



**SKRIPSI – ME141505**

**MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN KAPAL  
OFFSHORE CREW BOAT AKIBAT PERUBAHAN  
PENGGERAK BOW THRUSTER DARI MOTOR  
HIDROLIK PTO ENGINE MENJADI PENGGERAK  
MOTOR ELEKTRIK**

**NDARU YANDECANTYA  
NRP 4212106011**

**Pembimbing 1 :  
Indra Ranu Kusuma, ST. M.Sc.  
Pembimbing 2 :  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**



**FINAL PROJECT – ME141501**

**MODIFICATION OF ELECTRICAL SYSTEM  
SHIP OFFSHORE CREW BOAT DUE TO  
CHANGES OF MOTOR DRIVER BOW  
THRUSTER PTO HYDRAULIC ENGINE TO  
BE ELECTRICAL MOTOR DRIVER**

**NDARU YANDECANTYA  
NRP 4212106011**

**Supervisor 1 :  
Indra Ranu Kusuma, ST. M.Sc.  
Supervisor 2 :  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2014**

## LEMBAR PENGESAHAN

# MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN KAPAL OFFSHORE CREW BOAT AKIBAT PERUBAHAN PENGGERAK BOW THRUSTER DARI MOTOR HIDROLIK PTO ENGINE MENJADI PENGGERAK MOTOR ELEKTRIK

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NDARU YANDECANTYA**  
NRP. 4212106011

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

1. Indra Ranu Kusuma, S.T, M.Sc.
2. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.



SURABAYA  
JANUARI, 2015

## LEMBAR PENGESAHAN

# MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN KAPAL OFFSHORE CREW BOAT AKIBAT PERUBAHAN PENGGERAK BOW THRUSTER DARI MOTOR HIDROLIK PTO ENGINE MENJADI PENGGERAK MOTOR ELEKTRIK

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**NDARU YANDECANTYA**

NRP 4212106011

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :

Ir. A.A. Masroeri, M.Eng, D.Eng (



SURABAYA  
JANUARI, 2015

## KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur alhamdulillah kehadiran ALLAH SWT, atas segala rahmat dan pertolongan-Nya penulis diijinkan untuk menyelesaikan Skripsi dengan judul “MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN KAPAL OFFSHORE CREW BOAT AKIBAT PERUBAHAN PENGGERAK BOW THRUSTER DARI MOTOR HIDROLIK PTO ENGINE MENJADI PENGGERAK MOTOR ELEKTRIK”.

Skripsi ini membahas tentang modifikasi sistem penggerak untuk bow thruster yang digunakan sebagai penggerak bantu untuk manuver kapal. Dengan tanpa merubah kondisi kapal maka dalam penulisan skripsi ini di peroleh beberapa cara untuk membuat daya yang besar dengan kapasitas generator yang kecil, yaitu dengan cara memparalelkan generator yang ada. Dengan demikian maka biaya yang dikeluarkan untuk modifikasi ini tidaklah banyak karena tidak merubah *main design* yang sudah ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta, atas segala harapan, doa, cinta dan kasih sayang yang sangat aku butuhkan sebagai semangat dalam kehidupan ku
2. Bapak Ir. A.A. Masroeri, M.Eng, D.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.
3. Bapak Indra Ranu Kusuma, S.T, M.Sc. dan Bapak Ir. Alam Baharamsyah, MSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan teladan bagi penulis.
4. Teman-teman LAB MEAS yang telah banyak membantu saya dalam pengerjaan Skripsi.
5. Teman-teman LJ Genap 2012: tahun-tahun yang sangat berarti dalam perjalanan bersama kalian.
6. Buat adikku Lazuardi Prana Ananda yang selalu memberikan semangatnya untuk saya.
7. Buat Aisah Wulandari yang selalu memotivasi disaat penyusunan Skripsi ini terima kasih atas semangatnya.
8. Serta bagi pihak lain, teman-teman dan sahabat-sahabatku yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata semoga ALLAH SWT selalu memberikan petunjuk-Nya bagi kita dalam menjalani ujian-Nya di dunia ini.

Surabaya, 8 Januari 2015

PENULIS

# **MODIFIKASI SISTEM KELISTRIKAN KAPAL OFFSHORE CREW BOAT AKIBAT PERUBAHAN PENGGERAK BOW THRUSTER DARI MOTOR HIDROLIK PTO ENGINE MENJADI PENGGERAK MOTOR ELEKTRIK**

**Nama Mahasiswa** : Ndaru Yandecantya  
**NRP** : 4212106011  
**Jurusan** : Teknik Sistem Perkapalan  
**Dosen Pembimbing 1** : Indra Ranu Kusuma, S.T, M.Sc.  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

## **Abstrak**

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di lepas pantai selalu membutuhkan suplai berkala. Crew Boat atau biasa disebut kapal kru adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut kru dan supply ke offshore platform, antara lain makanan, air bersih, bahan bakar, peralatan, atau material yang dibutuhkan offshore platform. Kinerja crew boat sangatlah penting baik dalam kecepatan dan ketepatan manuver. Bow Thruster merupakan peralatan yang sangat penting untuk menunjang sistem kerja manuver kapal crew boat.

Untuk itu perlu dicarikan solusi yang tepat, yaitu dengan merancang bow thruster bertenaga elektrik dengan sistem kontrol yang mudah. Dalam penelitian ini dilakukan modifikasi penggerak bow thruster bertenaga engine PTO menjadi tenaga listrik.

Dalam penulisan skripsi ini saya memodifikasi sistem gerak bow thruster yang mana hasilnya sebesar 30 kW sebanyak dua buah yang harus terpasang di kapal. Dengan demikian maka dirubahlah sistem kerja generator yang awalnya single operation menjadi paralel operation dengan tanpa merubah kapasitas generator yang ada. MSB yang sudah ada juga dimodifikasi dengan penambahan sistem sinkronisasi dan MCB 160A untuk pengaman bow thruster setelah dilakukan modifikasi.

Kata kunci : MSB, MCB, bow thruster, sinkronisasi, crew boat

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

# **MODIFICATION OF ELECTRICAL SYSTEM SHIP OFFSHORE CREW BOAT DUE TO CHANGES OF MOTOR DRIVER BOW THRUSTER PTO HYDRAULIC ENGINE TO BE ELECTRICAL MOTOR DRIVER**

**Name** : Ndaru Yandecantya  
**NRP** : 4212106011  
**Department** : Marine Engineering  
**Advisor** : Indra Ranu Kusuma, S.T, M.Sc.  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

## **Abstract**

Exploration and production of oil and natural gas off the coast always require regular supply. Crew Boat or commonly called the crew aboard the vessel that is used to transport crew and supplies to offshore platforms, such as food, water, fuel, equipment, or materials needed offshore platforms. Performance boat crew is very important both in speed and precision maneuvers. Bow Thruster is an essential equipment to support the work system to maneuver the ship crew boat.

For that we need to find the right solution, namely to design a bow thruster electric powered with a simple control system. In this research, bow thruster propulsion modification PTO-powered engine into electrical power.

In writing this essay I modify the motion of bow thruster system which is the result of 30 kW as much as two to be installed in the ship. Thus dirubahlah generator working system that was originally a single operation into a parallel operation without changing the existing generator capacity. Existing MSB is also modified by the addition of the synchronization system and MCB 160A for the safety of bow thruster after the modification.

*Key word: MSB, MCB, bow thruster, sinkronisasi, crew boat*

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstrak.....	vii
Abstract.....	ix
Kata Pengantar.....	xi
Daftar isi.....	xiii
Daftar gambar.....	xv
Daftar tabel.....	xvii

### **BAB I      PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penulisan.....	3

### **BAB II      DASAR TEORI**

2.1. Bow Thruster.....	5
2.2. Power Take Off.....	8
2.3. Motor Lostrik.....	9
2.4. Sistem Distribusi Daya Listrik.....	11
2.5. Sistem Distribusi Daya Listrik Kapal.....	12
2.6. Main Switchboard (MSB).....	14
2.7. Sistem Pengaman (Breaker).....	18
2.8. Generator.....	21
2.9. Sistem Pengkabelan.....	25
2.10. Analisa Penyusutan Ekonomi.....	27

### **BAB III      METODOLOGI**

3.1 Umum.....	29
3.2 Urutan Pelaksanaan Pengerjaan Skripsi.....	29
3.2.1. Studi Literatur.....	29

3.2.2. Pengumpulan Data.....	29
3.2.2.1. Desain Awal Kapal .....	29
3.2.2.1. Kemampuan Supply Daya Listrik Kapal ...	29
3.2.3. Evaluasi Perhitungan .....	29
3.2.4. Analisa Teknis .....	30
3.2.5. Kesimpulan dan Saran .....	30
3.3 Diagram Alir.....	31

#### **BAB IV ANALISA DATA**

4.1 Sistem Penggerak bow thruster PTO.....	33
4.2 Pemilihan Electric Bow Thruster.....	37
4.3 Perhitungan Kebutuhan Daya listrik Kapal.....	38
4.4 Modifikasi sistem distribusi daya listrik.....	48
4.5 Desain Wiring dan Layout MSB.....	53
4.6 Modifikasi Ruang Bow Thruster.....	59
4.7 Simulasi Kontrol Main Switch Board.....	61
4.8 Analisa Ekonomis.....	62

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Spesifikasi Awal Bow Thruster.....	33
Tabel 4.2	Spesifikasi Teknis Bow Thruster.....	37
Tabel 4.3	Spesifikasi Teknis TI-050-10.....	37
Tabel 4.4	Peralatan litrik kapal CB Suberko 01.....	38
Tabel 4.5	Estimasi kebutuhan daya listrik .....	41
Tabel 4.6	Biaya pembangunan bowthruster.....	62
Tabel 4.7	Penyusutan biaya pembangunan sistem .....	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bow Thruster .....	6
Gambar 2.2	Skema Bow Thruster.....	7
Gambar 2.3	Engine PTO.....	9
Gambar 2.4	Jenis Motor Listrik.....	9
Gambar 2.5	Sistem Jaringan Radial.....	11
Gambar 2.6	Diagram Distribusi Listrik di Kapal.....	12
Gambar 2.7	Main Switchboard (MSB).....	14
Gambar 2.8	MCB (Miniature Circuit Breaker).....	18
Gambar 2.9	Struktur MCCB.....	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir.....	31
Gambar 4.1	Skema bow thruster PTO.....	35
Gambar 4.2	Distribution 1 Board Pada MSB.....	50
Gambar 4.3	Distribution 2 Board Pada MSB.....	51
Gambar 4.4	MSB Kapal CB Suberko 01 .....	53
Gambar 4.5	Modifikasi wiring MSB paralel operation.....	54
Gambar 4.6	Desain MSB synchronizer operation.....	57
Gambar 4.7	Dimensi Ruang Bow Thruster.....	59
Gambar 4.8	Peletakan dan support Bow Thruster .....	60
Gambar 4.9	Simulasi MSB .....	61

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di lepas pantai selalu membutuhkan suplai berkala. Supply vessel jenis ini bertugas melayani berbagai macam supply ke offshore platform, antara lain makanan, air bersih, bahan bakar, peralatan, atau material yang dibutuhkan offshore platform (pipa, pelat, drum, dan lain-lain) dan juga sejumlah cairan dan bubuk untuk keperluan pengeboran seperti semen, lumpur, drill water, serta methanol dan chemicals untuk operasional khusus. Kapal jenis ini sangat membutuhkan manouvering yang baik, baik itu pada saat berlayar maupun pada saat akan bersandar ke pelabuhan. Dalam melakukan manouvering saat berlayar kapal secara umum.

