deposisi uap kimia teknologi.

2.3. Sistem Tenaga Solar Cell

Sistem tenaga pada *Solar Cell* merupakan rangkaian komponen penunjang panel surya sehingga energi listrik yang dihasilkan panel surya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya. Pada umumnya dipakai pada kebutuhan pembangkit rumah dimana sistem ini merupakan sistem individu atau yang lebih sering dikenal dengan istilah *Solar Home System (SHS)*.

Dibutuhkan beberapa komponen penunjang dari panel surya agar bisa digunakan untuk penerangan, memutar motor listrik, menyalakan televisi maupun alat-alat elektronika lainnya. Dimana komponen tersebut terdiri dari *Solar Charge Controller*, *Battery*, *Battery Management System (optional)*, *Inverter DC to AC (optional)*, dan tentunya beban (*Load*).



Gambar 2.1 Diagram Sistem Tenaga Panel Surya

Dari diagram diatas dijelaskan bahwa energi sinar matahari dikonversikan menjadi energi listrik oleh modul panel surya. Energi listrik yang dihasilkan panel surya berupa arus DC dan haruslah diatur oleh *Charge Control* dengan tujuan tegangan yang akan didistribusikan ke baterai tetap stabil sesuai dengan tegangan sistem pada baterai. Baterai sendiri merupakan salah satu komponen utama dikarenakan baterai merupakan media penyimpan arus listrik dari panel surya. Sifat listrik yang dihasilkan oleh panel surya adalah listrik statis, mudah hilang apabila tidak terdapat sumber energi dari sinar matahari.

Setelah dari baterai energi listrik yang tersimpan dapatlah digunakan untuk menggerakkan ataupun untuk menyalakan alat-alat elektronika yang lain. Apabila alat elektronika yang digunakan membutuhkan arus AC maka dapat digunakan alat Inverter untuk mengubah arus DC yang dihasilkan baterai menjadi arus AC agar dapat digunakan oleh alat elektronika tersebut.

2.4. Komponen Sistem Tenaga Solar Cell

Pada diagram sistem tenaga panel surya terdiri dari beberapa komponen alat untuk mengatur energi listrik yang dihasilkan panel surya agar dapat digunakan dengan baik untuk alat-alat elektronika. Berikut komponen-komponen penunjang sistem tenaga panel surya:

2.4.1 Solar Charge Control

Fungsi dari *charge control* sendiri adalah untuk mengatur tegangan dan arus dari susunan panel surya ke pengisian baterai dan melindungi baterai dari tingkat pengisian yang diperbolehkan pabrikan dari baterai. Biasanya untuk fungsi tersebut terdapat *charge control* dengan jenis MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dimana *charge control* jenis ini memiliki sistem *cut off maximum* dimana secara otomatis akan memutus aliran dari

panel surya ke baterai apabila kapasitas dari baterai sudah terpenuhi secara maksimum dan *cut off minimum* memutus aliran listrik dari baterai ke beban dengan kondisi penyimpanan energi listrik minimal sebesar 20% dari kapasitas maksimalnya, tergantung dari sistem MPPT tersebut berapa persen dari pabrikan untuk membatasi *cut off maximum* dan *cut off minimum*.



Gambar 2.2 Solar Charge Control dengan sistem MPPT (*Maximum Power Point Tracking*)

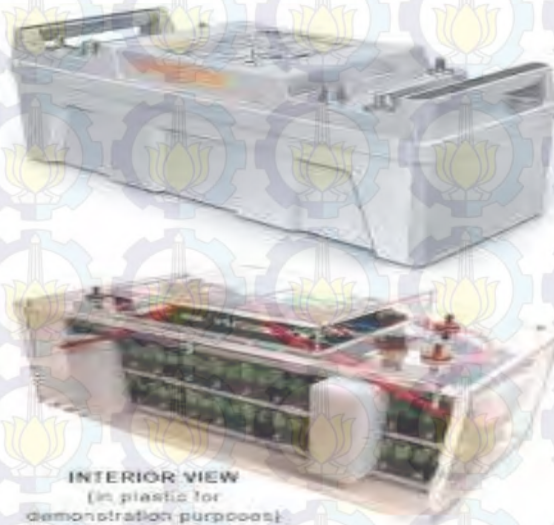
Sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada baterai serta menjadikan umur pemakaian baterai menjadi lebih lama. Penentuan spesifikasi MPPT disesuaikan dengan inputan Tegangan (V), Arus (I) dan Power (P) dari panel surya.

2.4.2 Battery

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai)
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai)
3. Pasta sebagai elektrolit (penghantar)

Baterai saat ini memiliki banyak varian, baik yang sifatnya *free maintenance* tanpa perlu mengisi bahan cairan kimia untuk menjaga energi listrik yang disimpan. Biasanya juga disebut dengan istilah baterai kering. Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan rechargeable battery, yaitu baterai yang dapat diisi ulang, seperti yang biasa digunakan untuk sistem panel surya. Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder.



Gambar 2.3 Baterai Li-Ion standar *Marine* untuk sistem solar panel

Untuk perhitungan kapasitas baterai yang dibutuhkan dalam suatu sistem panel surya dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\Sigma \text{Pieces of Battery} = \frac{\Sigma P \text{ Consumption Hour}}{V \text{ battery} \times I \text{ battery}}$$

Σ Pieces of Battery = Total jumlah baterai yang dibutuhkan (Buah).

$\Sigma P_{\text{consumption hour}}$ = Total daya yang digunakan (Watt).

V battery = Voltase baterai tiap buah (V).

I battery = Kapasitas arus baterai tiap buah (Ah).

2.5. Lambung Kapal Multihull

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini “Perancangan Kapal Penumpang Tenaga Surya untuk Penyeberangan Sungai Bengawan Solo Provinsi Jawa Tengah” menggunakan lambung kapal dengan jenis *Multi Hull* dikarenakan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis lambung kapal yang lainnya, serta cocok untuk kondisi Sungai Bengawan Solo. Berikut jenis-jenis lambung kapal *Multi Hull*.

2.5.1 Catamaran

Dalam tiga puluh tahun terakhir, ada peningkatan yang signifikan pada penggunaan kapal multihull untuk berbagai aplikasi seperti kapal feri, kapal penangkap ikan, kapal bantu, dan kapal penelitian oseanografi. Keunggulan dasar dari jenis lambung ini dibandingkan untuk tipe kapal *monohull* yaitu lebih atraktif pada tampilan akomodasi, lebih baik dalam hal stabilitas secara transversal serta pada kasus tertentu mengurangi total hambatan dan juga ukuran dari mesin induk. Berbagai jenis kapal dikembangkan lebih lanjut guna untuk memenuhi kriteria desain. Antara lain konsep catamaran lebih disukai dan menjadi lebih populer, Sehingga banyak dari para pendesain kapal

mengembangkan metode desain awal untuk memberikan solusi yang akurat dari catamaran guna kapal penumpang yang dioperasikan di sungai.



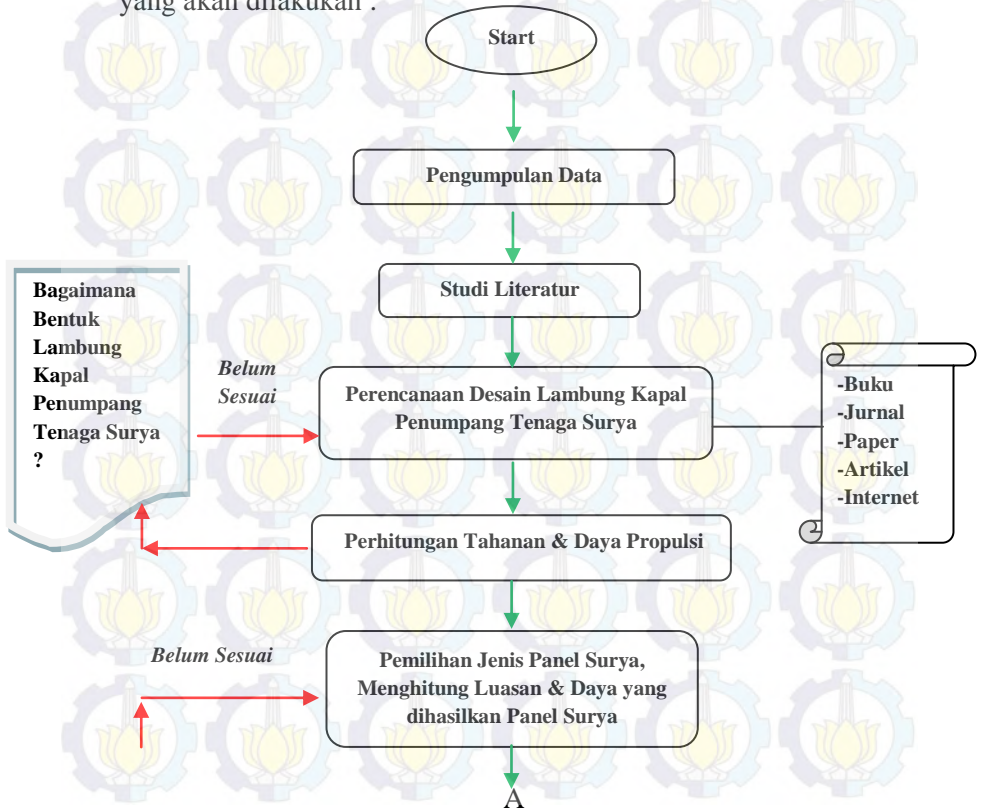
Gambar 2.4 Aplikasi Kapal Penumpang Tenaga Surya Untuk Sungai
(*Transatlantic21*)

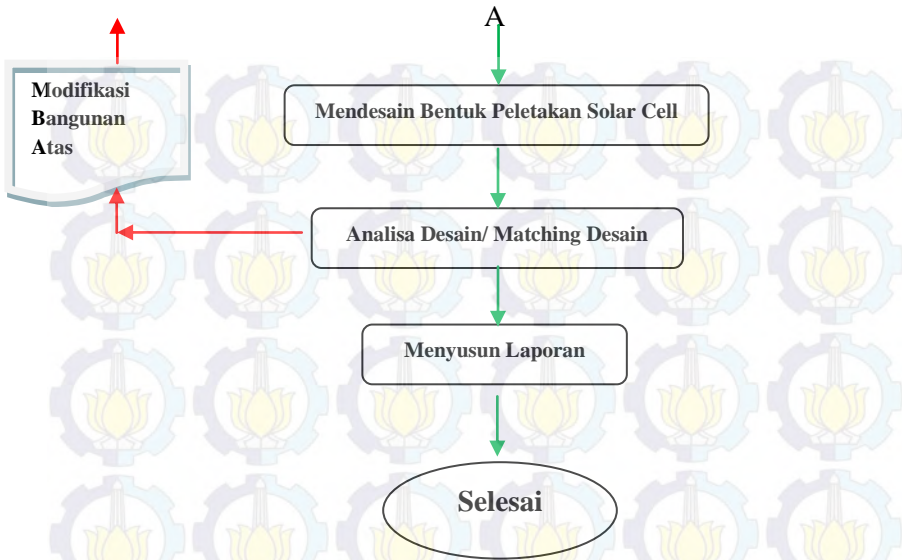
<http://www.transatlantic21.org/>

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penulisan

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan desain kapal penumpang tenaga surya yang cocok dengan kondisi sungai Bengawan Solo. Metode penelitian ini akan memberikan kemudahan bagi perancang untuk mendesain kapal yang akan diselesaikan. Berikut ini skematis dari metodologi pendesainan yang akan dilakukan :





Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data mengenai kapal yang akan dirancang dengan mendapatkan data kapal pembanding kapal penumpang tenaga surya untuk penyeberangan sungai Musi. Dimana project ini sudah di setujui dan akan dibangun pada awal tahun 2015. Dimensi kapal yang akan dirancang disesuaikan dengan dimensi kapal tenaga surya untuk penyeberangan sungai Musi. Jumlah penumpang hanya dibatasi sebanyak 37 orang penumpang dan 3 ABK dengan estimasi berat orang dewasa adalah 75 Kg. Sehingga diperoleh untuk bobot penumpang yang direncanakan adalah $40 \text{ Orang} \times 75 \text{ Kg} = 300 \text{ Kg}$.

3.3 Studi Literatur

Sebagai langkah awal pengumpulan data di dapat dari studi literatur. Studi literatur disini bersumber dari data yang diberikan oleh dosen, paper, tugas akhir, buku-buku, e-book,

maupun referensi-referensi lain yang dapat mendukung penelitian ini secara teori. Studi literatur meliputi:

1. Macam-macam bentuk lambung jenis *Catamaran*.
2. Konversi energi sinar matahari.
3. Jenis-Jenis Sel Surya.
4. Baterai, Motor Listrik dan komponen lainnya yang mendukung sistem tenaga dari Panel Surya.