*Crew Boat* atau biasa disebut kapal kru adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut kru dan supply makanan, air, peralatan untuk mendukung kegiatan pengeboran minyak lepas pantai. Kinerja *crew boat* sangatlah penting baik dalam kecepatan dan ketepatan manuver. Bow Thruster merupakan peralatan yang sangat penting untuk menunjang sistem kerja manuver kapal *crew boat*, bow thruster itu sendiri adalah adalah sebuah perangkat propulsi transversal dibangun di lambung kapal. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memodifikasi sistem penggerak *bow thruster* yang terdapat pada kapal CB. Suberko-01.

CB. Suberko-01 merupakan kapal *offshore crew boat* buatan PT. Orela Shipyard, kapal ini merupakan kapal pertama yang dibangun PT. Orela Shipyard yang dibangun untuk melayani aktivitas pengeboran minyak di lepas pantai laut Jawa. Kapasitas angkut kapal ini sebanyak 90 pax dengan jumlah ABK sebanyak 8 orang. Kapal ini dirancang khusus dalam sistem penggerak utama yang mampu melaju dengan kecepatan 28 knot dengan penggerak utama sebanyak tiga buah. Selain penggerak utama kapal ini juga dilengkapi dengan penggerak bantu yang disebut dengan *bow thruster*. Dalam perancangan kapal CB. Suberko-01 sistem

penggerak *bow thruster* menggunakan *engine PTO* dimana tenaga yang dihasilkan berasal dari main engine.

Pada umumnya penggerak *bow thruster* pada kapal *crew boat* menggunakan motor elektrik, baik motor elektrik yang menggerakkan pompa hidrolis ataupun motor elektrik yang langsung tersambung pada *shaft bow thruster*. Namun dalam studi kasus ini penggerak *bow thruster* pada kapal menggunakan PTO dari main engine. Dengan demikian penulis akan memodifikasi sistem kelistrikan pada kapal *crew boat* setelah adanya penambahan *bow thruster* bertenaga listrik, sehingga dapat mengetahui desain kelistrikan yang sesuai dengan kondisi kapal.

## 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dan dicari pemecahannya adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar daya listrik yang dibutuhkan kapal sebelum dan sesudah penambahan *electric bow thruster*
2. Bagaimana desain sistem distribusi daya listrik setelah penambahan *electric bow thruster*
3. Bagaimana desain ruang *bow thruster* setelah penambahan *electric bow thruster*

## 1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk mengetahui modifikasi sistem penyedia tenaga listrik setelah penambahan *electric bow thruster* dan mengetahui desain sistem kelistrikan setelah adanya penambahan *electric bow thruster* dan mengetahui desain peletakan peralatan pendukung kerja *electric bow thruster* pada ruangan *bow thruster*.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan dan acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan.

Adapun batasan permasalahan pada penulisan Skripsi ini adalah:

1. Obyek yang dianalisa adalah kapal *crew boat* CB. SUBERKO-01 milik PT. Orela Bahari.
2. Penggunaan sistem kelistrikan selain *bow thruster* tidak dianalisa.
3. Efisiensi pada kedua sistem tidak dianalisa.
4. Struktur kekuatan pondasi untuk HPP unit *bow thruster* tidak dianalisa.

### **1.5. Manfaat Penulisan**

Terdapat beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Skripsi ini, antara lain:

1. Data-data yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini dapat digunakan sebagai acuan modifikasi kapal yang belum menggunakan *electric bow thruster*.
2. Dapat mengetahui desain MSB yang harus digunakan.
3. Mengetahui besarnya daya yang ditambahkan untuk dapat mensuplai daya listrik pada *bow thruster*.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## **BAB II**

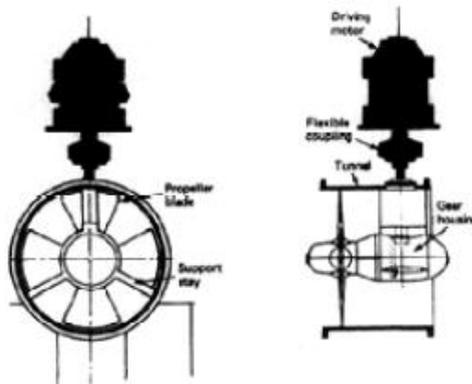
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bow Thruster**

Bow thruster merupakan salah satu teknologi baru yang sudah ada pada saat ini, Harbormaster Marine adalah suatu perintis pada pembangunan dan aplikasi dari Bow Thrusters / Tunnel Thrusters pada kapal komersial. Pada awalnya, dipergunakan di kapal ferry dan kapal tunda, Bow thruster ini menjadi alat populer di kapal laut, pelayanan minyak lepas pantai dan alat berlayar muatan angkutan samudera. Di sisi lain mereka menyiasati dalam penggunaan alat ini untuk pengeboran minyak, pendistribusian melalui kapal, mengisi platform dan berlabuh ke dermaga. Bow Thruster / Tunnel Thruster pada umumnya dioperasikan saat docking dan maneuvering. Apalagi dilengkapi satu set gear yang terbuat dari baja tempa untuk memberikan ketahanan dan keandalan yang baik. pitch yang permanen dengan 4 daun propeller kaplan yang dikombinasikan dengan system gear untuk mereduksi energi yang terbuang. sehingga menghasilkan daya dorong maksimum yang sebanding dengan diameter tunnel.

Bow thruster adalah suatu alat pendorong yang dipasang pada kapal-kapal tertentu untuk membantu maneuverkapal. Pada saat maneuver dilakukan, posisi kapal amatlah sulit untuk melakukan arah gerak yang diameternya efisien. Sehingga dibutuhkan alat pendorong ini agar diameter maneuver kapal dapat diperkecil yang menghasilkan efisiensi putaran monouver yang besar. Unit pendorong tersebut terdiri dari suatu propelleratau baling baling yang berada dalam satu terowongan (tunnel) pada bagian melintang kapal dan dilengkapi dengan suatu alat bantu seperti motor hidrolik atau elektrik. Selama beroperasi, air dipaksa masuk melalui terowongan tersebut untuk mendorong kapal sehingga bergerak

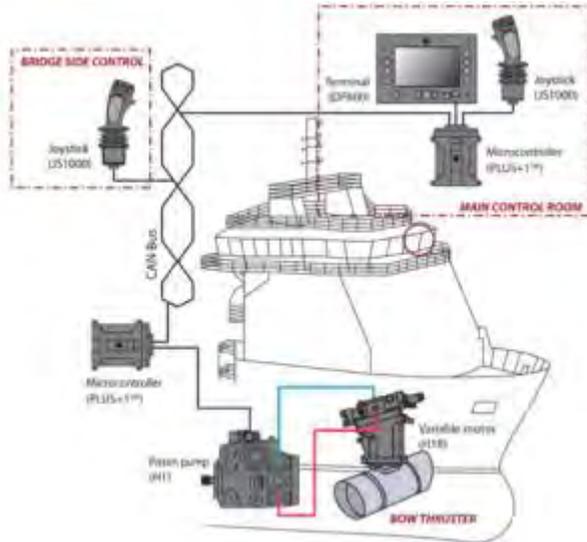
menyamping sesuai keperluan kapal. Padabow thruster tersebut diperlukan suatu unit Controlable Pitch Propeller (CPP) yang dibutuhkan untuk reverse rotating (putaran balik ) pada baling-baling tersebut. CPP tersebut ditunjukkan pada gambar berikut .



Gambar 2.1 Bow Thruster

Selain itu suatu servo-motor dan roda gigi juga dibutuhkan dan ditempatkan dalam pelindung bow thruster, sehingga memungkinkan untuk merubah sudu daun propeller yang berjenis CPP tersebut untuk megubah aliran air di dalam terowongan ke arah manapun, karena itu suatu prime mover yang non-reversible dapat digunakan, begitu juga seperti dengan single-speed electric motor. Prime mover tersebut tidak perlu dihentikan selama ber-manouver karena sudut propeller dapat diposisikan pada zero pitch. Prime mover dihubungkan dengan suatu flexile drive shaft, kopling dan bevel gear (roda gigi kerucut). Pada system tersebut, seal (penyekat) khusus dipasang pada unit thruster untuk mencegah kebocoran air laut. Unit lengkap (bow thruster) beserta peralatannya termasuk terowongan melintang kapal dapat mengakibatkan daya dorong sesuai dengan arah aliran air. Penggunaan bow thruster tersebut

dapat dikontrol melalui suatu terminal dan panel yang terdapat di ruang navigasi. Terminal tersebut akan langsung terhubung ke suatu microcontroller untuk pengaturan otomatisasi dan juga penggunaan secara manual. Penggunaan secara manual sudah terhubung langsung dengan joystick untuk mengubah arah pitch dari daun baling-baling.



Gambar 2.2 Skema Bow Thruster

Tunnel Bow thruster adalah suatu tabung atau terowongan propulsi yang menjadi satu sistem bersama bow thruster yang dibuat untuk menyalurkan aliran air laut agar kapal dapat mudah dalam melakukan olah gerak. Oleh karena itu, tunnel bow thruster sangat diperlukan untuk menyalurkan air laut agar kapal mendapat dorongan dari air laut tersebut.

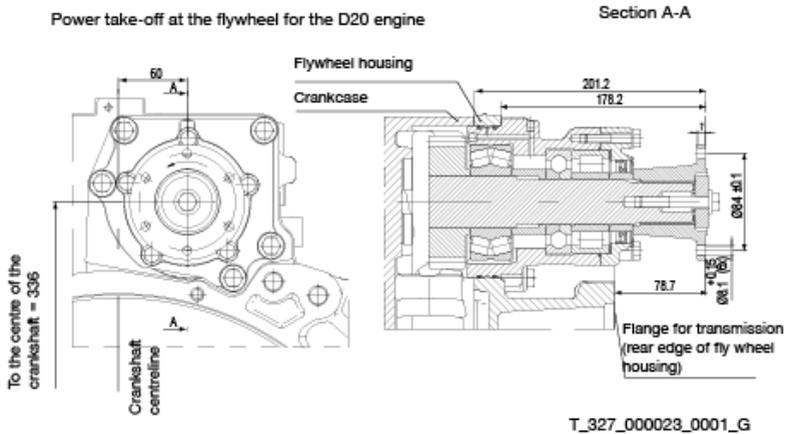
Bentuk terowongan pendorong untuk mengatur masuknya aliran air laut dapat dipasang di tiga tempat; haluan tengah, dan buritan kapal. Hal ini meningkatkan pemutaran efektif kapal di pusat

rotasinya. Umumnya baling-baling ditempatkan dekat centerline dari kapal sehingga menghasilkan gaya ke kanan dan kiri. Untuk menghasilkan gaya tolak maksimum, fairing dimasukan ke dalam terowongan dengan lapisan jaring seperti cangkang. Fairing terowongan dengan berlapis cangkang akan meningkatkan efficiency. Setelah diteliti dari berbagai percobaan, direkomendasikan sudut fairing tersebut terhadap sisi kapal sebesar 45 derajat. Selain itu pada bagian depan bow thruster dibuat batang flatatau frame guna mengalirkan arah arus air yang dihasilkan oleh gelombang kapal untuk masuk ke terowongan dibuat sebesar 15 derajat. Untuk mencegah korosi, pada sisi bow thruster dipasang sel anoda. Anoda yang digunakan harus dengan spesifikasi berdasarkan Mil satu atau ISO 18001 untuk anoda seng, spesifikasi ini mengandung Cadmium tambahan (~0. 1%), yang menyebabkan terkikisnya anoda dari pada permukaan baja. Pemasangan harus ditempatkan pada terowongan di panampang-lintang (lengthwise) dan tidak boleh melebihi 1 sampai 2 inci (25 sampai 50 milimeter).

## **2.2 Power Take Off (PTO)**

Power takeoff (PTO) adalah salah satu dari beberapa metode untuk mengambil sumber daya, seperti mesin berjalan, dan mengirimkannya ke sistem lain seperti mesin terpisah. PTO gear digunakan untuk menggerakkan perlengkapan tambahan atau peralatan kerja. Unit PTO gear ditempatkan di dalam flywheel housing di bagian belakang engine, putaran crankshaft gear dipindahkan melalui idler gear ke drive gear PTO. Komponen utama PTO adalah hydraulic pump, steering pump dan transmission pump. Pengambilan tenaga putar dari engine secara langsung untuk menggerakkan perlengkapan kerja unit disebut RPCU (Rear mounted Power Control Unit). Pelumasan PTO gear berasal dari transmission atau torque converter circuit yang dialirkan melalui

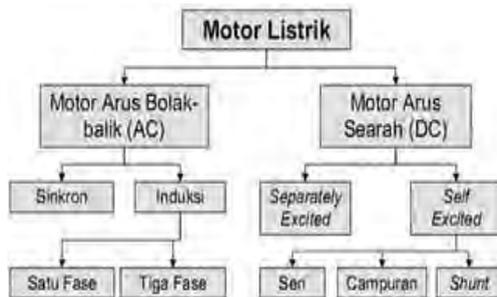
pipa ke bagian atas flywheel housing dan kemudian dibagi ke masing-masing PTO gear melalui pipa-pipa kecil. Saat melakukan testing engine tanpa pelumasan sebaiknya PTO system dilepas atau melepas PTO idler gear.



Gambar 2.3 Engine PTO

### 2.3 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator. Berikut ini jenis-jenis motor listrik,



Gambar 2.4 Jenis Motor Listrik

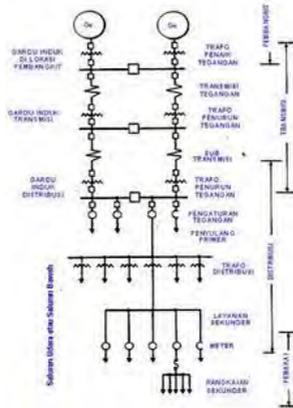
Motor listrik AC adalah sebuah motor yang mengubah arus listrik menjadi energi gerak maupun mekanik daripada rotor yang ada di dalamnya. Motor listrik AC tidak terpengaruh kutub positif maupun negatif, dan bersumber tenaga listrik, sedangkan berdasarkan sumber dayanya, motor listrik AC dibedakan menjadi 2, yaitu sumber daya sinkron dan sumber daya induksi

Motor yang menggunakan sumber daya sinkron, juga bisa disebut sebagai motor serempak. Prinsip kerja motor sinkron ialah, alur listrik yang mengalir dari sumber langsung menuju medan magnetomoghen yang ada di dalam motor. Pada mesin tipe ini, medan magnet di letakkan pada stator (disebut generator kutub eksternal / external pole generator), namun seiring perkembangan model tipe ini mulai ditinggalkan karena bisa membuat slip atau kerusakan pada motor dan permasalahan pada pembangkitan daya tinggi.

Motor listrik yang menggunakan sumber daya induksi ini paling banyak di gunakan dan di kembangkan. Penamaanya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus motor ini bukan berasal dari sumber tegangan tertentu, tapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator. Pada dasarnya motor induksi ini bekerja pada medan elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotor. Karena kumparan stator merupakan rangkaian tertutup, maka akan mengalir arus listrik di kumparan stator, dan ini akan menimbulkan gaya Lorentz yang cenderung akan menggerakkan kumparan rotor sesuai arah gaya Lorentz tersebut.

## 2.4 Sistem Distribusi Daya Listrik

Ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu: Pembangkitan, Penyaluran (transmisi) dan distribusi. Sistem distribusi daya listrik dapat diartikan sebagai sistem sarana penyampaian tenaga listrik dari sumber ke pusat beban. Berikut ini penjelasan mengenai sistem distribusi radial.



Gambar 2.5 Sistem Jaringan Radial

Keuntungan :

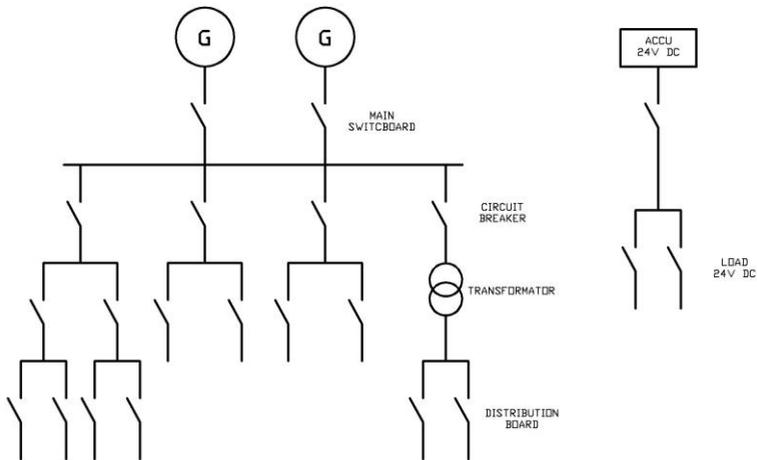
- Konstruksinya lebih sederhana
- Material yang digunakan lebih sedikit, sehingga lebih murah
- Sistem pemeliharaannya lebih murah
- Untuk penyaluran jarak pendek akan lebih murah

Kerugian :

- Keterandalan sistem ini lebih rendah
- Faktor penggunaan konduktor 100 %
- Makin panjang jaringan kondisi tegangan tidak dapat diandalkan
- Rugi-rugi tegangan lebih besar
- Kapasitas pelayanan terbatas

Sistem radial pada jaringan distribusi merupakan sistem terbuka, dimana tenaga listrik yang disalurkan secara radial melalui panel ke beban dilakukan secara terpisah satu sama lainnya. Sistem ini merupakan sistem yang paling sederhana diantara sistem yang lain dan paling murah, sebab sesuai konstruksinya sistem ini menghendaki sedikit sekali penggunaan material listrik, apalagi jika jarak penyaluran antara panel ke beban tidak terlalu jauh. Pada sistem tersebut memiliki satu sumber energi listrik yang berfungsi untuk menyuplai seluruh kebutuhan energi listrik seluruh beban yang ada tanpa didukung oleh sumber energi listrik yang lain. Pada Gambar 2.5 terlihat diagram satu garis sederhana yang menunjukkan penyaluran energi listrik ke beban, dimana ujungnya terkonsentrasi pada satu pembangkit. (Suswanto,2009)

## 2.5 Sistem Distribusi Daya Listrik Kapal



Gambar 2.6 Diagram Distribusi Listrik di Kapal

Sistem distribusi yang dimaksud adalah energi listrik yang dihasilkan oleh generator yang kemudian didistribusikan melalui panel-panel ke berbagai beban meliputi motor-motor, penerangan, pelayanan dapur, peralatan bantu navigasi dan lain-lain.

Energi listrik tersebut disalurkan melalui panel yang disebut panel Main Switch Board ( MSB ), kemudian didistribusikan melalui kabel-kabel ke panel distribusi dan subpanel distribusi, kemudian akhirnya ke beban.

Circuit breakers and switches adalah untuk pengontrolan aliran arus listrik, sedangkan fuses dan relays adalah untuk perlindungan terhadap sistem distribusi dari pengaruh yang merusak akibat kesalahan arus yang besar. Gambar 2.6 diatas menunjukkan diagram dasar lay-out sistem distribusi listrik di kapal.

Sistem distribusi listrik di kapal menggunakan sistem distribusi Radial atau sistem Branching. Sistem distribusi ini mempunyai suatu bentuk atau susunan yang sederhana dan logis. Setiap peralatan yang disupply dengan menggunakan tegangan nominal disesuaikan kapasitas kabel dan pengaman yang digunakan. Oleh karena itu distribusi sistem radial ini adalah yang paling sesuai dipergunakan pada kapal.

Beban listrik tersebut dibagi menjadi dua macam yaitu pelayanan beban kontinyu (Essential) dan pelayanan beban sementara (Non-Essential). Pelayanan beban kontinyu ini diperlukan untuk penyelamatan crew atau penumpang, peralatan navigasi, ruang-ruang mesin, stasiun-stasiun kontrol, dan steering gear. Pelayanan beban kontinyu bisa jadi disuplai langsung dari Main Switch Board atau melalui sub-panel atau panel distribusi. (Hidayat, 2007)

## 2.6 Main Switchboard (MSB)



Gambar 2.7 Main Switchboard (MSB)

Umumnya Main Switch Board (MSB) harus dipasang saling berhubungan antara satu sama lain, sehingga suplai listrik normal dapat hanya dirugikan oleh kebakaran atau kerusakan yang lain dalam ruang yang sama. Instalasi dalam ruang pengendalian dalam kebakaran yang sama tidak dianggap untuk mendasari instalasi terpisah dari generatornya. Jika MSB dipasang pada lantai atas bilga (bagian terlebar di bagian bawah kapal). MSB harus ditera atau disegel secara lengkap dari bawah. Pipa kerja dan saluran udara (air duck) untuk di letakkan sedemikian rupa sehingga switch gear tidak dibahayakan jika terjadi kebocoran. Jika jalanya pipa dan saluran tersebut dekat terhadap switch board tidak dapat dihindari. Pipa seyogyanya tidak mempunyai suatu rusuk/flange atau hubungan yang disekrup pada daerah ini. Panas yang dikeluarkan oleh switchgear seyogyanya dikosongkan dengan peralatan yang sesuai jalur pengontrolan ( control passge way ) dimuka main

switch board minimum lebarnya 0,9 M. Suatu pandangan yang luas dilengkapi untuk pengoperasiannya.