3.4 Perencanaan Desain Lambung Kapal Penumpang Tenaga Surya

Membuat desain Lambung Kapal Penumpang Tenaga Surya sesuai dengan ukuran utama yang ada, kemudian mendesain bentuk lambung sesuai keinginan. Jika bentuk lambung belum sesuai, maka harus mencari studi literatur kembali sebagai referensi.

3.5 Perhitungan Tahanan Dan Daya Propulsi

Perhitungan tahanan dan daya propulsi berdasarkan running dari software yang digunakan yaitu *Hullspeed-Maxsurf*. Dalam perhitungan tersebut menggunakan efisiensi lambung sebesar 85% dengan metode yang disesuaikan berdasarkan algoritma untuk masing-masing metode di *Hullspeed-Maxsurf*.

3.6 Pemilihan Jenis Panel Surya, Menghitung Luasan & Daya Yang Dihasilkan Panel Surya

Setelah perhitungan daya propulsi di dapatkan maka langkah selanjutnya adalah pemilihan jenis panel surya yang memiliki efisiensi tinggi, kemudian menghitung total luasan panel surya berdasarkan jumlah total panel yang dibutuhkan disesuaikan berdasarkan daya total listrik yang dibutuhkan oleh kapal. Untuk menghitung total daya panel yang dihasilkan, yaitu dengan cara jumlah total panel surya dikalikan jumlah daya tiap panel surya.

3.7 Mendesain Bentuk Peletakan Panel Surya

Dalam mendesain bentuk peletakan panel surya tidak hanya memperhatikan total jumlah dari panel surya yang dibutuhkan melainkan juga memperhatikan estetika secara teknik dalam mendesain bangunan atas kapal.

3.8 Analisa Desain/ Matching Desain

Analisa desain/ matching desain yaitu menganalisa bentuk kapal secara keseluruhan apakah sesuai dengan kondisi dermaga yang ada di Bengawan Solo.

3.9 Menyusun Laporan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan buku tugas akhir sebagai laporan dan dokumentasi secara keseluruhan, mulai dari tahap awal hingga tahap akhir pembuatan tugas akhir. Dokumentasi dibuat dengan harapan untuk memudahkan pengembangan desain ini di kemudian hari.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Ukuran Utama Kapal

Sebelum menentukan ukuran utama kapal maka ditentukan terlebih dahulu perencanaan dari berat yang mempengaruhi kapal. Diamsusikan sesuai dengan tabel 4.1

Tabel 4.1 Basic Design

Name Item	Amount	Unit Weight (Kg)	Total Weight (Kg)
Total Fiber Glass Hull Weight	1	5700	5700
Batery	16	65	1040
Outfitting & Accomodation Weight	1	1100	1100
Motor Electric include Propeller	2	52	104
		LWT	7944
Passanger Weight	40	75	3000
Passanger Carrying Cargo	40	25	1000
		DWT	4000
		Minimum Displacement	11944

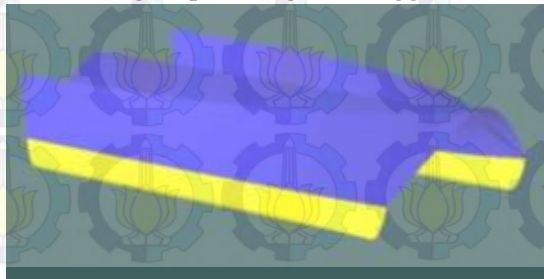
Maka dalam mendesain lambung kapal harus memperhatikan batas minimum *displacement*, sehingga kebutuhan berat yang direncanakan dapat terpenuhi.

Berikut adalah data-data ukuran utama rancangan kapal penumpang untuk tugas akhir ini.

Tabel 4.2 Principal Dimention

<i>PRINCIPAL DIMENSIONS</i>	
L Overall	15 Meter
L Waterline	14,42 Meter
Breadth Overall	6 Meter
Breadth Demihull	0,8 Meter
DEPTH	2 Meter
DRAFT	1 Meter
Crews	3 Persons
Passangers	37 Persons
Vs (Max)	5 Knot
Cb	0,645
Cp	0,823
Displacement	16,8 Ton

Dari rencana ukuran data kapal diatas maka didapatkan pemodelan desain lambung sesuai ukuran utama kapal. Berikut adalah gambar lambung kapal dengan menggunakan *Software Maxsurf*.



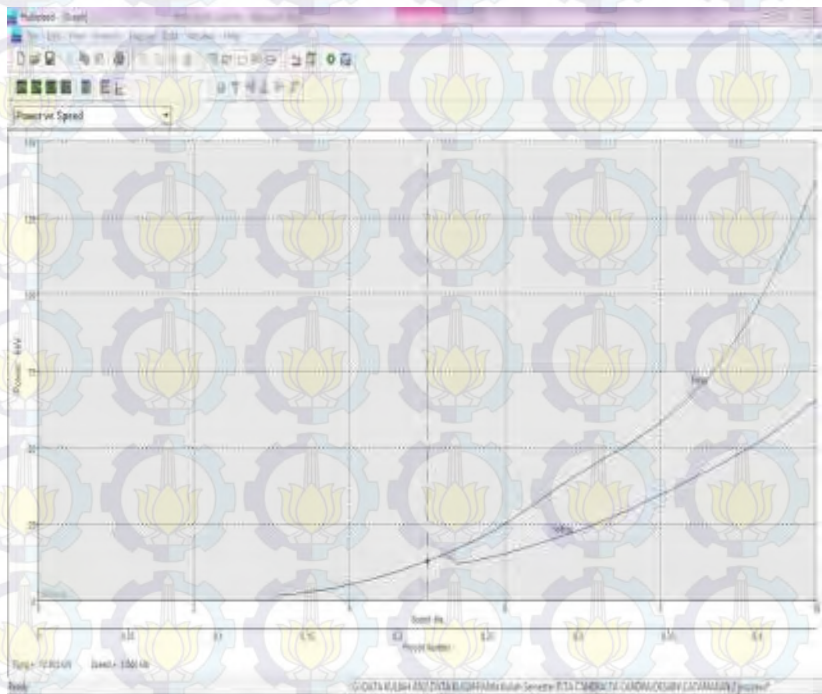
Gambar 4.1 Tampilan Isometric Desain Lambung Kapal

Dari pemodelan lambung kapal diatas kita dapat menentukan nilai dari tahanan berdasarkan *Displacement* pada lambung kapal. Untuk perhitungan tahanan sendiri menggunakan *Software Hullspeed* sehingga kita mengetahui besaran tahanan pada kecepatan tertentu sekaligus dapat mengetahui daya penggerak kapal. Namun dalam *running Hullspeed* hanya dapat menghitung sebatas EHP (*Effective Horse Power*). Hasil Running akan dijelaskan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil *running hullspeed*

No	Speed (Kts)	Fung Resist. (kN)	Fung Power. (Kw)	Slender Body Resist. (kN)	Slender Body Power (kW)
1	0	--	--	--	--
2	0,25	--	--	0	0
3	0,5	--	--	0,01	0
4	0,75	--	--	0,02	0,02
5	1	--	--	0,04	0,04
6	1,25	--	--	0,07	0,08
7	1,5	--	--	0,12	0,17
8	1,75	--	--	0,71	1,17
9	2	--	--	2,23	4,16
10	2,25	--	--	4,01	8,44
11	2,5	--	--	5,84	13,66
12	2,75	--	--	7,63	19,64
13	3	--	--	9,45	26,52
14	3,25	0,66	2,02	11,16	33,93
15	3,5	0,87	2,85	13,28	43,46
16	3,75	1,11	3,9	15,13	53,06

No	Speed (Kts)	Fung Resist (kN)	Fung Power (Kw)	Slender Body Resist. (kN)	Slender Body Power (kW)
17	4	1,38	5,18	17,34	64,88
18	4,25	1,69	6,71	18,77	74,63
19	4,5	2,02	8,5	20,77	87,43
20	4,75	2,38	10,55	22,64	100,58
21	5	2,76	12,9	23,98	112,16
22	5,25	3,15	15,48	25,86	126,98



Gambar 4.2 Gambar diagram hasil *running maxsurf power vs speed*

Dalam menentukan metode perhitungan tahanan menggunakan *Software Hullspeed* haruslah memperhatikan Algoritma (Syarat-syarat) yang menjadi batasan menentukan perhitungan yang lebih presisi. Berikut tabel 4.4 menjelaskan Algoritma metode-metode perhitungan tahanan yang ada di *Software Hullspeed*.

Tabel 4.4 Hasil Algoritma *Software Hullspeed*

Algorithm	Requirement		
Savitsky	$3.07 < L/V^{1/3} < 12.4$		
	$3.7 < ie < 28.6$		
	$2.52 < L/B < 18.26$		
	$1.7 < B/T < 9.8$		
	$0 < At/Ax < 1$		
	$-0.016 < LCG/L < 0.0656$		
Lahtiharju (Round Bilge)	$4.47 < L/V^{1/3} < 8.3$		
	$0.68 < B^3/V < 7.76$		
	$3.33 < L/B < 8.21$		
	$1.72 < B/T < 10.21$		
	$0.16 < At/Ax < 0.82$		
	$0.57 < Cm < 0.89$		
Lahtiharju (Hard Chine)	$4.49 < L/V^{1/3} < 6.81$		
	$2.73 < L/B < 5.43$		
	$3.75 < B/T < 7.54$		
	$0.43 < At/Ax < 0.995$		
Holtrop	$0.55 < Cp < 0.85$		
	$3.9 < L/B < 15$		
	$2.1 < B/T < 4$		
van Oortmerssen	$8 < L < 80$		
	$3 < L/B < 6.2$		

	$0.5 < C_p < 0.73$
	$-7 < 100 \text{ LCG} / L < 2.8$
	$5 < V < 3000$
	$1.9 < B/T < 4$
	$0.7 < C_m < 0.97$
	$10 < ie < 46$
Series 60	$0.6 < C_b < 0.8$
	$5.5 < L/B < 8.5$
	$2.5 < B/T < 3.5$
	$-2.48\% < \text{LCB} < 3.51\%$
Delft	$2.76 < L/B < 5$
	$2.46 < B/T < 19.32$
	$4.34 < L/V^{1/3} < 8.5$
	$-6.00\% < \text{LCB} < 0.00\%$
	$0.52 < C_p < 0.6$
Compton	$-0.13 < \text{LCG}/L < -0.02$
	$4 < L/B < 5.2$
	$0.0037 < V/L^3 < 0.0053$
Fung	$0.0006 < V/L^3 < 0.0126$
	$1,696 < B/T < 10,204$
	$0.526 < C_p < 0.774$
	$0.556 < C_x < 0.994$
	$14.324o < ie < 23.673o$
	$2.52 < L/B < 17,935$

Dalam desain lambung yang dibuat, mengenai batasan Algoritma yang berlaku untuk software *Hullspeed* ditentukan menggunakan metode *Fung*. Pada saat *running* *Hullspeed* hanya metode *Fung* yang terbaca memberikan nilai logis.

Nilai yang diberikan metode *Fung* pada saat *running* adalah sebagai berikut:

$$V_s = 5 \text{ Knot}$$

$$R_t = 2,76 \text{ kN}$$

$$\text{EHP} = 12,9 \text{ kW}$$

Dalam mencapai daya 12,9 kW EHP merupakan *Service Continuous Rating* sebesar 85% dari nilai BHP, maka nilai BHP sebagai berikut.

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{EHP}{85\%} \\ &= \frac{12,9 \text{ kW}}{0,85} \\ &= 15,176 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.2. Pemilihan Mesin Induk

Untuk mencapai kecepatan *service* sebesar 5 Knot maka membutuhkan daya motor Induk Sebesar 15,176 kW. Untuk mesin induk menggunakan motor *Outboard Engine DC Electrical*. Pemilihan motor induk menggunakan:

Tabel 4.5 Aqua Watt Green Power AB 13 R (With Remote)

<i>Transom height</i>	<i>20 inch</i>
<i>Nominal voltage</i>	<i>48 volts</i>
<i>Current max. AGM/ LI maximal</i>	<i>240 Amp</i>
<i>Power output AGM / LI battery</i>	<i>10 kW</i>
<i>Battery system</i>	<i>48 V AGM</i>

<i>Plug connection type</i>	<i>SBE 320</i>
<i>Cabletype for remote installation</i>	<i>C2</i>
<i>Weight</i>	<i>52 Kg</i>
<i>Propeller size</i>	<i>9,25 - 10 Inch</i>
<i>Thrust with standard propeller</i>	<i>112 da N</i>
<i>Thrust with thrust propeller</i>	<i>123 da N</i>
<i>Maximum speed</i>	<i>23 Knots</i>
<i>Range of use</i>	<i>Lakes, coats, rivers- suitable for salt water use</i>

Dengan spesifikasi *Outboard Electric* di atas maka membutuhkan 2 mesin dengan masing-masing daya 10 kW untuk bisa memenuhi kebutuhan BHP sebesar 15,176 kW.