Dimana panel-panel yang berdiri bebas dikehendaki untuk dapat dimasuki saat operasi dan pemeliharaan. Suatu jalur minimum luasnya 0,6 M untuk diberi beban. Jaraknya diperbolehkan untuk dikurangi 0,5 M dalam daerah penguatan reinfors cement dan frame. Lantai di muka dan dimana perlu dibelakang MSB tegangan. Operasi lebih dari 50 Volt harus dilengkapi dengan penutup isolasi atau graeting isolation. Ruang dibelakang switch board terbuka untuk mengambil bentuk dari suatu daerah operasilistrik yang terkunci. Suatu cacatan dilengkapi yang menunjukkan tengangan operasi maksimum.

Semua peralatan instrumen dan kontrol di identifikasikan secara permanen dengan name plate ditempat maupun yang mungkin dengan text yang jelas. Kemampuan arus yang dinyatakan set point dari peralatan pengaman yang dapat diatur diberi penandaan. Parameter diberi penandaan dengan warna merah baik pada skala maupun pada name platenya. Semua skrup penghubung dan connectionya di jamin terhadap pengendoran sesaat.

Semua konduktor dijamin untuk mencegah getaran atau vibrasi dan dijauhkan dari sisi yang tajam / sherry edges. Konduktor yang menuju peralatan dipasang dipintu, diberi tekanan pembantu. Main dan emergency switch board dilengkapi dengan insulation hands rails. Semua komponen menjadi dapat di dekati untuk maksud maintence, perbaikan dan pergantian.

Pintu-pintu besar dalam switch board harus dilengkapi dengan peralatan penahan. Semua komponen dipasang dalam pintu dan switch board. Seperti switch gear, peralatan pengukuran dan fuse untuk tegangan diatas 50 Volt, harus dilindungi terhadap kontak yang secara tidak sengaja. Pintu yang demikian harus ditanahkan.

Fuse diatas dilengkapi dengan switch gear atau kawat penghubung telanjang atau leads.

Pengukuran diambil untuk menjamin bahwa bagian yang terganggu (seperti fuse cartridge) tidak dapat kontak dengan bagian yang harus bertegangan ( Live Parts).Peralatan kontrol dan fuse aman bila di dekati. Fuse tegangan rendah, kapasitas untuk pemutusan tnggi untuk beban feeder diperbolehkan hanya jika dapat dengan aman ditarik dan dimasukkan.

Pengamatan dari peralatan pengukuran. Penunjukkan dan operasi dari switch gear harus mungkin dari sisi muka switch board dengan pintu tertutup. Jika total daya dari semua generator yang dapat dihubungkan paralel yang mampu melebihi 100 KW /KVA. Busbar utama menjadikan hubungan generator dan rangkaian sedemikian rupa sehingga dalam hal kerusakan dalam suatu seksi switch board.

Peralatan penting sejauh mungkin tetap beroperasi sesuai isolasi Jika total daya semua generator yang dapat dihubungkan paralel dapat melebihi 3 MW/MVA. Panel generator dipisahkan dari masing-masing dengan incombustible barriers (rintangan yang tidak terbaca). Penembusan busbar (busbar penetration) harus menjadi tahan terhadap injakan (tracking), anti terbakar (flame retardant) dan padam sendiri (sef extinguishing).(Hidayat, 2007)

Peralatan pengukuran dan monitoring untuk generator

- a. Dimana cicuit breaker digunakan. Berikut persyaratannya:
  - 1 lampu indicator: power circuit breaker dihubungkan.
  - 1 lampu indicator: power circuit breaker trip (jatuh).
- b. Berikut dipersyaratkan untuk setiap generator 3 phasa:
  - 1 voltmeter yang dapat dipswitch ke generator lain.
  - 1 Amperemeter dapat dipswitch ke semua phase.
  - 1 meter daya untuk generator 50 kva dan lebih
  - 1 frekwensimeter yang dapat dipswitch ke generator lain.

d. Rangkaian berikut disuplai dari generator langsung.  
Diamankan secara terpisah terhadap hubung singkat (short circuit):

- Under voltage trip generator circuit breaker
- Instrument pengukuran
- Lampu indicator
- Peralatan control governor

#### Kesimpulan

1. Bentuk dan susunan komponen dalam MSB dipengaruhi oleh:
  - Kondisi sekitar udara laut, uap minyak dan suhu sekitar ruang
  - Gerakan dan getaran seperti sudut kemiringan contoh: kemiringan melintang statis 22,2 derajat & dinamis 22,5 degree kemiringan membujur statis 10 degree dan dinamis 10 degree
  - Keselamatan dan keamanan manusia dan barang.
2. Disamping hal tersebut diatas, maka factor terpenting yang harus diperhatikan adalah:
  - Tempat MSB berada dikamar mesin (engine room).
  - Keadaan sekitar MSB yaitu aman dan luas untuk pengoperasian.
3. Karena itu penting bagi konstruksi MSB dalam hal:
  - Mampu menahan pengaruh factor seperti diatas dengan memperhatikan pemilihan komponen dan penyusunannya (arrangement).
  - Perlengkapan tambahan tetapi penting yaitu handrail (didepan panel). Pemegang pintu dalam posisi terbuka dan sistem sirkulasi terbuka.
  - Sistem tegangan yang dipakai harus dinyatakan dengan jelas.

## 2.7 Sistem Pengaman (Breaker)

Pemutus tenaga merupakan suatu alat yang tidak dipakai sebagai penghubung antara sumber listrik dan beban tetapi juga sebagai pengaman terhadap listrik yang dialirkan. Pemutus tenaga di desain dengan memiliki fungsi utama sebagai berikut:

- Mengamankan kabel terhadap beban lebih dan arus hubung singkat
- Melakukan arus tanpa pemanasan lebih
- Membuka dan menutup sebuah sirkuit di bawah arus pengenal
- Pengaman terhadap kerusakan isolator

Macam-macam pengaman tenaga listrik yaitu

### I. Miniature Circuit Breaker (MCB)



Gambar 2.8 MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB adalah pengaman rangkaian yang dilengkapi dengan pengaman thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relai elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa.

Keuntungan menggunakan MCB sebagai berikut :

- Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
- Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu phasanya.
- Mempunyai tanggapan yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan thermal overload yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengaman secara thermis memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak. MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.

## II. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)



Gambar 2.9 Struktur MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

MCCB merupakan alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus bebanlebih. Pada jenis tertentu, pengaman ini mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

Adapun karakteristik untuk pemutus tenaga (MCB dan MCCB) adalah arus nominal (A), kapasitas pemutus (kA), jumlah kutub, tegangan isolasi, tegangan operasi, tegangan impuls (kV) yang dapat ditahan unit trip, alat bantu dan kelengkapan.

Untuk menghitung arus nominal, rumusnya adalah:

- Untuk menghitung beban satu fasa:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{V_{L-N} \cdot \cos \phi \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Untuk menghitung beban tiga fasa:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot \cos \phi \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- I nominal : Arus nominal (ampere)
- VL-N : Tegangan line-netral (volt)
- VL-L : Tegangan line-line (volt)
- P : Daya (watt)
- cosφ : Faktor daya
- η : efisiensi/rendemen beban

## 2.8 Generator

Generator adalah suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik. Jadi disini generator berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Prinsip kerja generator adalah bilamana rotor diputar maka belitan kawatnya akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbullah arus listrik, arus melalui kabel/kawat yang ke dua ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar. Generator kapal merupakan alat bantu kapal yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik diatas kapal. Dalam penentuan kapasitas generator kapal yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik diatas kapal maka analisa beban dibuat untuk menentukan jumlah daya yang dibutuhkan dan variasi pemakaian untuk kondisi operasional seperti manuver, berlayar, berlabuh atau bersandar serta beberapa kondisi

lainnya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui daya minimum dan maksimum yang dibutuhkan.

Dalam merencanakan sistem kelistrikan kapal perlu diperhatikan kapasitas dari generator dan peralatan listrik lainnya, besarnya kebutuhan maksimum dan minimum dari peralatannya. Kebutuhan maksimum merupakan kebutuhan daya rerata terbesar yang terjadi pada interval waktu yang singkat selama periode kerja dari peralatan tersebut, dan sebaliknya. Kebutuhan rerata merupakan daya rerata pada periode kerja generator kapal yang dapat ditentukan dengan membagi energi yang dipakai dengan jumlah jam periode tersebut.

Untuk kebutuhan maksimum digunakan sebagai acuan dalam menentukan kapasitas generator kapal. Dan untuk kebutuhan minimum digunakan sebagai acuan untuk menentukan konfigurasi dari electric plan yang sesuai serta untuk menentukan kapan generator kapal dioperasikan.

Daya cadangan harus dimasukkan perhitungan untuk menutup kebutuhan daya listrik kapal pada puncak beban yang terjadi pada periode yang singkat, misalnya bila digunakan untuk mengasut motor – motor besar. Jika dilihat secara regulasi BKI mensyaratkan untuk daya keluar dari generator kapal sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan dilaut harus 15% lebih tinggi daripada kebutuhan daya listrik kapal yang ditetapkan dalam balans daya. Selain itu juga harus diperhatikan faktor pertumbuhan beban untuk masa akan datang. Untuk menentukan kapasitas generator di kapal dipergunakan suatu tabel balans daya yang mana seluruh peralatan listrik yang ada kapasitasnya atau dayanya tertera dalam tabel tersebut. Sehingga dengan tabel balans daya tersebut dapat diketahui daya listrik yang diperlukan untuk masing – masing kondisi operasional kapal. Dalam penentuan electric balans BKI Vol. IV (Bab I, D.I) mengisyaratkan bahwa : seluruh perlengkapan

pemakaian daya yang secara tetap diperlukan untuk memelihara pelayanan normal harus diperhitungkan dengan daya kerja penuh. Beban terhubung dari seluruh perlengkapan cadangan harus dinyatakan. Dalam hal perlengkapan pemakaian daya nyata yang hanya bekerja bila suatu perlengkapan serupa rusak, kebutuhan dayanya tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan. Daya masuk total harus ditentukan, dari seluruh pemakaian daya yang hanya untuk sementara dimasukkan, dikalikan dengan suatu faktor kesamaan waktu bersama (common simultancity factor) dan ditambahkan kepada daya masuk total dari seluruh perlengkapan pemakaian daya yang terhubung tetap. Daya masuk total sebagaimana telah ditentukan sesuai 1 dan 3. Maupun daya yang diperlukan untuk instalasi pendingin yang mungkin ada, harus dipakai sebagai dasar dalam pemberian ukuran instalasi generator kapal.