Gambar 4.3 Electrical Outboard Aqua Watt AB 13R

(http://www.aquawatt.at/GB/elektro_aussenbordmotoren_14_GB.html)

4.3. Pemilihan Baterai

Dalam pemilihan baterai harus disesuaikan dengan kebutuhan daya. untuk semua perangkat elektrik di kapal ini. Dalam perencanaan kebutuhan listrik yang akan disuplai oleh panel surya ke baterai difokuskan untuk kebutuhan listrik *Main Engine Electrical* saja,

Perencanaan kebutuhan utama listrik harian didasarkan pada konsumsi daya pada kebutuhan berikut.

Tabel 4.6 List peralatan kebutuhan utama listrik

No	Peralatan	Jumlah	Daya (kW)	Total Daya (kW)
1	Main Electric Engine Aqua Watt Green Power AB 13R	2	10	20

Total daya yang dibutuhkan dari kebutuhan sesuai tabel diatas adalah **20 kW**. Dिसesuaikan pula dengan rute perjalanan kapal sejauh 200 Meter. Dengan *service speed* 5 knot untuk perjalanan 200 Meter maka membutuhkan waktu

$$Waktu = \frac{Jarak (Km)}{Kecepatan \left(\frac{Km}{Jam}\right)}$$

$$Waktu = \frac{0,2 Km}{5 knot \times 1,852}$$

$$Waktu = \frac{0,2 Km}{5 knot \times 1,852}$$

$$Waktu = 0,02159 Jam$$

Untuk model operasi kapal dengan rute sejauh 200 meter direncanakan dengan waktu operasional 06.00-18.05. Setiap pemberhentian.

Tabel 4.7 Model Operasi Kapal Tenaga Surya

Trip	Nama Dermaga	Berangkat	Tiba	Menunggu	Keterangan
1	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	06.00	06.05	15	Pool
2	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	06.20	06.25	15	
3	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	06.40	06.45	15	
4	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	07.00	07.05	15	
5	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	07.20	07.25	15	
6	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	07.40	07.45	15	
7	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	08.00	08.05	15	
8	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	08.20	08.25	15	
9	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	08.40	08.45	15	
10	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	09.00	09.05	15	
11	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	09.20	09.25	15	
12	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	09.40	09.45	15	
13	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	10.00	10.05	15	
14	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	10.20	10.25	15	

15	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	10.40	10.45	15	
16	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	11.00	11.05	15	
17	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	11.20	11.25	15	
18	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	11.40	11.45	15	
19	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	12.00	12.05	25	
20	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	12.30	12.35	25	
21	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	13.00	13.05	25	
22	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	13.30	13.35	25	
23	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	14.00	14.05	25	
24	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	14.30	14.35	25	
25	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	15.00	15.05	25	
26	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	15.30	15.35	25	
27	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	16.00	16.05	25	
28	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	16.30	16.35	10	
29	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	16.45	16.50	10	

30	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	17.00	17.05	10	
31	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	17.15	17.20	10	
32	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	17.30	17.35	10	
33	Jl.Tempel Gadingan – Pucang Sawit	17.45	17.50	10	
34	Pucang Sawit – Jl.Tempel Gadingan	18.00	18.05	-	Kembali ke Pool

Untuk total perjalanan adalah 34 kali sehingga waktu pengoperasian adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total waktu pengoperasian } 34 \times 5 \text{ menit} &= 170 \text{ menit} \\ &= 2,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan Energi harian untuk *Service Speed 5 Knot* maka power yang dibutuhkan adalah

$$15 \text{ kW} \times 2,8 \text{ Jam} = 42 \text{ kWh dalam 1 hari}$$

Dalam perencanaan ditentukan terdapat paket daya yang jumlah energinya disesuaikan dengan kebutuhan energi harian saat kapal beroperasi selama 2,8 jam. Sehingga total kebutuhan daya baterai adalah

$$\text{Total Power} = 42 \text{ kWh dalam 1 hari}$$

Sebelum menentukan spesifikasi baterai, terdapat beberapa pertimbangan dalam memilih jenis baterai berdasarkan bahan, berat, ketahanan baterai, perawatan dan harga.

Tabel 4.8 Perbandingan karakteristik jenis baterai

Battery Type	Lead Acid Deep Cycle	Lead Acid AGM	LiFePo4 Lithium Iron Phosphate	Lithium Polymer
Use	Trolling used periodically	Some high power use thrust	High Power Speed & Thrust	High Power Speed & Thrust
Cycles (h)	700-1200	600-1000	1800-2500	900-1400
Capacity 1 h	55-60%	60-65%	90-95%	90-95%
Wegiht/kWh	28 Kg	28 kg	11 Kg	7 kg
Battery Management System	No	No	Included	Included
Price/kWh	USD 260,11	USD 278,679	USD 696,765	USD 1393,53

Berdasarkan tabel perbandingan karakteristik jenis baterai maka dipilih jenis baterai berbahan AGM (Absorbed Glass Mat)

Untuk memenuhi kebutuhan daya sebesar 42 kW dengan spesifikasi baterai sebagai berikut

Merk = Aqua Watt Lithium AGM

Type = 12 LC-225 12 Volt, 243 Ah

Length, Beam, High in mm = 1570 x 260 x 480

Weight = 65 Kg

P baterai = 2,916 kWh

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{P \text{ total dalam 1 hari}}{P \text{ 1 baterai}}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{42 \text{ kW}}{2,916 \text{ kW}}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = 14,403 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan (dibulatkan)} = 16 \text{ buah}$$

Kapasitas daya yang dihasilkan baterai adalah

$$P = 16 \times 2,916 \text{ kWh}$$

$$= 44,4 \text{ kWh}$$



Gambar 4.4 Aqua Watt AGM
(http://www.aquawatt.at/GB/aquawatt_liion_batterien_16_GB.html)

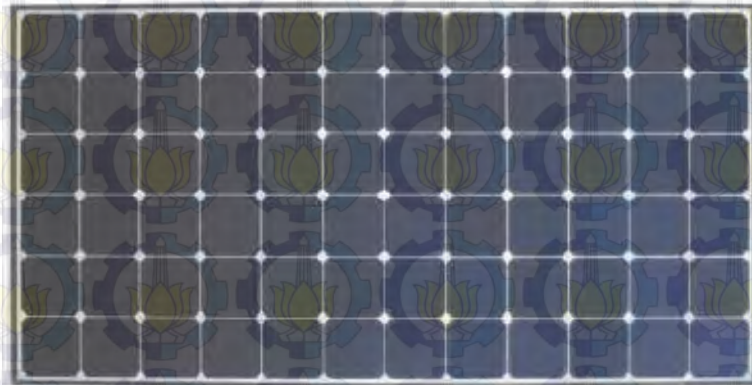
4.4. Pemilihan Panel Surya

Fungsi dari panel surya sendiri difokuskan untuk mengisi baterai sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan motor listrik induk. Untuk jenis pemilihan panel surya didasarkan pada efisiensi bahan penyusul modul panel surya untuk dapat menghasilkan listrik yang optimal. Bahan panel surya yang dipakai adalah monocrystalic dengan memiliki efisiensi rata-rata 24%.

Tabel 4.9 Spesifikasi Panel Surya

Brand	Sun Factory
Model	TSF-240 M Black Hig Eff
Maximum Power	240 Wp
Open circuit Voltage	48,6 V
Maximum Power Point Voltage	40,5 V

Short circuit current	6,3 A
Maximum Power Point Current	5,93 A
Module efficiency	19,3 %
Max. System Voltage	600 VDC
Dimension (Length, Beam, High)	1559 x 798 x 46 (mm)
Weight	15 Kg



Gambar 4.5 Solar Module TSF 240 Black High Efficiency

Untuk mencapai *Break Horse Power* yang sesuai dengan kebutuhan *service speed* sebesar 15,176 kW maka ditambahkan panel surya sebesar :

Jumlah Panel Surya

$$\begin{array}{r}
 \text{BHP} \\
 \hline
 \text{Power 1 panel surya} \\
 15176 \text{ Watt} \\
 \hline
 240 \text{ Watt} \\
 776 \text{ Watt} \\
 \hline
 240 \text{ Watt}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Panel Surya (dibulatkan)} &= 63,2 \text{ panel surya} \\
 &= 64 \text{ panel surya} \\
 \text{Total Power Panel Surya} &= 64 \times 240 \text{ Wp} \\
 &= 15360 \text{ Wp} \\
 &= 15,36 \text{ kWp}
 \end{aligned}$$

Sehingga output solar panel dalam 1 hari operasional kapal dari pukul 06.00 – 18.05 diasumsikan terdapat lama waktu normal sinar matahari menyinari bumi selama 8 jam dari pukul 08.00 – 16.00 sehingga dapat menghasilkan daya

$$\begin{aligned}
 \text{Total output power panel surya 1 hari} &= 15,36 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 122,880 \text{ kW.day}
 \end{aligned}$$

4.5. Pemilihan Charger Control Baterai

Fungsi dari *charger control* adalah mengontrol aliran arus dari susunan panel surya untuk pengisian daya baterai dan melindungi baterai dari kelebihan beban pengisian. Dalam perkembangan *charge control* baterai saat ini sudah terdapat teknologi yang menerapkan *Maximum Power Point Tracking (MPPT)*. Dimana teknologi tersebut dapat mendeteksi secara otomatis jumlah energi listrik didalam baterai. Pada umumnya jumlah energi dalam baterai terdapat 15-20% dari jumlah maksimal, maka secara otomatis MPPT akan memutuskan arus yang menuju ke motor utama. Begitu sebaliknya apabila jumlah energi listrik dalam baterai sudah penuh 100% maka arus untuk meng-charge baterai secara otomatis akan putus sehingga tidak akan terjadi *Over Load Charging*. Sehingga dipilih spesifikasi *charge control* yang menggunakan MPPT.

Direncanakan untuk arus keluaran dari charge control MPPT adalah 60 Ampere dengan voltase keluaran sebesar 48 volt menggunakan produk dari EP Solar E-Tracer model ET6415N dimana voltase dari spesifikasi *charge control* sama dengan voltase dibutuhkan oleh motor induk. Sedangkan untuk spesifikasi dari panel surya sendiri adalah

Voltage sytem : 24 Volt

Maximum power point current : 5,93 Ampere

Untuk 2 panel surya yang di susun seri dapat menghasilkan tegangan sebesar 48 volt dan arus 5,93 ampere.

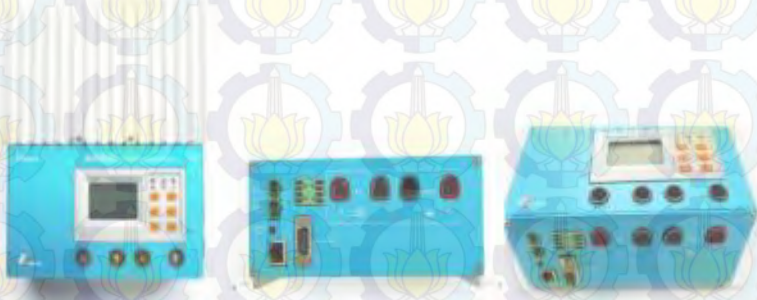
Sehingga 1 MPPT *charge control* direncanakan dapat meng-cover 8 rangkaian paralel dengan terdiri dari 16 buah panel surya dimana arus yang dihasilkan sebesar:

$$\begin{aligned} I_{\max} &= 8 \times 5,93 \text{ ampere} \\ &= 47,44 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan *charger control* MPPT E-Tracer model ET4415N sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah MPPT (n)} &= \frac{\Sigma \text{ Total Modul PS}}{\Sigma \text{ PS yang di cover oleh 1 MPPT}} \\ \text{Jumlah MPPT (n)} &= \frac{64 \text{ buah panel surya}}{16 \text{ buah panel surya}} \\ &= 4 \text{ buah MPPT } \textit{charge control} \end{aligned}$$

Sehingga digunakan 4 buah *MPPT charge control* karena direncanakan terdapat 4 zona panel surya.



Gambar 4.6 Solar Charge Control EP Solar e-Tracer Series ET6415N

4.6. Perancangan Sistem Daya Kapal

Untuk menjamin sistem distribusi daya dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan operasional maka sangat perlu direncanakan perancangan sistem daya kapal. Sesuai dengan spesifikasi yang dipilih pada sub bab sebelumnya.

a. Baterai:

Brand	=	Aqua Watt Lithium AGM
Type	=	12 LC-225 12 Volt, 243 Ah
Jumlah	=	16 buah
Length, Beam, High in mm	=	1570 x 260 x 480
Weight	=	65 Kg
P baterai	=	2,916 kWh

b. Panel Surya:

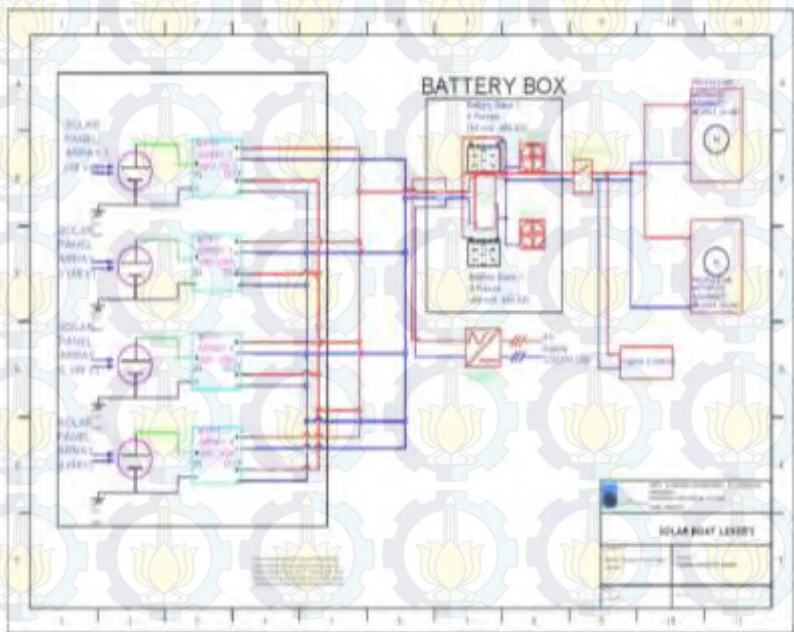
Brand	=	Sun Factory
Model	=	TSF-240 M Black Hig Eff
Power Maksimum	=	240 Wp
Maximum Power Point Current	=	5,93 A
Open circuit Voltage	=	48,6 V
Maximum Power Point Voltage	=	40,5 V
Amount	=	64 pieces

c. Battery Charge Control (MPPT)

Nominal system voltage	=	12V/24V/36V/48V auto work
Rated Battery current	=	60A
Max. PV open circuit voltage	=	150V
Voltage range	=	8~72V
Max. PV input power	=	3200 W (48V)
Self-consumption	=	1.4~2.2W
Grounding	=	Negative
Amount	=	4 Pieces

d. Motor Induk

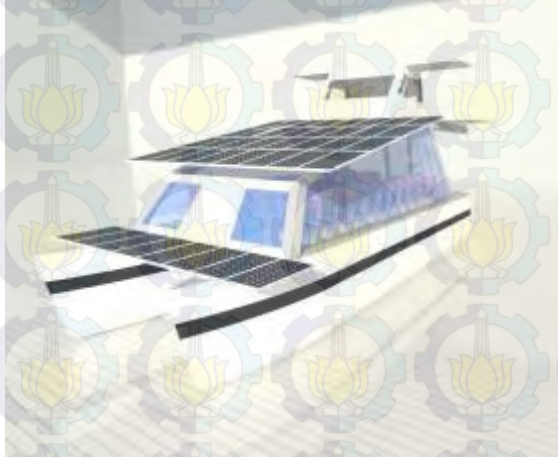
Brand	= Aqua Watt
Type	= Green Power AB 13 R
Nominal voltage	= 48 volts
Current max. AGM/ LI maximal	= 240 Amp
Power output AGM / LI battery	= 10 kW
Battery system	= 48 V AGM
Weight	= 52 Kg
Propeller size	= 9,25 - 10 Inch
Thrust with standard propeller	= 112 da N
Thrust with thrust propeller	= 123 da N
Maximum speed	= 23 Knots
Range of use	= Lakes, coasts, rivers suitable for salt water
Amount	= 2 Pieces



Gambar 4.7 Electric Diagram Solar Boat

4.7. Desain Rancangan Kapal

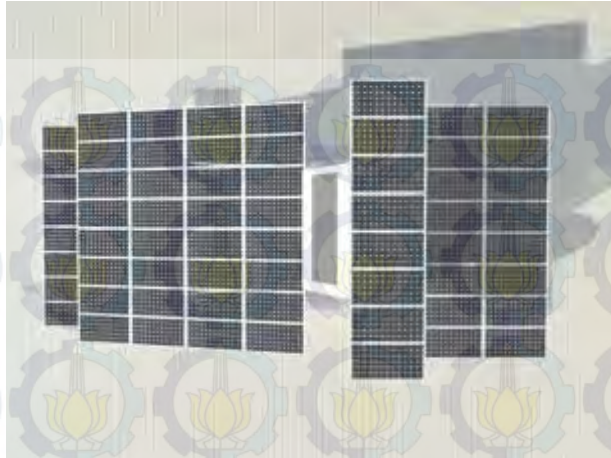
Dalam mendesain bangunan kapal haruslah memperhatikan estetika dan juga keselarasan bentuk panel surya dengan kondisi badan kapal yang telah didesain.



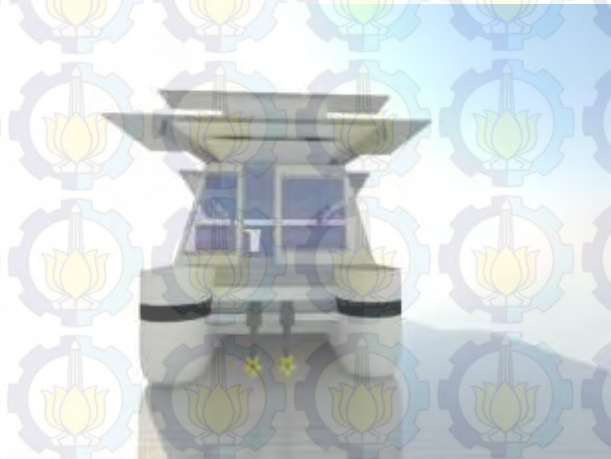
Gambar 4.8 3D View Final Project Solar Boat



Gambar 4.9 Side View Final Project Solar Boat



Gambar 4.10 Upper View Final Project Solar Boat



Gambar 4.11 Back View Final Project Solar Boat



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah mengerjakan tugas akhir ini dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis *Solar Panel* yang cocok dan paling efisien untuk kapal tenaga surya penyeberangan Sungai Bengawan Solo adalah menggunakan jenis *Monocrystalic* karena memiliki efisien sebesar $\pm 20\%$.
2. Jumlah *Solar Cell* yang digunakan dalam kapal ini adalah 64 buah. Dengan luas panel surya secara keseluruhan adalah $79,616 \text{ m}^2$.
3. Kapal surya untuk penyeberangan Sungai Bengawan Solo ini dapat beroperasi menggunakan *Solar Cell* sebagai sumber energi listrik utama, dimana dari *Solar Cell* dapat menghasilkan energi listrik sebesar $15,36 \text{ kW}$. Sedangkan daya untuk motor listrik penggerak kapal pada *Service Speed* dalam hal ini adalah *Break Horse Power* (BHP) sebesar $15,176 \text{ kW}$.
4. *Service Speed* yang dapat dihasilkan dengan daya $15,176 \text{ kW}$ untuk kapal ini adalah 5 Knot.

5.2. Saran

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Hal yang sangat perlu dilanjutkan untuk tugas akhir ini adalah dibuatkannya *prototype* sehingga dapat direalisasikan energi dari *Solar Cell* dapat digunakan untuk penggerak utama kapal.
2. Untuk teknologi *Solar Cell* saat ini yang diterapkan dalam kapal masih menghasilkan kecepatan yang rendah, untuk itu solusinya perlulah desain lambung yang bisa menghasilkan kecepatan lebih tinggi dengan power *Solar Cell* yang sama.



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2000. Surakarta dalam Angka 2000, Badan Pusat Statistik Kota Surakarta.
- G.N.Tiwari dan Swapnil, Dubey. 2009. Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications.
- Jovendra. Heru., 2012. Rencana Bangun Kendaraan Listrik dengan Memanfaatkan Potensial Tenaga Surya. *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Lubis, Abu bakar dan Sudrajat, Adjat., 2006. Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik. BPPT PRESS. Jakarta.
- Murdijanto, I Ketut Aria Pria Utama, dan Andi Jamaluddin., 2011. An Investigation Into Resistance/ Power and Seakeeping Characteristics of Catamaran and Triamaran. 25-26.
- Pratama,S. dan Eka, Nanda., 2012. Kajian Perancangan Solar Cell beserta power management untuk kapal perintis bertipe trimaran dengan sistem propulsi water jet berpengerak motor listrik. ITS. Surabaya.
- Sudiyono dan Antoko, Bambang,. 2006. Perencanaan dan Pembuatan Kapal Wisata dengan Motor Generator Listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Pengerak Propeler. ITS. Surabaya.

BIODATA PENULIS



Candra Prasetyo Endro Penulis dilahirkan di Gresik, 25 Oktober 1991, dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah dan menyelesaikan pendidikan formal di TK Dharmawanita Gresik, SDN Indro Gresik, SMP Negeri 1 Gresik, SMA Negeri 1 Gresik. Pada tahun 2010 penulis lulus dari jenjang SMA kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi yaitu Sarjana Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pada saat jenjang perkuliahan

penulis menjadi ketua departemen Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan pada periode 2012/2013. Serta menjadi ketua dari Marine Solar Boat Team-ITS pada periode 2012-2014.



AGM Batteries and Chargers for **aquawatt** Outboard engines

AGM (Absorbed Glass Mat) sealed battery technology was developed in 1985 for military aircraft where power and weight were paramount considerations. AGM batteries has become the highest evolution of deep cycle sealed batteries for marine and RV applications. This technology delivers increased safety, performance, and service life over all other existing sealed battery types, including gel technology. The AGM battery gives exceptional high power because its very low internal electrical resistance.

To avoid different voltages of single batteries we have developed an equalizer system which distributes the charging and discharging energy exactly on all single batteries of the system.

PRICE LIST 1 - 2014 minimum order 4 pcs

AGM Batteries, suitable for aquawatt outboard engines					sales price 2014 in EURO ex works	
Type / Voltage	Lenght, width, height in mm	Weight	Capacity C20 / C 5 Ah	Price excl. VAT	Price incl. 20 % VAT	
12 LC-100 12 Volt	328 x 172 x 222	30 Kg	107 Ah / 86 Ah	245.-	294.-	
12 LC-130 12 Volt	407 x 177 x 225	35 Kg	128 Ah / 103 Ah	290.-	348.-	
12 LC-134 12 Volt	340 x 173 x 280	41,50 Kg	143 Ah / 115 Ah	345.-	414.-	
12 LC-150 12 Volt	483 x 170 x 240	44,50 Kg	160 Ah/ 129 Ah	375.-	450.-	
12 LC-180 12 Volt	530 x 209 x 214	53 Kg	193 Ah / 155 Ah	445.-	534.-	
12 LC-200 12 Volt	522 x 240 x 219	60 Kg	214 Ah / 172 Ah	475.-	570.-	
12 LC-225 12 Volt	522 x 240 x 223	65 Kg	243 Ah / 194 Ah	545.-	654.-	
12 LC-260 12 Volt	520 x 268 x 220	74 Kg	278 Ah / 225 Ah	610.-	732.-	
Chargers						
Charger AGM 1, 230 V - 48 V 20 A				560.-	672.-	
Charger AGM 3, 230 V - 48 V 35 A oder 80 V - 18 A				1.160.-	1.392.-	
Balance Module for charge balance between 2 AGM Batteries, 1 piece				90.-	108.-	
Required quantity for Green Power engine 4 x 12 V = 48 V						
Required quantity for Green Force engine 4 x 12 V = 48 V						
Required quantity for Green Thruster engine 7 x 12 V = 84 V						

Publication is non binding. Information subject to changes without prior notice.