Beban Kerja (Load Factor) generator kapal, load faktor peralatan kapal didefinisikan sebagai perbandingan antara waktu pemakaian peralatan pada suatu kondisi dengan total waktu untuk suatu kondisi dan nilai load faktor dinyatakan dalam persentase. Untuk peralatan yang jarang dipergunakan diatas kapal dianggap mempunyai beban nol. Begitu juga untuk peralatan yang bisa dikatakan hampir tidak pernah dipergunakan nilai load faktornya juga dianggap nol seperti, fire pump, anchor windlass, capstan dan boat winches.

Faktor Kesamarataan (Diversity Factor) generator kapal, peralatan listrik diatas kapal memiliki karakter pembebanan yang spesifik dimana peralatan bekerja tidak pada waktu pemakaian yang teratur dan secara bersamaan. Adapun jenis pembebanan dalam operasional peralatan listrik diatas kapal dibagi menjadi,

- a. Beban kontinyu (continous Load ) generator kapal Ini merupakan peralatan yang dalam operasionalnya bekerja

secara terus menerus pada kondisi pelayaran normal seperti, lampu-lampu navigasi, pompa uantu CPP, dll.

- b. Beban generator kapal Terputus – putus (Intermitten Load)  
Peralatan yang dalam operasionalnya tidak bekerja secara kontinyu dalam pelayaran normal, melainkan berkerja secara periodik. Misalnya, pompa transfer bahan bakar kapal, pompa air tawar, dll.

Faktor kesamarataan ini didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah dari kebutuhan daya intermitten yang beroperasi selama periode waktu tertentu dengan jumlah dari total kebutuhan daya listrik kapal . DalamBKI Vol IV, Bab I,D.1.c, ditetapkan faktor kesamarataan dengan mempertimbangkan beban tertinggi yang diharapkan terjadi pada waktu yang sama. Jika penentuan tepat tidaklah mungkin, faktor kesamaan waktunya digunakan tidak boleh lebih kecil dari 0.5.

Perhitungan Kapasitas generator kapal, dalam perhitungan kapasitas generator kapal selain load faktor dan faktor diversity ada beberapa hal yang harus diperhatikan,

- a. Kondisi kapal, kondisi kapal umumnya terdiri dari sandar atau berlabuh, manuver, berlayar, bongkar muat dan Emergency. Berbagai kondisi ini sangat tergantung dari jenis kapal.
- b. Data peralatan kapal, data ini dipergunakan untuk mengetahui jumlah daya atau beban yang diperlukan dan jumlah unit yang tersedia diatas kapal. Data peralatan ini berdasarkan perhitungan dan telah diverifikasi dengan data yang ada dipasaran.
- c. Penggolongan Peralatan kapal, peralatan digolongkan berdasarkan

- Kondisi kapal (Poin a).
- Letak atau fungsi (Hull part, Machinery Part dan Electrical part).
- Tipe beban (Beban kontinyu atau beban Intermitten).

Kemudian semua data peralatan dengan memperhatikan beberapa hal diatas dimasukkan kedalam tabel balans daya generator kapal

## 2.9 Sistem Pengkabelan

Tipe kabel yang digunakan dalam instalasi listrik kapal mengacu berdasarkan standarisasi tertentu, misal : standarisasi Jepang (JIS), Nippon Kaiji (NK), Registro Italiano Navale (RINA), American Beureau of Shipping (ABS), Buerau Veritas (BV), Lloyd's Register (LR), Germanischer Lloyd (GL), atau International Maritime Organization (IMO). Dalam pelaksanaan dan pemasangannya , para pemasang dituntut harus bisa membaca gambar baik itu berupa wiring diagram maupun single line diagram untuk kabel yang akan digunakan pada kapal tersebut. Konduktor /kabel didalam instalasi listrik dipergunakan untuk menghantarkan arus listrik, dan mempunyai spesifikasi teknis yang meliputi antara lain sebagai berikut :

- a. Tegangan kerja
- b. Arus nominal
- c. Temperatur
- d. Bahan (tembaga atau alumunium)
- e. Isolasi
- f. Luas penampang kabel.

Pada setiap jenis kabel selalu ada penandaan mengenai kodefikasi kabel, misalnya : LSPYC, LDPYC, LTPYC, LMPYC, HDPYCY, HTPYCY. Jenis kabel ini ada yang serabut, dan ada

yang pejal, yangmana didalam instalasi listrik kedua jenis kabel tersebut adalah sering digunakan. (Hidayat, 2007)

Ada beberapa tinjauan kabel listrik untuk pemakaian di kapal yaitu sebagai berikut :

- a. Berdasarkan besar rating tegangan
  - b. Berdasarkan banyak /jumlah inti
  - c. Berdasarkan lapisan isolasi
- ✓ Berdasarkan besar rating tegangan, dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok yaitu sebagai berikut :
- a. Untuk tegangan 660 Volt (dinotasikan dengan huruf H) :  
HSPYC, HDPYC, HTPYC, HMPYC, HSPNC, HDPNC, HTPNC, HMPNC, HSPLC, HDPLC, HTPLC, HMPLC, HDSRLC, HTSRLC, HSPYCY, HDPYCY, HTPYCY, HMPYCY, HSPNCY, HDPNCY, HTPNCY, HMPNCY, HSPLCY, HDPLCY, HTPLCY, HMPLCY.
  - b. Untuk tegangan 250 Volt (dinotasikan dengan huruf L) :  
LSPYC, LDPYC, LTPYC, LMPYC, LSPNC, LDPNC, LDPNC, LTPNC, LMPNC, LMPLC, LTTYC, LSPYCY, LDPYCY, LTPYCY, LMPYCY, LSPNCY, LDPNCY, LTPNCY, LMPNCY.
- ✓ Berdasarkan banyak /jumlah inti, dibedakan menjadi 5 (lima) bagian yaitu sebagai berikut :
- a. S : Single Core
  - b. D : Double Core
  - c. T : Three Core
  - d. M : Multi Core
  - e. TT : Twisted Pair Core

## 2.10 Analisa Penyusutan Ekonomi

Analisa ekonomi adalah suatu usaha melakukan penelitian secara mendalam tentang suatu kondisi ekonomi dengan melihat beberapa faktor yang dinamakan indikator ekonomi sehingga kita dapat menyimpulkan dengan metoda ilmiah kondisi ekonomi yang saat ini sedang berlangsung. Untuk mencapai suatu analisa ekonomi yang baik sebaiknya dengan mempertimbangkan dan memperhitungkan setiap indikator yang ada dan melakukan suatu perhitungan statistik yang memadai agar hasil analisisnya lebih memuaskan. Karena bisa jadi bila melakukan suatu analisis, hasilnya akan sangat berbeda. Kegiatan melakukan analisa ini tidak hanya sekedar mengungkapkan berdasarkan hal-hal mendasar tetapi harus memiliki kemampuan mensintesa semua ilmu terkait dan memberikan output yang mencakup pandangan yang luas.

Depresiasi atau penyusutan adalah berkurangnya nilai suatu mesin setelah melalui suatu periode tertentu. Metode garis lurus atau straight adalah metode penyusutan dimana besarnya penyusutan selalu sama dari tiap periode akuntansi selama umur ekonomis dari asset tetap yang bersangkutan. Metode garis lurus membebankan jumlah beban penyusutan yang sama dari depresiasi untuk setiap periode akuntansi selama usia kegunaan aktiva tersebut. Dia ditentukan dengan cara mengurangkan nilai sisa dari biaya awal dan membaginya dengan jumlah tahun dari perkiraan usia.

Pada metoda ini besarnya dana depresiasi berbanding langsung dengan umur mesin. Besarnya dana depresiasi adalah sama untuk setiaptahun. Perhitungan dilakuka n sebagai berikut :

$$D = \frac{(P - L)}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

D = Dana depresiasi untuk setiap tahun (Rp).

P = Harga awal mesin (Rp).

L = Harga akhir mesin (Rp).

n = Umur pakai mesin (tahun).

Kemudian penyusutan tahunan diperoleh dengan cara mengalikan % tersebut dengan cost yang disusutkan sebagai berikut, prosentase penyusutan tahunan =  $100\% : \text{umur}$ , jadi =  $100\% : 5 = 20\%$ .

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Umum**

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian skripsi. Metodologi penulisan pada skripsi ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau proses analisa terhadap permasalahan pada skripsi.

### **3.2. Urutan Pelaksanaan Pengerjaan Skripsi**

#### **3.2.1. Studi Literatur**

Dilakukan untuk memperoleh dasar-dasar teori dan berbagai informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Dalam hal ini telaah pustaka dilakukan melalui jurnal, paper, buku, dan media lain yang menunjang penulisan skripsi ini.

#### **3.2.2. Pengumpulan Data**

##### **3.2.2.1. Desain Awal Kapal**

Bertujuan untuk mengetahui bagaimana peralatan yang terpasang di kapal yang meliputi sistem kelistrikan dan sistem gerak bow thruster sehingga dapat dijadikan acuan dalam modifikasi.

##### **3.2.2.2. Kemampuan Supply Daya Listrik Kapal**

Bertujuan untuk mengetahui kondisi kapal dalam beberapa keadaan pelayaran sehingga dapat diketahui daya maksimal yang dapat diberikan generator untuk modifikasi kapal. Hal ini termasuk untuk mengetahui besarnya kebutuhan listrik dan modifikasi sistem di kapal.

##### **3.2.3. Evaluasi Perhitungan**

Evaluasi perhitungan diperlukan untuk mengetahui berapa jumlah generator dan sistem kerja generator yang dibutuhkan agar dapat memenuhi kebutuhan listrik di kapal.