Development, manufacturing and sales world wide
aquawatt Mechatronik und Yachtbau

Dieter Seebacher Wasserstrasse 1 A - 9062 Moosburg AUSTRIA
 Telefon +43 4272 82 256 Fax +43 4272 82 257
 Homepage www.aquawatt.at e- mail info@aquawatt.at

Network MPPT Solar charge controller

eTracer series



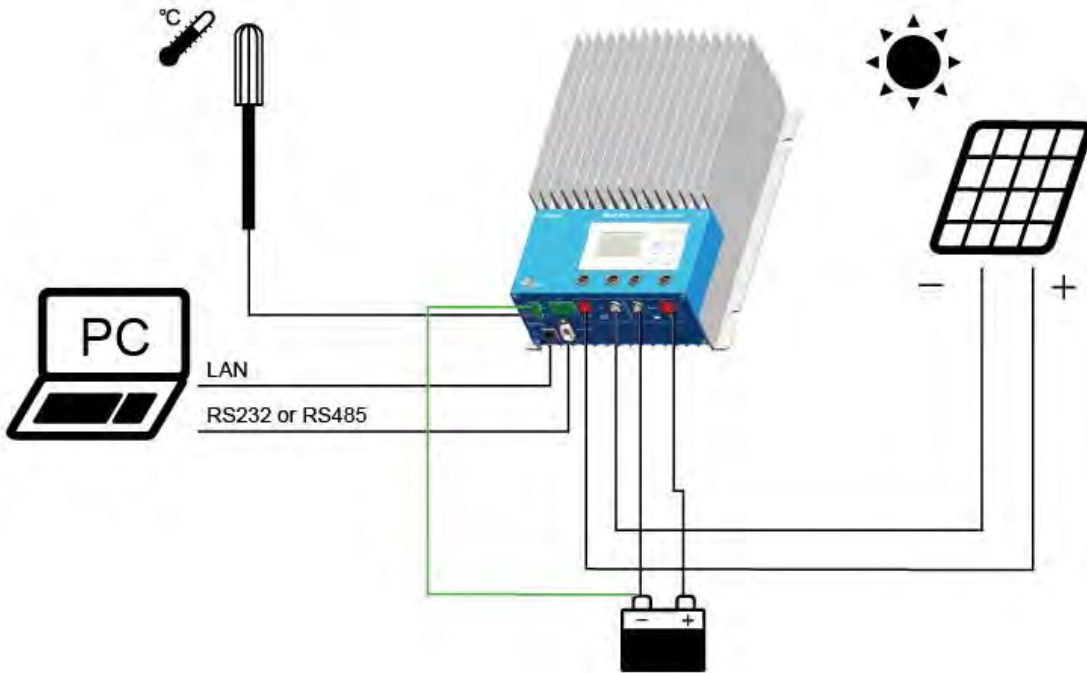
eTracer is an advanced Maximum Power Point Tracking (MPPT) controller for off-grid photovoltaic (PV) systems up to 3KW. The controller features a smart tracking algorithm that maximizes the energy harvest from the PV by rapidly finding the solar array peak power point in all the weather condition. The controller provides higher efficiency up to 98% with lower power loss.

Include up to 450 days data logging by connecting to Ethernet.

Features:

- ◆ 12/24/36/48V auto work
- ◆ Advanced MPPT technology
- ◆ Several seconds tracking speed
- ◆ High Tracking efficiency of 99%
- ◆ Multiphase synchronous rectification technology
- ◆ Peak conversion efficiency of 98%
- ◆ DSP&ARM processors architecture ensures high speed and performance
- ◆ Multifunction LCD displays system data and status
- ◆ Three kinds of communication ports :RS232, CAN BUS and Ethernet
- ◆ Three stages charging optimizes battery performance
- ◆ Software update by users





Electronic Protections:

- ◆ PV array short circuit
- ◆ PV over current
- ◆ PV over voltage
- ◆ Over charging
- ◆ PV reverse polarity
- ◆ Battery reverse polarity
- ◆ Overheating protection

Model Overview:



ET2415N/ET3415N/ET4415N/ET6415N
12/24/36/48V auto work
20A/30A/45A/60A



TS-R
Remote Temperature Sensor



Display interface:







eTracer MPPT Solar charge controller

Model	ET3415N	ET4415N	ET6415N
Nominal system voltage	12V/24V /36V/48V auto work		
Rated Battery current	30A	45A	60A
Max. PV open circuit voltage	150V		
Voltage range	8~72V		
Max. PV input power	400W (12V)	600W (12V)	800W (12V)
	800W (24V)	1200W (24V)	1600W (24V)
	1200W (36V)	1800W (36V)	2400W (36V)
	1600W (48V)	2400W (48V)	3200W (48V)
Self-consumption	1.4~2.2W		
Grounding	Negative		

Mechanical	ET3415N	ET4415N	ET6415N
Overall	231x203x105mm	285x203x105mm	285x203x121mm
Mounting	150x193mm	200x193mm	200x193mm
Terminal	35mm ²	35mm ²	35mm ²
Net Weight	4.1kg	4.4kg	5.0kg

Environmental

Ambient Temp. Range	-25℃~+55℃
Storage Temp. Range	-30℃~+85℃
Humidity range	10%-90% N.C.
Enclosure	IP20

Modules



The high efficiency module is an innovative black module from Sunpower with all-back contact monocrystalline cells, white tedlar and black aluminium frame RAL 6063. This module is special designed for projects where esthetics and high efficiency is very important.

- Product warranty : 10 years

This limited product warranty includes all technical malfunctions which might occur within 10 years. Excluded are malfunctions due to misuse and failure of installation. The limited product warranty is based on the conditions of the manufacturer.

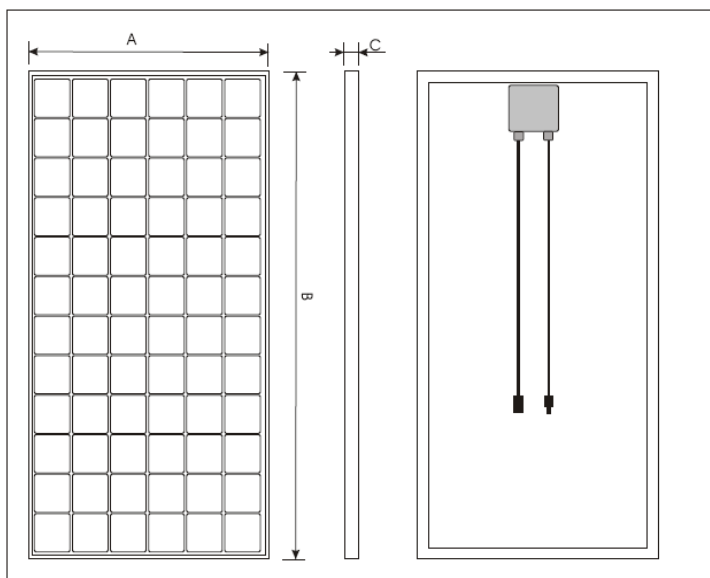
- Power warranty: 25 years

25 years limited power warranty based on the conditions of the manufacturer.



The electrical data applies under Standard Test Conditions (STC):
Radiation 1,000 W/m² with a spectrum of AM 1.5 and at a cell temperature of 25 °C.

Article no.	TSF-240 M black high eff.	NOCT Irr. 800W/m ² , 20 dgr, 1 m/s
Maximum power	Pmax 240 Wp	177 Wp
Open circuit voltage	Voc 48.6 V	45.4 V
Maximum power point voltage	Vmpp 40.5 V	37.3 V
Short circuit current	Isc 6.30 A	5.06 A
Maximum power point current	Impp 5.93 A	4.73 A
Module efficiency	n 19.3 %	



The modules are certified in accordance with:
IEC 61215, IEC 61730, CE, Safety class II, UL 1703, Class C Fire Rating

The Sun Factory reserves the right to make specification changes without notice.

Component materials

Cells per module 72
Cell type monocrystalline silicon
Cell dimensions 125 x 125 mm (back)

Thermal characteristics

NOCT 45°C
TC Isc 3,5 mA / K
TC Voc -132,5 mV / K
TC Pmpp -0,38 % / K

System integration parameters

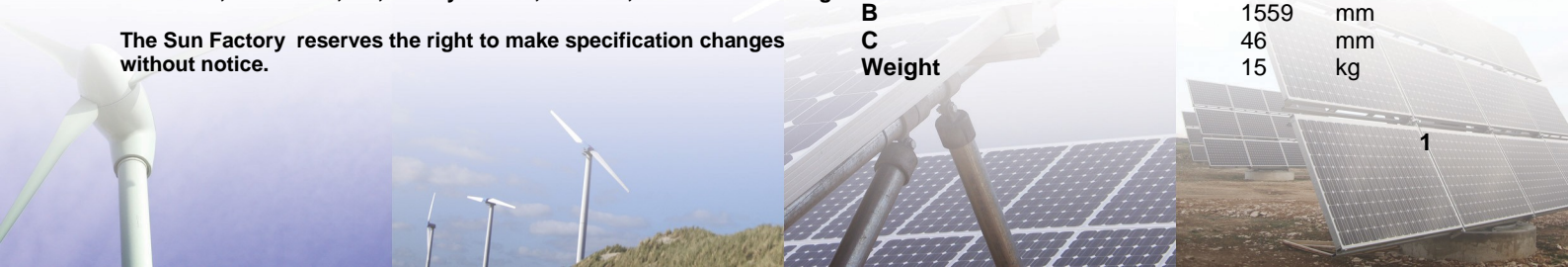
Max. system voltage SC II 600 VDC
Max. reverse current Do not apply external voltages larger than Voc to the module

Additional data

Power tolerance +5 / - 3 %
Junction box IP 65, with 3 diodes
Connector, cable MC4, 1m cable

Dimensions

A 798 mm
B 1559 mm
C 46 mm
Weight 15 kg





Modules

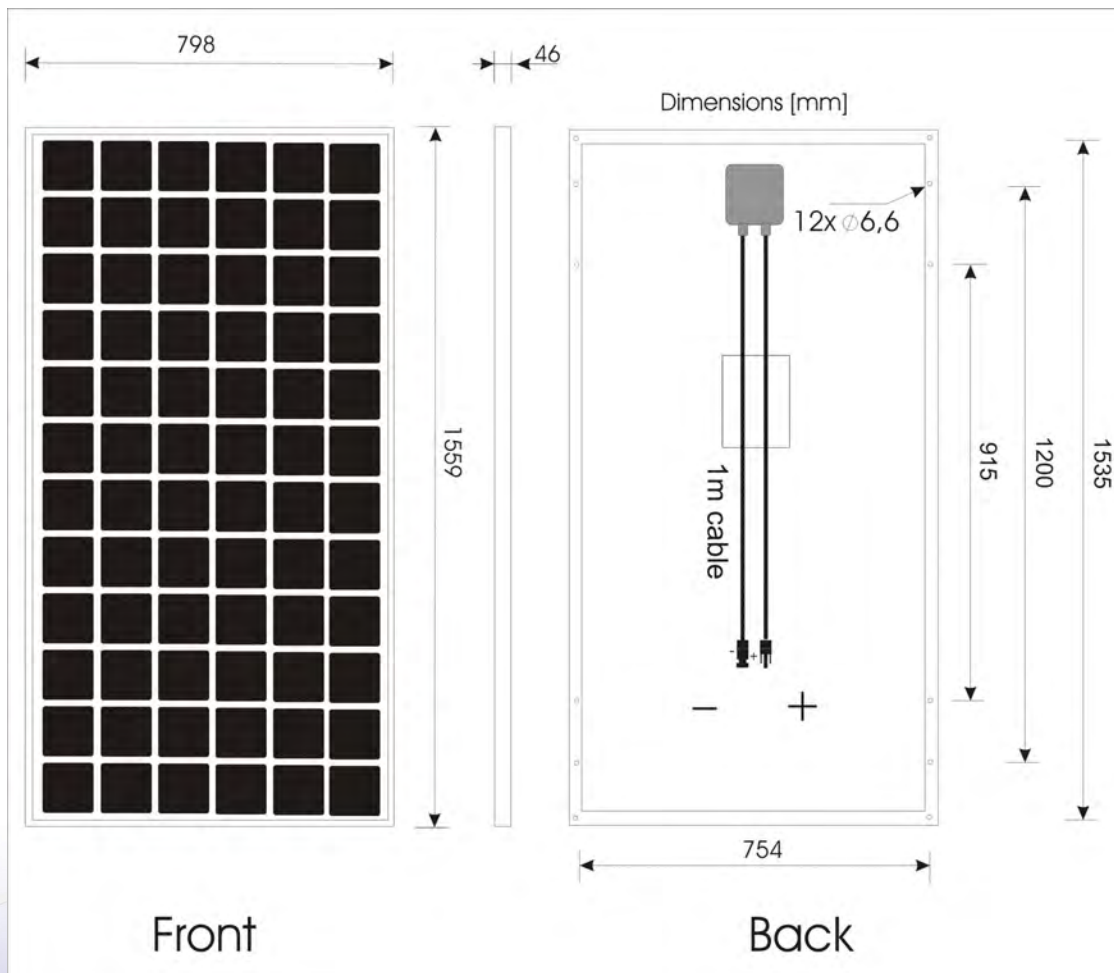
Mechanical Data

Component materials

Cells per module	72
Cell type	All-back contact monocrystalline
Cell dimensions	125 x 125 mm (back)
Front glass	High transmission tempered glass with anti Reflective (AR) coating
Junction box	IP 65, with 3 bypass diodes
	Dimensions 32x155x128 mm
Connector	Multicontact, MC4 connectors
Output cable	1000mm length
Frame	Anodized aluminium alloy type 6063 (black)

Dimensions

A	798	mm
B	1559	mm
C	46	mm
Weight	15	kg
Max windload	245	kg/m ²



aqua watt



ELECTRIC OUTBOARD ENGINES

Brochure 1-2014 (EN)

CE

Aquawatt manufactures the world's most powerful electric outboard engines

Green Power 50V 13KW = Real 18 HP

The universal power system for hydro planing and heavier hulls upto 2 tonnes. Power output 10 KW with lead acid batteries and 13 KW with the aquawatt 50 V lithium battery packs.