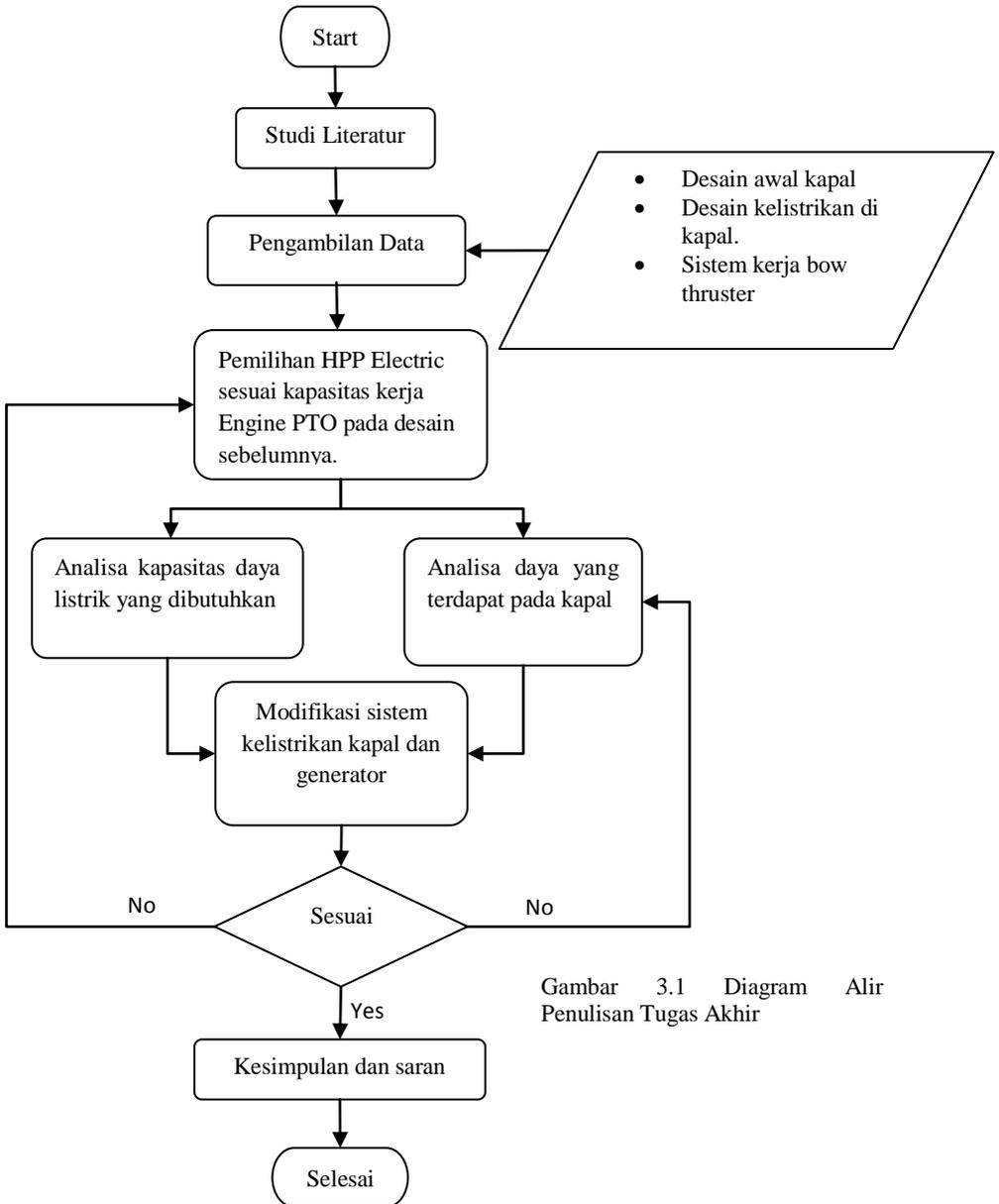
#### **3.2.4. Analisa Teknis**

Pada tahap ini seluruh hasil evaluasi akan dianalisa dan akan ditentukan konfigurasi yang tepat untuk pemilihan generator dan sistem kerja generator serta pemasangan jaringan dari MSB menuju beban.

#### **3.2.5. Kesimpulan dan Saran**

Dari analisa yang dilakukan maka tahap selanjutnya adalah membuat kesimpulan tentang hal permasalahan yang dibahas, dan kemudian memberikan saran-saran atau rekomendasi untuk memperbaiki kekurangan yang terjadi.

### 3.3. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 ini, penulis akan memodifikasi sistem kelistrikan pada kapal CB. Suberko 01 yang dikarenakan adanya penambahan electric bow thruster.

### 4.1 Sistem Penggerak bow thruster PTO

Pada desain awal sistem penggerak bow thruster kapal crewboat CB. Suberko 01 ini menggunakan hidraulic pump yg di kopel dengan PTO main engine. Berikut ini spesifikasi dan desain awal bow thruster pada kapal CB. Suberko 01.

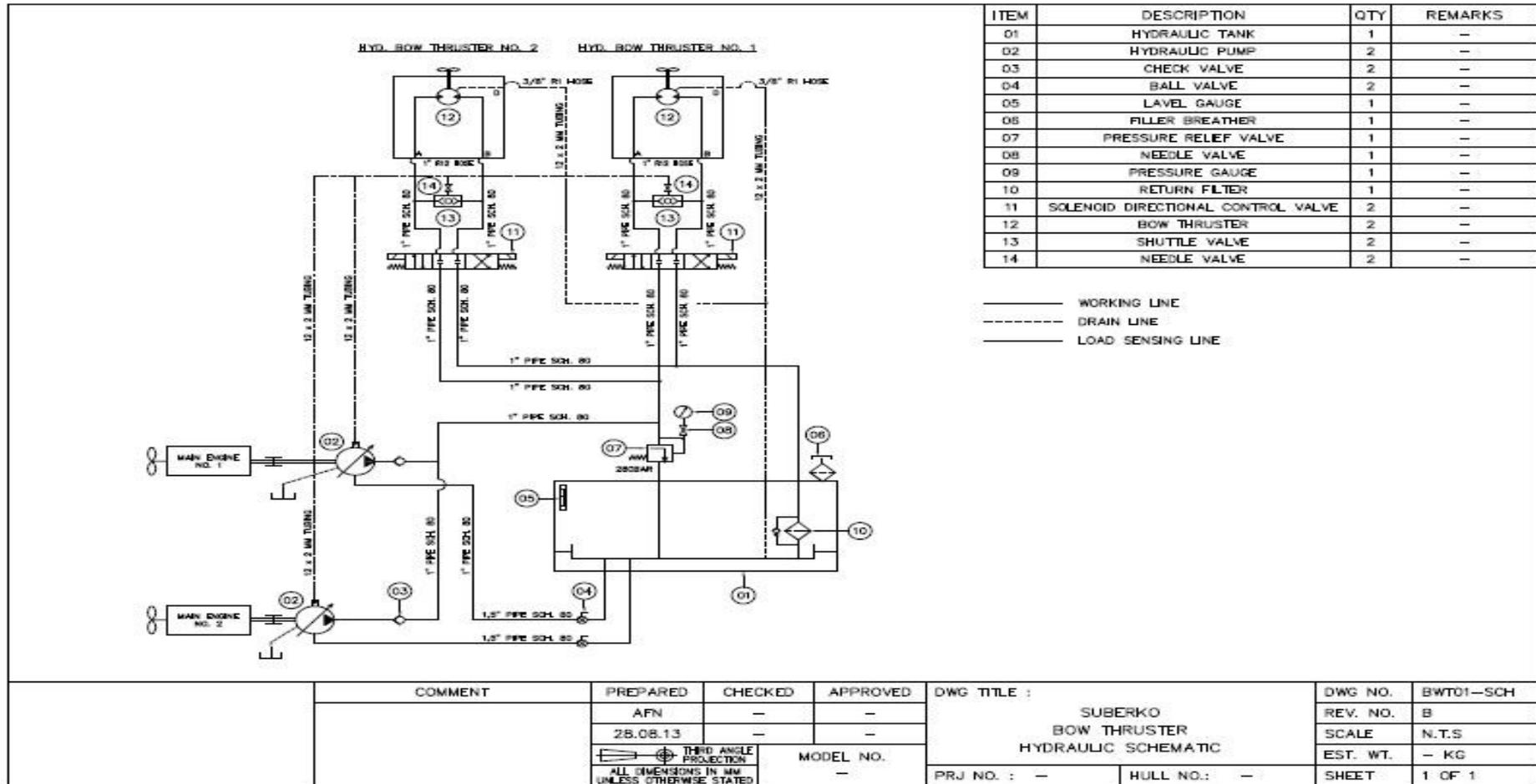
Tabel 4.1 Spesifikasi Awal Bow Thruster

No	Jenis	Jumlah	Merk / Type
1	Hidraulic Tank	1	-
2	Hidraulic Pump	2	Vetus / HT1015E62
3	Check Valve	2	
4	Ball Valve	2	
5	Level Gauge	1	
6	Filler Breather	1	
7	Pressure Relief Valve	1	
8	Neddle Valve	1	
9	Preesure Gauge	1	
10	Return Filter	1	
11	Solenoid Directional Control Valve	2	
12	Bow Thruster	2	Vetus / BOW 550HM
13	Shuttle Valve	2	
14	Neddle Valve	2	
15	Main Pipe	-	1,5" SCH 80
16	Distribution Pipe	-	1" SCH 80
17	Drain Pipe	-	12 x 2 mm Tubing

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

Gambar 4.1 merupakan desain skema hidraulic bow thruster yang menggunakan penggerak motor hidraulik yang di kopel dengan engine PTO yang diletakkan pada main engine 1 dan main engine 2. Sesuai gambar bahwa sirkulasi fluida yang terdapat pada sistem tersebut akan terus berjalan ketika main engine di hidupkan. Penggerak *bow thruster* diatur oleh selenoid valve yang terdapat pada ruang bow thruster yang digerakkan oleh sistem listrik.

Gambar 4.1 Skema bow thruster PTO



ITEM	DESCRIPTION	QTY	REMARKS
01	HYDRAULIC TANK	1	—
02	HYDRAULIC PUMP	2	—
03	CHECK VALVE	2	—
04	BALL VALVE	2	—
05	LEVEL GAUGE	1	—
06	FILLER BREATHER	1	—
07	PRESSURE RELIEF VALVE	1	—
08	NEEDLE VALVE	1	—
09	PRESSURE GAUGE	1	—
10	RETURN FILTER	1	—
11	SOLENOID DIRECTIONAL CONTROL VALVE	2	—
12	BOW THRUSTER	2	—
13	SHUTTLE VALVE	2	—
14	NEEDLE VALVE	2	—

— WORKING LINE  
 - - - DRAIN LINE  
 - · - · - · LOAD SENSING LINE

COMMENT	PREPARED	CHECKED	APPROVED	DWG TITLE :	DWG NO.	BWT01-SCH
	AFN	—	—	SUBERKO BOW THRUSTER HYDRAULIC SCHEMATIC	REV. NO.	B
	28.08.13	—	—		SCALE	N.T.S
	THIRD ANGLE PROJECTION ALL DIMENSIONS IN MM UNLESS OTHERWISE STATED		MODEL NO.		EST. WT.	— KG
				PRJ NO. : —	HULL NO. : —	SHEET 1 OF 1

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## 4.2 Pemilihan Electric Bow Thruster

Kapal CB. Suberko 01 sebelumnya menggunakan *bow thruster* dengan sistem penggerak motor hidraulik yang di kopel dengan engine PTO. Vetus BOW 550HM merupakan type bow thruster yang digunakan dalam kapal spesifikasi teknis berikut.

Tabel 4.2 Spesifikasi Teknis Bow Thruster

No	Data Teknik	Keterangan
1	Thrust	1215 N (kgf) (lbf)
2	Hidraulic motor power	33 kW
3	Hidraulic motor speed	1920 rpm
4	Hidraulic motor capacity	45 cm <sup>3</sup> /rev
5	Flow Rate	92 l/min
6	Operating pressure	250 bar
7	Internal tunnel diameter	400 mm

Dari spesifikasi teknis *Vetus BOW 550HM* diatas maka ditentukan besar hidraulic power pack unit pengganti hidraulic motor PTO yang harus dipasangkan supaya mampu melayani kebutuhan daya dari *bow thruster* yang sudah terpasang. *Hydra Products TI-050-10* merupakan hidraulic power pack unit dengan spesifikasi teknis yang sesuai dengan kebutuhan *Vetus BOW 550H*, tabel 4.3 dibawah ini menjelaskan spesifikasi teknis *Hydra Products TI-050-10*.

Tabel 4.3 Spesifikasi Teknis TI-050-10

No	Data Teknik	Keterangan
1	Flow Rate	100 l/min
2	Operating pressure	250 bar
3	Suction filter	90 micron
4	Return filter	25 micron
5	Electric Motor	30kW
6	Dimension (LxWxH)	755mm x 555mm x 1137mm

### 4.3 Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik Kapal

Sistem kelistrikan pada kapal CB. Suberko 01 di desain dengan 4 kondisi pelayaran dengan total beban pada peralatan listrik maksimal 34kW dengan kapasitas generator yaitu 48kW menggunakan sistem single operation genset. Tabel 4.4 berikut ini menunjukkan peralatan listrik yang terpasang pada kapal.

Tabel 4.4 Peralatan listrik kapal CB Suberko 01

NO	PERLENGKAPAN	Set	KW	TOTAL KW
1	Hydraulic Power Pack at Steering Gear	1	2.20	2.20
2	Hydraulic Power Pack at Anchor	1	3.00	3.00
3	Bilge / Ballast Pump	2	2.20	4.40
4	CS Pump	1	0.75	0.75
5	Fresh Water Pump	1	0.40	0.40
6	Sea Water Pump	1	0.40	0.40
7	Sewage Pump	1	0.40	0.40
8	Oil Water Separator	1	2.20	2.20
9	E/R Supply Fan	2	0.75	1.50
10	E/R Exhaust Fan	2	0.75	1.50
11	FO Purifier	1	3.00	3.00
12	FO Transfer Pump (Internal)	1	0.12	0.12
13	FO Transfer Pump (External)	1	2.20	2.20
14	FW Transfer Pump (External)	1	3.70	3.70
16	AC Wheel House	1	0.75	0.75
17	AC Wheel House	1	0.55	0.55
18	AC Lounge Room	1	0.35	0.35
19	AC Medical Room	1	0.35	0.35
20	AC Mess Room	1	0.75	0.75
21	AC Control Room	1	0.75	0.75
22	AC Crew 4P Room	1	0.35	0.35
23	AC Crew 2P Room	1	0.35	0.35
24	AC Chiff Room	1	0.35	0.35
25	AC Captain Room	1	0.35	0.35
26	AC Passenger Room	2	3.00	6.00
27	Wheel House Lighting	12	0.02	0.24
28	Main Deck Lighting	19	0.02	0.38
29	Below Main Deck Lighting	17	0.02	0.34
30	Flood Light	3	0.50	1.50
31	Search Light	1	1.00	1.00
32	Accom. Sockets Circuit (wheel house)	1	7.00	7.00
33	Accom. Sockets Circuit (main deck)	1	9.00	9.00
34	Accom. Sockets Circuit (bw main deck)	1	7.00	7.00
35	Toilet Exhaust Fan	3	0.20	0.60

Beberapa hal yang harus diperhatikan saat penentuan besar kapasitas generator antara lain:

1. Macam kondisi operasional kapal

Macam kondisi kapal dalam studi kasus ini dibagi menjadi 4 kondisi yaitu:

- Kondisi ke 1 yaitu pada saat kapal berlayar
- Kondisi ke 2 yaitu saat posisi kapal berlabuh atau standby
- Kondisi ke 3 yaitu pada saat kondisi kapal sedang transfer air bersih ke RIG / Platform
- Kondisi ke 4 yaitu pada saat kapal melakukan bongkar muat di RIG atau platform

Untuk menentukan kapasitas generator perlu diketahui jumlah beban pada tiap tiap kondisi operasi kapal, hal ini dilakukan dengan analisa perhitungan beban listrik yang berupa tabel dan biasanya disebut tabel kalkulasi keseimbangan beban listrik (estimation of power capacity for main generator).

2. Load faktor peralatan

Load faktor peralatan adalah perbandingan daya rata-rata dengan perbandingan daya untuk operasi maksimal dalam satu kondisi. Persentase faktor beban diisikan pada setiap kondisi operasi dan besarnya tergantung pada seringnya peralatan tersebut dipakai, besarnya pemakaian daya dari peralatan tersebut terhadap daya nominal dan berdasarkan perancangan sebelumnya. Untuk peralatan yang jarang digunakan dapat diberikan faktor beban nol untuk semua kondisi, sedangkan pada peralatan yang beroperasi secara kontinu dalam pengoperasian kapal mendapatkan beban tetap atau continuous load. Dan untuk peralatan dengan beban sementara atau intermitten adalah beban dari peralatan yang beroperasi secara tidak terus menerus. Setelah

data dimasukkan menurut masing masing kelompok, kemudian keseluruhan beban dijumlahkan.

### 3. Diversity faktor

Diversity faktor disebut juga dengan faktor kebersamaan, merupakan faktor perbandingan antara total daya keseluruhan peralatan yang ada dengan total daya yang dibutuhkan untuk setiap satuan waktu.

Faktor diversitas digunakan untuk mencari beban operasi dengan tujuan menentukan jumlah total beban yang harus dilayani oleh generator akibat adanya pengoprasian beban beban dalam waktu bersamaan.

Dalam modifikasi sistem tenaga listrik pada kapal CB. Suberko 01 ini terdapat penambahan peralatan yaitu hydraulic power pack unit sebesar 30kw sebanyak dua unit yang digunakan untuk menggerakkan *bow thruster*, dimana yang sebelumnya menggunakan penggerak dengan daya yang diperoleh dari motor hydraulic yang digerakkan oleh PTO Engine. Berikut ini perhitungan total keseluruhan beban yang ada dalam kapal CB. Suberko 01 yang harus mampu di supply oleh kedua generator set yang sudah terinstal sebelumnya. Load faktor adalah persentase penggunaan peralatan listrik dalam satuan kondisi tertentu, dimana semakin sering digunakan maka semakin besar pula persentase penggunaan peralatan tersebut. Dalam kondisi pelayaran terdapat dua kondisi kerja dalam peralatan yaitu *Continuous Load (CL)* dan *Intermitten Load (IL)*. Dimana *Continuous Load (CL)* merupakan asumsi perhitungan dimana peralatan yang digunakan dalam kapal bersifat penting dan harus dijalankan pada setiap waktu kerjanya, jika *Intermitten Load (IL)* merupakan asumsi perhitungan dimana peralatan yang digunakan dalam kapal tidak digunakan dan tidak dijalankan pada setiap waktu kerjanya.

Tabel 4.5 Estimasi kebutuhan daya listrik

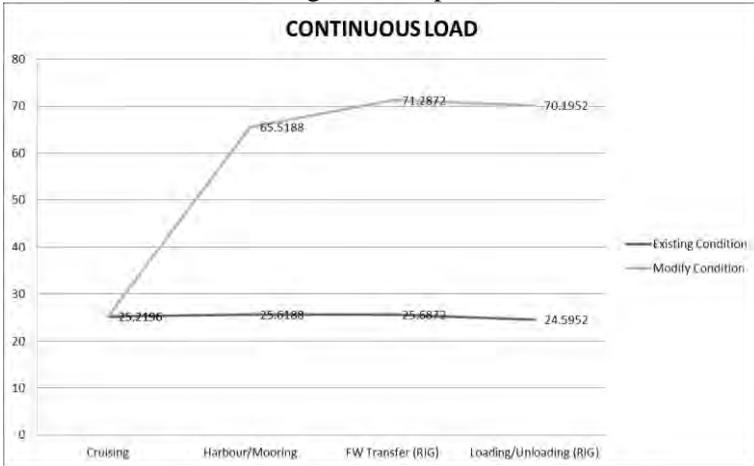
Estimation of Power Capacity for Main Generator																									
Equipment	DF	Set	KW	TOTAL KW	Cruising				Harbour/Mooring				FW Transfer (RIG)				Loading/Unloading (RIG)				REMARK				
					Work	Set	LF	Cap. (kw)		Work	Set	LF	Cap. (kw)		Work	Set	LF	Cap. (kw)		Work		Set	LF	Cap. (kw)	
								C.L.	I.L.				C.L.	I.L.				C.L.	I.L.					C.L.	I.L.
Engine Room																									
-																									
-	0.8	1	2.20	2.20	1	0.70	1.23	-	1	0.80	1.41	-	1	0.80	1.41	-	1	0.80	1.41	-					
-	0.8	1	3.00	3.00	1	0.50	-	1.20	1	0.80	1.92	-	1	0.65	-	1.56	1	0.65	-	1.56					
-	0.8	2	2.20	4.40	2	0.60	-	2.11	2	0.70	2.46	-	2	0.70	2.46	-	2	0.70	2.46	-					
-	0.8	1	0.75	0.75	1	0.75	0.45	-	1	0.75	0.45	-	1	0.70	0.42	-	1	0.70	0.42	-					
-	0.8	1	0.40	0.40	1	0.80	0.26	-	1	0.80	-	0.26	1	0.80	-	0.26	1	0.80	-	0.26					
-	0.8	1	0.40	0.40	1	0.65	0.21	-	1	0.65	-	0.21	1	0.65	-	0.21	1	0.65	-	0.21					
-	0.8	1	0.40	0.40	1	0.65	0.21	-	1	0.65	-	0.21	1	0.65	-	0.21	1	0.65	-	0.21					
-	0.8	1	2.20	2.20	1	0.70	1.23	-	1	0.70	1.23	-	1	0.70	1.23	-	1	0.70	1.23	-					
-	0.8	2	0.75	1.50	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-					
-	0.8	2	0.75	1.50	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-	2	0.80	0.96	-					
-	0.8	1	3.00	3.00	1	0.50	1.20	-	1	0.80	1.92	-	1	0.65	-	1.56	1	0.65	-	1.56					
-	0.8	1	0.12	0.12	1	0.65	0.06	-	1	0.65	0.06	-	1	0.80	0.08	-	1	0.80	0.08	-					
-	0.8	1	2.20	2.20	1	0.40	-	0.70	1	0.40	-	0.70	1	0.80	1.41	-	1	0.60	1.06	-					
-	0.8	1	3.70	3.70	1	0.40	-	1.18	1	0.40	-	1.18	1	0.85	2.52	-	1	0.60	1.78	-					
-	0.95	2	30.00	60.00	2	0.20	-	11.40	2	0.70	39.90	-	2	0.80	45.60	-	2	0.80	45.60	-					
Air Conditioning Unit																									
-	0.8	1	0.75	0.75	1	0.80	0.48	-	1	0.80	0.48	-	1	0.80	0.48	-	1	0.80	0.48	-					
-	0.8	1	0.55	0.55	1	0.80	0.35	-	1	0.80	0.35	-	1	0.80	0.35	-	1	0.80	0.35	-					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.75	0.75	1	0.80	0.48	-	1	0.80	-	0.48	1	0.80	-	0.48	1	0.80	-	0.48					
-	0.8	1	0.75	0.75	1	0.80	0.48	-	1	0.80	-	0.48	1	0.80	-	0.48	1	0.80	-	0.48					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	1	0.35	0.35	1	0.80	0.22	-	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22	1	0.80	-	0.22					
-	0.8	2	3.00	6.00	1	0.80	1.92	-	1	0.80	-	1.92	1	0.80	-	1.92	1	0.80	-	1.92					
AC 220V Lighting																									
-	0.8	12	0.02	0.24	12	0.60	0.12	-	12	0.60	0.12	-	12	0.60	0.12	-	12	0.60	0.12	-					
-	0.8	19	0.02	0.38	19	0.60	0.18	-	19	0.65	0.20	-	19	0.65	0.20	-	19	0.65	0.20	-					
-	0.8	17	0.02	0.34	17	0.80	0.22	-	17	0.80	0.22	-	17	0.80	0.22	-	17	0.80	0.22	-					
-	0.8	3	0.50	1.50	3	0.65	-	0.78	3	0.65	-	0.78	3	0.65	-	0.78	3	0.65	-	0.78					
-	0.8	1	1.00	1.00	1	0.65	-	0.52	1	0.80	-	0.64	1	0.80	-	0.64	1	0.80	-	0.64					
-	0.8	1	7.00	7.00	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-					
-	0.8	1	9.00	9.00	1	0.70	5.04	-	1	0.70	5.04	-	1	0.70	5.04	-	1	0.70	5.04	-					
-	0.8	1	7.00	7.00	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-	1	0.70	3.92	-					
-	0.8	3	0.20	0.60	3	0.65	-	0.31	3	0.65	-	0.39	3	0.65	-	0.39	3	0.65	-	0.39					
TOTAL DEMAND POWER																									
Existing Condition																									
Modify Condition																									
Existing Condition																									
Modify Condition																									
Existing Condition																									
Modify Condition																									
Continue load																									
Intermittent load																									
Devercity factor = 1 (C) + 0.8 (I)																									
Generator Requirements																									
Devercity factor = 1 (C) + 0.8 (I)																									
Generator On Board – Single Operation																									
Generator On Board – Synch Operation																									
Generator Demannnd Percentage																									