Green Racing 80V 22KW = Real 30 HP

A unique and light system for light and fast boats upto 600 kg. Can only be used with 80 V aquawatt lithium batteries.

The Big Green Thruster 80 V 22kW = Real 28 HP

The high power system with very high thrust for hydroplanes upto 800 kg, displacement hulls upto 10 tons, pontoon boats, house boats, ferries.

Large 12 inch propeller.



Advanced electric outboard engines for commercial and recreational boats

Can not be compared with conventional electric boat engines

Much more power output and thrust

Build with seawater resistant aluminium

Highly efficient watercooled AC induction motor

Suitable for saltwater with zincanode

Standard spare parts for waterpump, propeller and anodes

Cables UV and hydrolysis resistant

The aquawatt induction motor technology allows unusual high speeds.

Green Power AB 13 R and T

Versions: Type T with tiller, Type R for remote use

Transom height	20 inch
Nominal voltage	48/51 volts
Current max. AGM / Lithium	240/ 300 Amp
Power output AGM / LI Battery	10/ 13 KW
Battery system	48V AGM / 51V Li Ion
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	52 Kg
Propeller size	9,25 bis 10 Zoll
Thrust with standard propeller	112 da N /135 da N
Thrust with thrust propeller	123 da N / 148 da N
Maximum speed	23 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



Green Racing AB 22 R and T

Versions: Type T tiller, Type R for remote use

Transom height	20 Inch
Nominal voltage	80 Volts
Current max.	320 Amp
Power output	22 KW
Battery system	80 V Lithium
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	63 Kg
Propeller size	9,25 Inch
Thrust with standard propeller	150 da N
Thrust with thrust propeller	X
Maximum speed	26 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



The Big Green Thruster AB 22 R

Type R for remote use , Type T for tiller only custom build

Transom height	20 Inch
Nominal voltage	80 Volt
Current max.	300 Amp
Power output	20 kW
Batterysystem	Lithium, AGM for displacement hulls
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	94 Kg
Propeller size	Upto 12 Inch
Thrust with standard propeller	250 da N
Thrust with thrust propeller	300 da N
Maximum speed	22 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



Multi functional monitor system

All Aquawatt electric outboard engines are equipped with a perfect information system. The LCD– display indicates the rpm of the electric motor, the battery voltage, the operation hours, the motor current and the battery current.

Additionally the charging state of the battery is shown in percentage and a graphical display. Low battery and high temperature release an alarm light. Error messages are indicated by an error code.



Standard outboard trim, position fixing with locking pomg, galvanic corrosion protection with aluminium or zinq anodes.

For your safety

- ◆ Voltage below 120 Volts DC
- ◆ Safety switch with engine stop
- ◆ Can only be started with key
- ◆ No start with gear shifted



Aquawatt offers the suitable battery system

The aquawatt electric outboard engines can be operated with various battery systems.

More information is available from the documentation „batteries and chargers“.

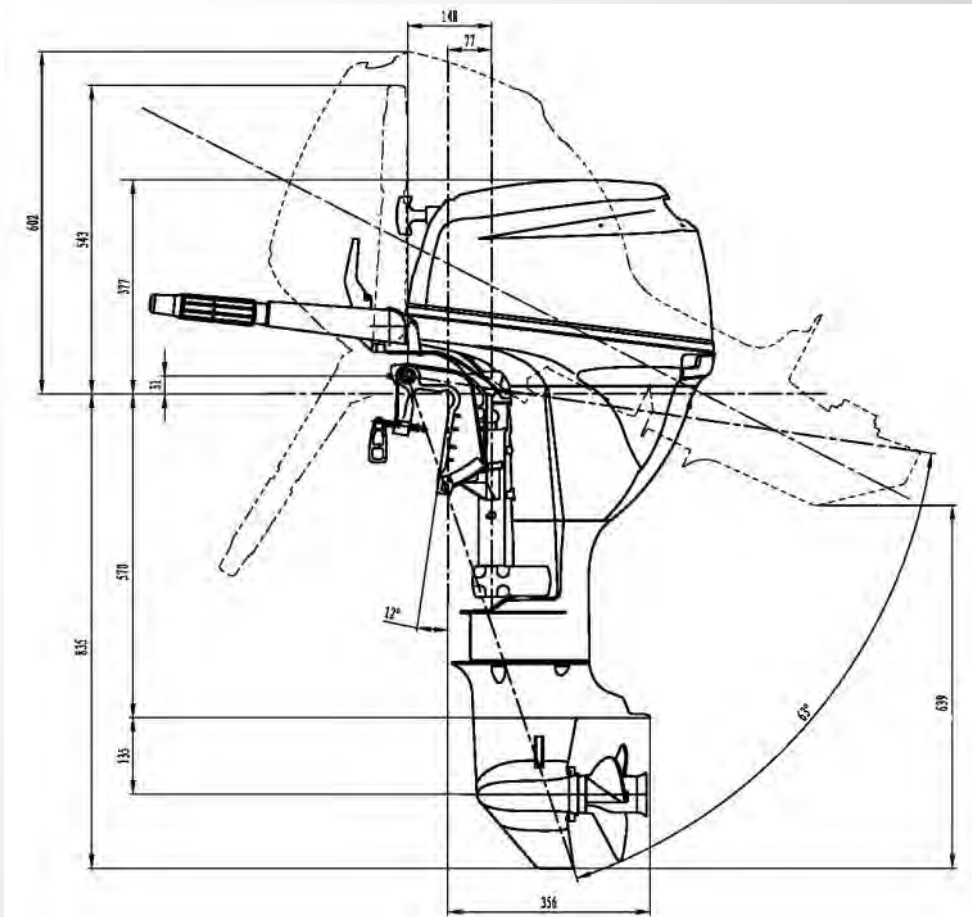
World unique tailor made batteries



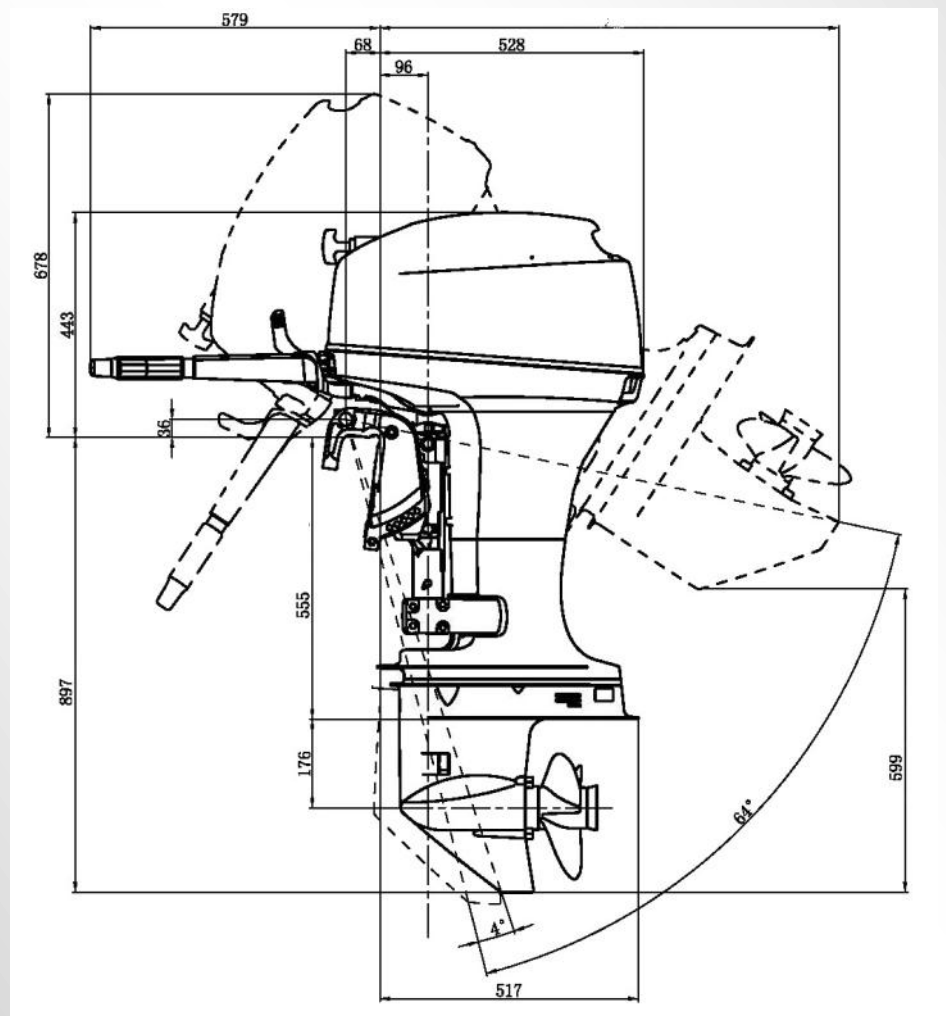
Exceptional advantages

Many boats are already equipped with remote steering for petrol outboard engines. The aquawatt engine has corresponding connections which guarantee a smooth and quick installation. It is even possible to operate the boat with a petrol- and a electric outboard motor.

Green Power and Green Racing



Green Thruster



All dimensions in mm

aquawatt engines

assure clean and quiet operation. You can drive your recreational boat to the nicest places with peace of conscience. There are more and more legal limitations for petrol engines, which does not apply to the aquawatt skipper.

These green engines are an essential tool for fish farming, shell fishing or observation in sensitive areas. Built since 2009 the reliable aquawatt engines are used from the cold Norwegian waters to the Australian coast.

The use of a solar charging system allows a fully independent operation from any power source and makes this advanced and unique system a sustainable investment in the future of powered boating.



Development, manufacturing and sales world wide



aquawatt Mechatronik und Yachtbau

Dieter Seebacher Wasserstrasse 1 A—9062 Moosburg AUSTRIA



aquawatt Australia

all4solar Dominic de Vries ABN61832274764
PO Box 651 |Trinity Beach|QLD 4879 Australia
dd@aquawatt.com.au phone +61(0)400275866



The information in this brochure is non binding and can be changed without prior notice.



AGM Batteries and Chargers for **aquawatt** Outboard engines

AGM (Absorbed Glass Mat) sealed battery technology was developed in 1985 for military aircraft where power and weight were paramount considerations. AGM batteries has become the highest evolution of deep cycle sealed batteries for marine and RV applications. This technology delivers increased safety, performance, and service life over all other existing sealed battery types, including gel technology. The AGM battery gives exceptional high power because its very low internal electrical resistance.

To avoid different voltages of single batteries we have developed an equalizer system which distributes the charging and discharging energy exactly on all single batteries of the system.

PRICE LIST 1 - 2014 minimum order 4 pcs

AGM Batteries, suitable for aquawatt outboard engines					sales price 2014 in EURO ex works	
Type / Voltage	Lenght, width, height in mm	Weight	Capacity C20 / C 5 Ah	Price excl. VAT	Price incl. 20 % VAT	
12 LC-100 12 Volt	328 x 172 x 222	30 Kg	107 Ah / 86 Ah	245.-	294.-	
12 LC-130 12 Volt	407 x 177 x 225	35 Kg	128 Ah / 103 Ah	290.-	348.-	
12 LC-134 12 Volt	340 x 173 x 280	41,50 Kg	143 Ah / 115 Ah	345.-	414.-	
12 LC-150 12 Volt	483 x 170 x 240	44,50 Kg	160 Ah/ 129 Ah	375.-	450.-	
12 LC-180 12 Volt	530 x 209 x 214	53 Kg	193 Ah / 155 Ah	445.-	534.-	
12 LC-200 12 Volt	522 x 240 x 219	60 Kg	214 Ah / 172 Ah	475.-	570.-	
12 LC-225 12 Volt	522 x 240 x 223	65 Kg	243 Ah / 194 Ah	545.-	654.-	
12 LC-260 12 Volt	520 x 268 x 220	74 Kg	278 Ah / 225 Ah	610.-	732.-	
Chargers						
Charger AGM 1, 230 V - 48 V 20 A				560.-	672.-	
Charger AGM 3, 230 V - 48 V 35 A oder 80 V - 18 A				1.160.-	1.392.-	
Balance Module for charge balance between 2 AGM Batteries, 1 piece				90.-	108.-	
Required quantity for Green Power engine 4 x 12 V = 48 V						
Required quantity for Green Force engine 4 x 12 V = 48 V						
Required quantity for Green Thruster engine 7 x 12 V = 84 V						

Publication is non binding. Information subject to changes without prior notice.



Development, manufacturing and sales world wide
aquawatt Mechatronik und Yachtbau

Dieter Seebacher Wasserstrasse 1 A - 9062 Moosburg AUSTRIA
 Telefon +43 4272 82 256 Fax +43 4272 82 257
 Homepage www.aquawatt.at e- mail info@aquawatt.at

Network MPPT Solar charge controller

eTracer series



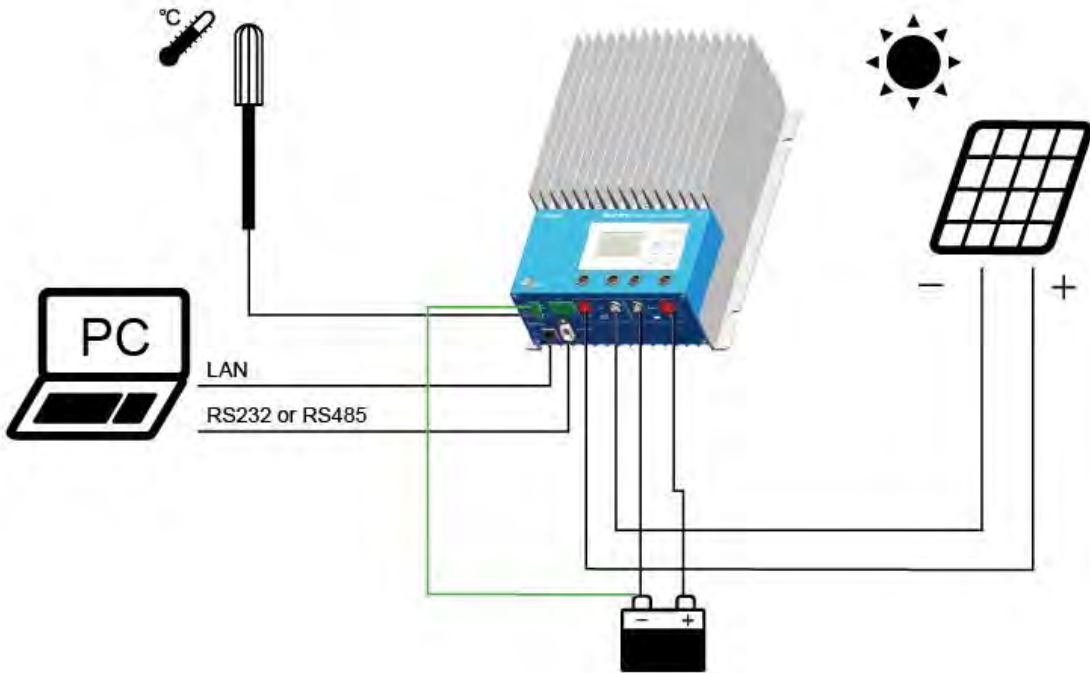
eTracer is an advanced Maximum Power Point Tracking (MPPT) controller for off-grid photovoltaic (PV) systems up to 3KW. The controller features a smart tracking algorithm that maximizes the energy harvest from the PV by rapidly finding the solar array peak power point in all the weather condition. The controller provides higher efficiency up to 98% with lower power loss.

Include up to 450 days data logging by connecting to Ethernet.

Features:

- ◆ 12/24/36/48V auto work
- ◆ Advanced MPPT technology
- ◆ Several seconds tracking speed
- ◆ High Tracking efficiency of 99%
- ◆ Multiphase synchronous rectification technology
- ◆ Peak conversion efficiency of 98%
- ◆ DSP&ARM processors architecture ensures high speed and performance
- ◆ Multifunction LCD displays system data and status
- ◆ Three kinds of communication ports :RS232, CAN BUS and Ethernet
- ◆ Three stages charging optimizes battery performance
- ◆ Software update by users





Electronic Protections:

- ◆ PV array short circuit
- ◆ PV over current
- ◆ PV over voltage
- ◆ Over charging
- ◆ PV reverse polarity
- ◆ Battery reverse polarity
- ◆ Overheating protection

Model Overview:



ET2415N/ET3415N/ET4415N/ET6415N
12/24/36/48V auto work
20A/30A/45A/60A



TS-R
Remote Temperature Sensor



Display interface:







eTracer MPPT Solar charge controller

Model	ET3415N	ET4415N	ET6415N
Nominal system voltage	12V/24V /36V/48V auto work		
Rated Battery current	30A	45A	60A
Max. PV open circuit voltage	150V		
Voltage range	8~72V		
Max. PV input power	400W (12V)	600W (12V)	800W (12V)
	800W (24V)	1200W (24V)	1600W (24V)
	1200W (36V)	1800W (36V)	2400W (36V)
	1600W (48V)	2400W (48V)	3200W (48V)
Self-consumption	1.4~2.2W		
Grounding	Negative		

Mechanical	ET3415N	ET4415N	ET6415N
Overall	231x203x105mm	285x203x105mm	285x203x121mm
Mounting	150x193mm	200x193mm	200x193mm
Terminal	35mm ²	35mm ²	35mm ²
Net Weight	4.1kg	4.4kg	5.0kg

Environmental	
Ambient Temp. Range	-25℃~+55℃
Storage Temp. Range	-30℃~+85℃
Humidity range	10%-90% N.C.
Enclosure	IP20

Modules



The high efficiency module is an innovative black module from Sunpower with all-back contact monocrystalline cells, white tedlar and black aluminium frame RAL 6063. This module is special designed for projects where esthetics and high efficiency is very important.

- Product warranty : 10 years

This limited product warranty includes all technical malfunctions which might occur within 10 years. Excluded are malfunctions due to misuse and failure of installation. The limited product warranty is based on the conditions of the manufacturer.

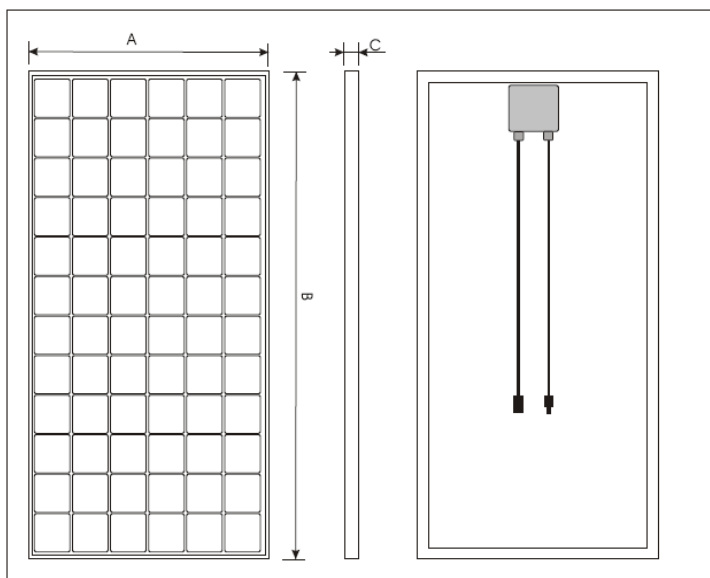
- Power warranty: 25 years

25 years limited power warranty based on the conditions of the manufacturer.



The electrical data applies under Standard Test Conditions (STC):
Radiation 1,000 W/m² with a spectrum of AM 1.5 and at a cell temperature of 25 °C.

Article no.	TSF-240 M black high eff.		NOCT Irr. 800W/m ² , 20 dgr, 1 m/s
Maximum power	Pmax	240 Wp	177 Wp
Open circuit voltage	Voc	48.6 V	45.4 V
Maximum power point voltage	Vmpp	40.5 V	37.3 V
Short circuit current	Isc	6.30 A	5.06 A
Maximum power point current	Impp	5.93 A	4.73 A
Module efficiency	n	19.3 %	



The modules are certified in accordance with:
IEC 61215, IEC 61730, CE, Safety class II, UL 1703, Class C Fire Rating

The Sun Factory reserves the right to make specification changes without notice.

Component materials

Cells per module 72
Cell type monocrystalline silicon
Cell dimensions 125 x 125 mm (back)

Thermal characteristics

NOCT 45°C
TC Isc 3,5 mA / K
TC Voc -132,5 mV / K
TC Pmpp -0,38 % / K

System integration parameters

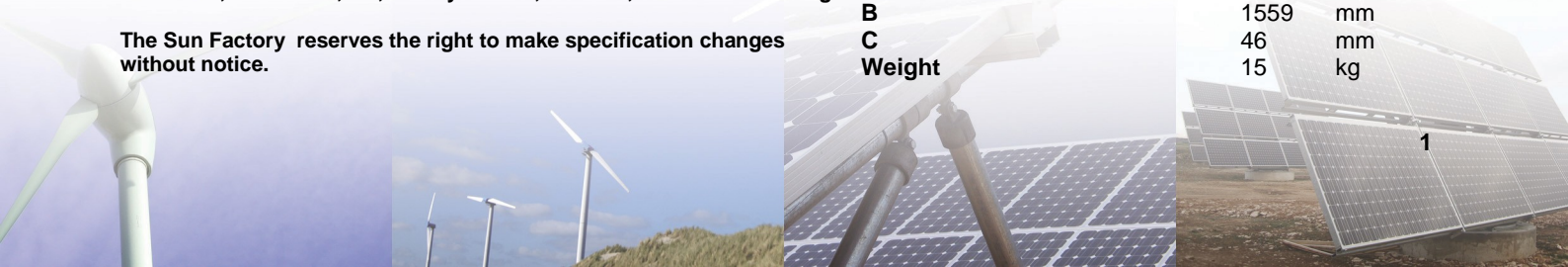
Max. system voltage SC II 600 VDC
Max. reverse current Do not apply external voltages larger than Voc to the module

Additional data

Power tolerance +5 / - 3 %
Junction box IP 65, with 3 diodes
Connector, cable MC4, 1m cable

Dimensions

A 798 mm
B 1559 mm
C 46 mm
Weight 15 kg





Modules

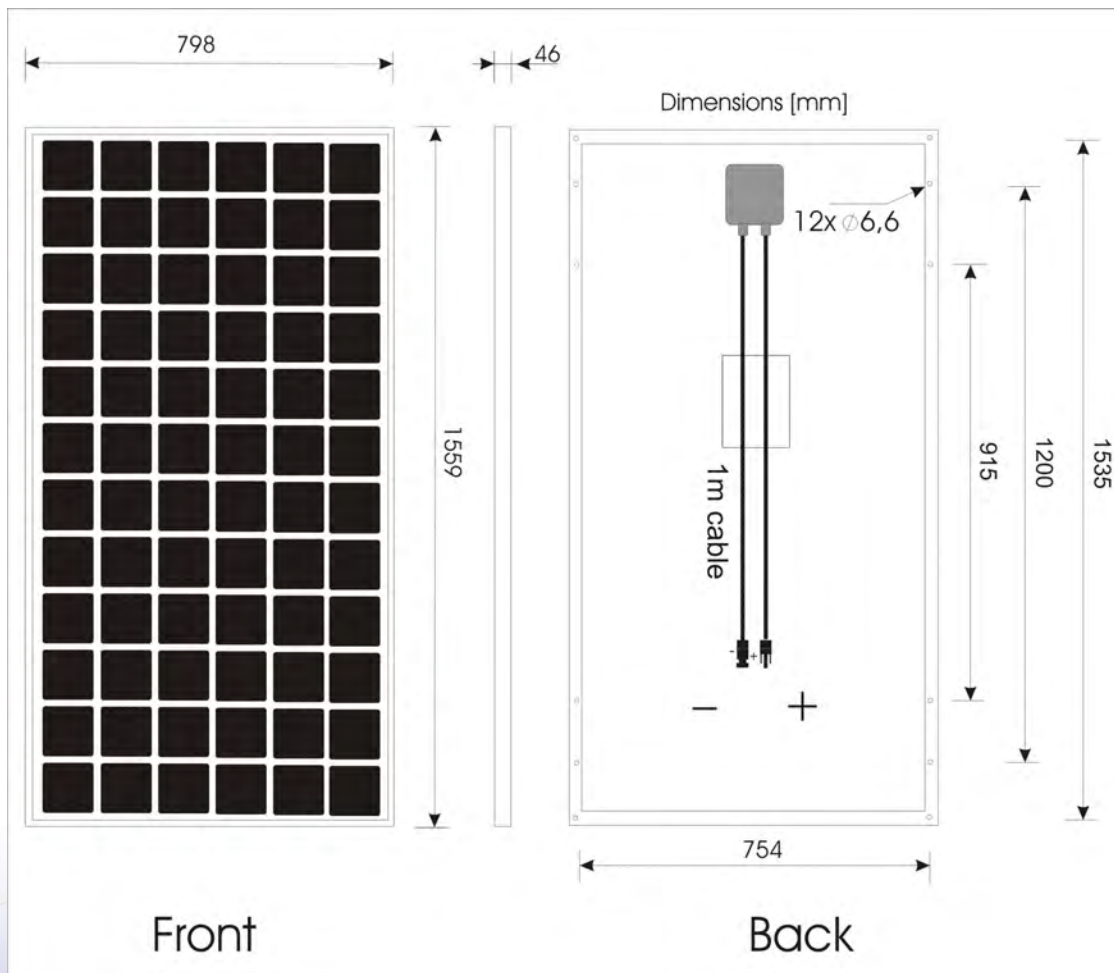
Mechanical Data

Component materials

Cells per module	72
Cell type	All-back contact monocrystalline
Cell dimensions	125 x 125 mm (back)
Front glass	High transmission tempered glass with anti Reflective (AR) coating
Junction box	IP 65, with 3 bypass diodes
	Dimensions 32x155x128 mm
Connector	Multicontact, MC4 connectors
Output cable	1000mm length
Frame	Anodized aluminium alloy type 6063 (black)

Dimensions

A	798	mm
B	1559	mm
C	46	mm
Weight	15	kg
Max windload	245	kg/m ²



aqua watt



ELECTRIC OUTBOARD ENGINES

Brochure 1-2014 (EN)

CE

Aquawatt manufactures the world's most powerful electric outboard engines

Green Power 50V 13KW = Real 18 HP

The universal power system for hydro planing and heavier hulls upto 2 tonnes. Power output 10 KW with lead acid batteries and 13 KW with the aquawatt 50 V lithium battery packs.



Green Racing 80V 22KW = Real 30 HP

A unique and light system for light and fast boats upto 600 kg. Can only be used with 80 V aquawatt lithium batteries.

The Big Green Thruster 80 V 22kW = Real 28 HP

The high power system with very high thrust for hydroplanes upto 800 kg, displacement hulls upto 10 tons, pontoon boats, house boats, ferries.

Large 12 inch propeller.



Advanced electric outboard engines for commercial and recreational boats

Can not be compared with conventional electric boat engines

Much more power output and thrust

Build with seawater resistant aluminium

Highly efficient watercooled AC induction motor

Suitable for saltwater with zincanode

Standard spare parts for waterpump, propeller and anodes

Cables UV and hydrolysis resistant

The aquawatt induction motor technology allows unusual high speeds.

Green Power AB 13 R and T

Versions: Type T with tiller, Type R for remote use

Transom height	20 inch
Nominal voltage	48/51 volts
Current max. AGM / Lithium	240/ 300 Amp
Power output AGM / LI Battery	10/ 13 KW
Battery system	48V AGM / 51V Li Ion
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	52 Kg
Propeller size	9,25 bis 10 Zoll
Thrust with standard propeller	112 da N /135 da N
Thrust with thrust propeller	123 da N / 148 da N
Maximum speed	23 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



Green Racing AB 22 R and T

Versions: Type T tiller, Type R for remote use

Transom height	20 Inch
Nominal voltage	80 Volts
Current max.	320 Amp
Power output	22 KW
Battery system	80 V Lithium
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	63 Kg
Propeller size	9,25 Inch
Thrust with standard propeller	150 da N
Thrust with thrust propeller	X
Maximum speed	26 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



The Big Green Thruster AB 22 R

Type R for remote use , Type T for tiller only custom build

Transom height	20 Inch
Nominal voltage	80 Volt
Current max.	300 Amp
Power output	20 kW
Batterysystem	Lithium, AGM for displacement hulls
Plug connection type	SBE 320
Cabletype for remote installation	C2
Weight	94 Kg
Propeller size	Upto 12 Inch
Thrust with standard propeller	250 da N
Thrust with thrust propeller	300 da N
Maximum speed	22 Knots
Range of use	Lakes, coast, rivers - suitable for salt water use



Multi functional monitor system

All Aquawatt electric outboard engines are equipped with a perfect information system. The LCD– display indicates the rpm of the electric motor, the battery voltage, the operation hours, the motor current and the battery current.

Additionally the charging state of the battery is shown in percentage and a graphical display. Low battery and high temperature release an alarm light. Error messages are indicated by an error code.



Standard outboard trim, position fixing with locking pomg, galvanic corrosion protection with aluminium or zinq anodes.

For your safety

- ◆ Voltage below 120 Volts DC
- ◆ Safety switch with engine stop
- ◆ Can only be started with key
- ◆ No start with gear shifted



Aquawatt offers the suitable battery system

The aquawatt electric outboard engines can be operated with various battery systems.

More information is available from the documentation „batteries and chargers“.

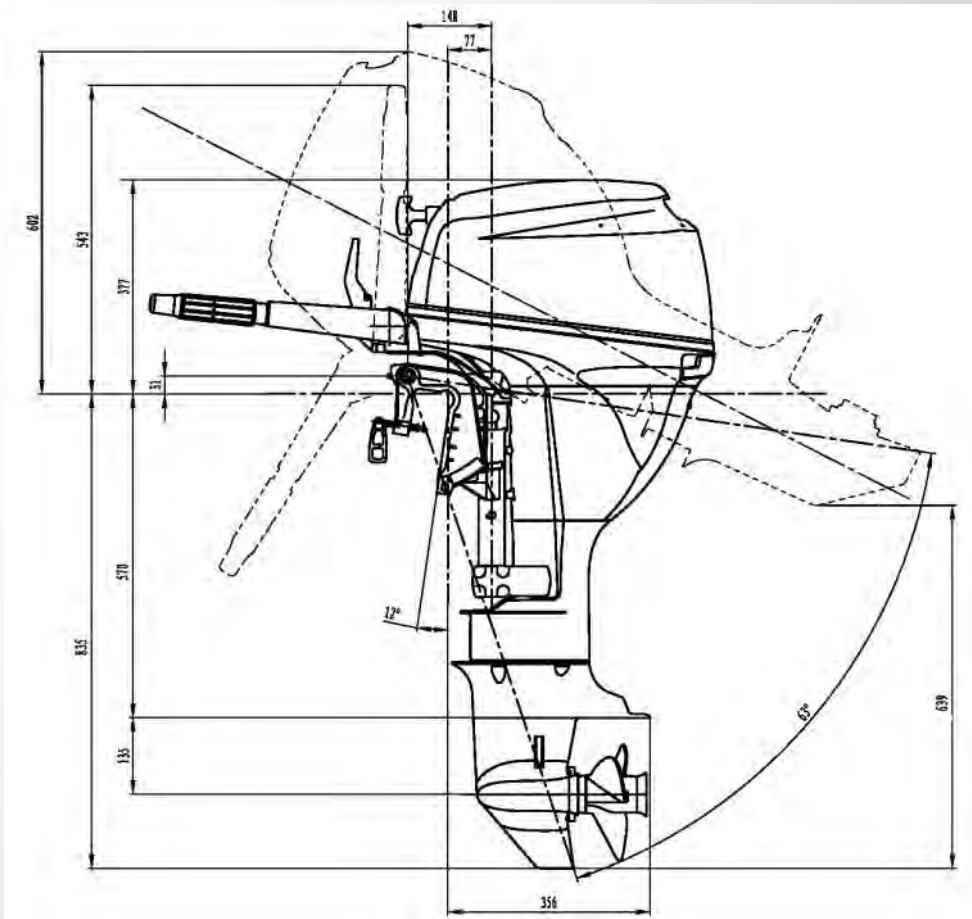
World unique tailor made batteries



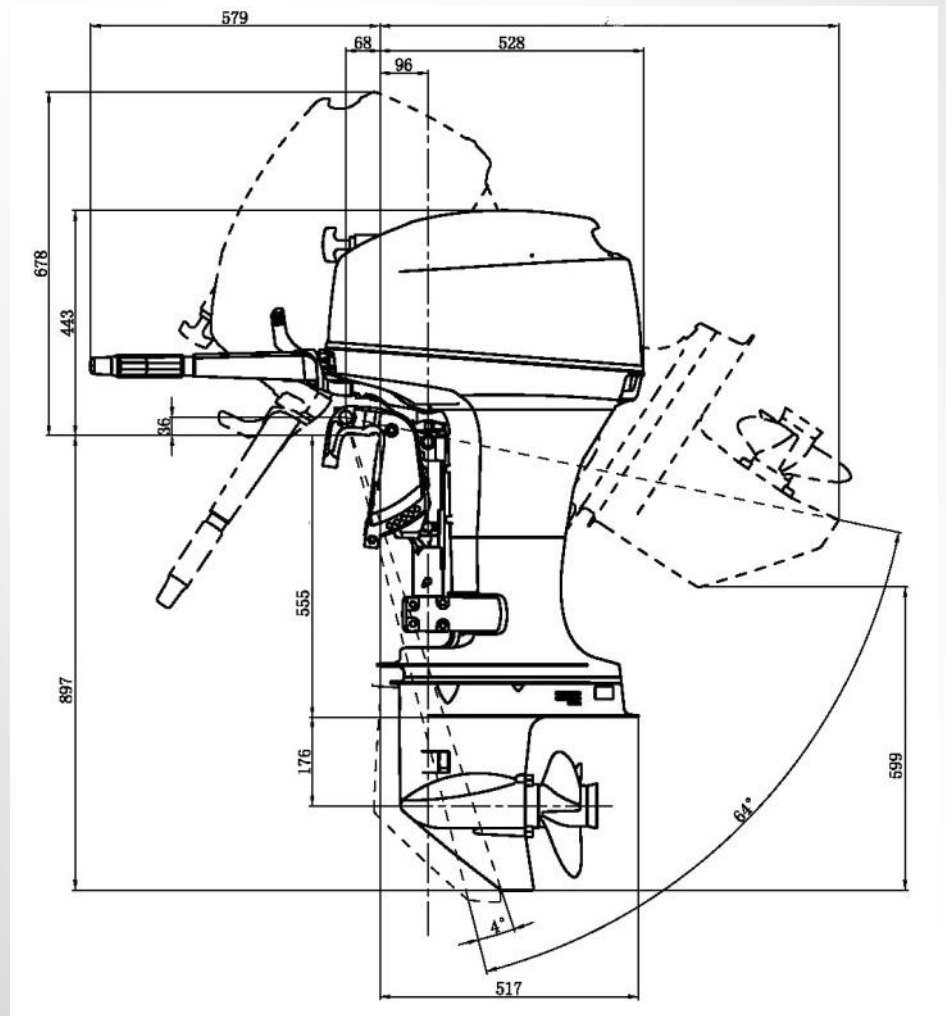
Exceptional advantages

Many boats are already equipped with remote steering for petrol outboard engines. The aquawatt engine has corresponding connections which guarantee a smooth and quick installation. It is even possible to operate the boat with a petrol- and a electric outboard motor.

Green Power and Green Racing



Green Thruster



All dimensions in mm

aquawatt engines

assure clean and quiet operation. You can drive your recreational boat to the nicest places with peace of conscience. There are more and more legal limitations for petrol engines, which does not apply to the aquawatt skipper.

These green engines are an essential tool for fish farming, shell fishing or observation in sensitive areas. Built since 2009 the reliable aquawatt engines are used from the cold Norwegian waters to the Australian coast.

The use of a solar charging system allows a fully independent operation from any power source and makes this advanced and unique system a sustainable investment in the future of powered boating.



Development, manufacturing and sales world wide



aquawatt Mechatronik und Yachtbau

Dieter Seebacher Wasserstrasse 1 A—9062 Moosburg AUSTRIA



aquawatt Australia

all4solar Dominic de Vries ABN61832274764
PO Box 651 |Trinity Beach|QLD 4879 Australia
dd@aquawatt.com.au phone +61(0)400275866



The information in this brochure is non binding and can be changed without prior notice.