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

Dari tabel diatas maka dapat diketahui jika penggunaan bow thruster sangat berpengaruh pada penggunaan daya listrik dimana setelah penambahan bow thruster maka supply daya listrik yang bertambah sebesar 60 kW. Pada kondisi berlayar total daya yang dibutuhkan sebesar 39,79 kW dimana genset yang beroperasi cukup satu unit. Saat kondisi berlabuh pada *existing condition* kebutuhan daya listrik sebesar 32,49 kW sedangkan pada *modify condition* setelah penambahan bow thruster maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar 72,39 kW dimana genset yang beroperasi adalah dua genset bekerja secara paralel. Saat kondisi *Fresh Water Transfer* ke RIG pada *existing condition* kebutuhan daya listrik sebesar 33,55 kW sedangkan pada *modify condition* setelah penambahan bow thruster maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar 79,19 kW dimana genset yang beroperasi adalah dua genset bekerja secara paralel. Saat kondisi *Loading/ Unloading* ke RIG pada *existing condition* kebutuhan daya listrik sebesar 32,46 kW sedangkan pada *modify condition* setelah penambahan bow thruster maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar 78,06 kW dimana genset yang beroperasi adalah dua genset bekerja secara paralel.

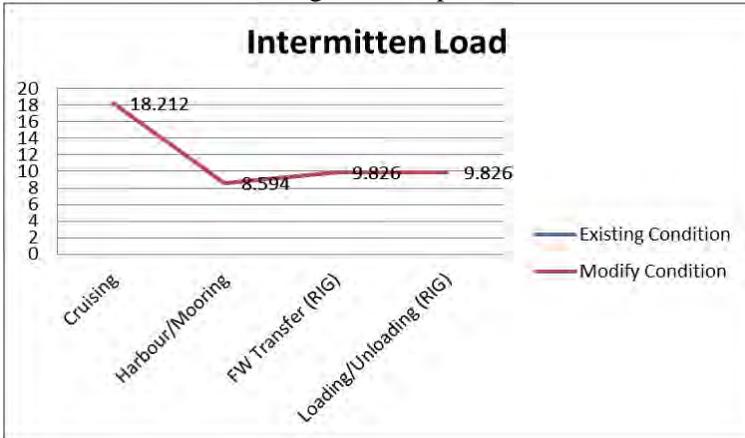
Setelah adanya penambahan *bow thruster* maka terjadi perubahan kebutuhan daya listrik dalam kapal yang sebelumnya cukup satu generator yang beroperasi atau biasa disebut *single operation* maka setelah modifikasi pada kondisi pelayaran tertentu dibutuhkan dua generator yang digunakan untuk mensupply kebutuhan listrik atau biasa disebut *paralel generator operation*. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat di grafik dibawah ini mengenai perubahan daya listrik pada kapal CB Suberko 01 pada *existing condition* dan *modify condition*.

Grafik 4.1 Perbandingan beban pada Continuous Load



Grafik 4.1 menjelaskan perbandingan antara *existing condition* dan *modify condition* pada kondisi beban *Continuous Load (CL)*. Pada keadaan berlayar (*cruising*) beban generator yang digunakan pada saat *existing condition* sebesar 25,2 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 25,2 kW. Pada saat kondisi ini kapasitas beban sama, dikarenakan tidak digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan berlabuh (*harbour*) beban kondisi *existing condition* sebesar 25,6 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 65,5 kW. *Modify condition* lebih besar dikarenakan digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan FW Transfer beban kondisi *existing condition* sebesar 25,6 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 71,2 kW. *Modify condition* lebih besar dikarenakan digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan bongkar muat beban kondisi *existing condition* sebesar 24,5 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 20,1 kW. Pada saat bongkar muat kapasitas beban *modify condition* lebih besar sama, dikarenakan penggunaan *bow thruster* untuk *dynamic positioning* kapal.

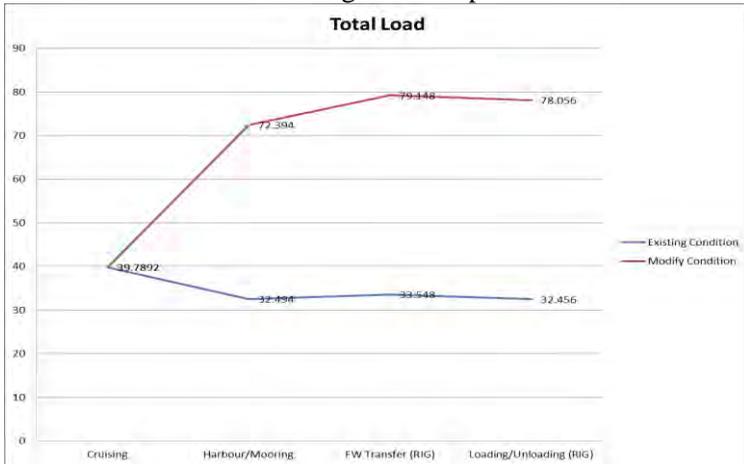
Grafik 4.2 Perbandingan beban pada Intermitten Load



Grafik 4.2 menjelaskan perbandingan antara *existing condition* dan *modify condition* pada kondisi beban *Intermitten Load (IL)*.

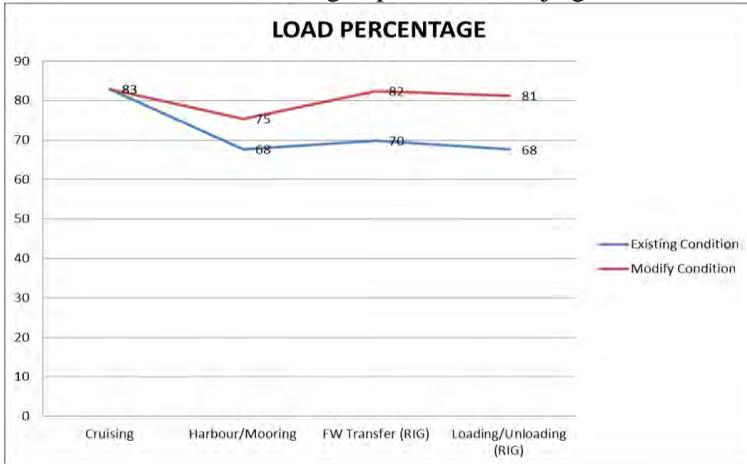
Pada keadaan berlayar (*cruising*) beban generator yang digunakan pada saat *existing condition* sebesar 18,2 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 18,2 kW, pada saat kondisi ini kapasitas beban sama. Pada keadaan berlabuh (*harbour*) beban kondisi *existing condition* sebesar 8,5 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 8,5 kW, pada saat kondisi ini kapasitas beban sama. Pada keadaan FW Transfer beban kondisi *existing condition* sebesar 9,8 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 9,8 kW, pada saat kondisi ini kapasitas beban sama. Pada keadaan bongkar muat beban kondisi *existing condition* sebesar 9,8 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 9,8 kW, pada saat kondisi ini kapasitas beban sama. Semua kondisi pada saat *Intermitten Load* memiliki kapasitas yang sama karena peralatan yang masuk dalam *Intermitten Load* merupakan peralatan yang jarang digunakan.

Grafik 4.3 Perbandingan beban pada Total Load



Grafik 4.3 menjelaskan perbandingan antara *existing condition* dan *modify condition* pada kondisi total beban pada kapal. Pada keadaan berlayar (*cruising*) beban generator yang digunakan pada saat *existing condition* sebesar 39,7 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 39,7 kW. Pada saat kondisi ini kapasitas beban sama, dikarenakan tidak digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan berlabuh (*harbour*) beban kondisi *existing condition* sebesar 32,4 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 72,3 kW. *Modify condition* lebih besar dikarenakan digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan FW Transfer beban kondisi *existing condition* sebesar 33,5 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 79,4 kW. *Modify condition* lebih besar dikarenakan digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan bongkar muat beban kondisi *existing condition* sebesar 32,4 kW sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 78,0 kW. Pada saat bongkar muat kapasitas beban *modify condition* lebih besar sama, dikarenakan penggunaan *bow thruster* untuk *dynamic positioning* di kapal.

Grafik 4.4 Perbandingan persentase kerja generator



Grafik 4.4 menjelaskan perbandingan antara *existing condition* dan *modify condition* pada persentase total beban pada kapal. Mengacu pada rules dimana maksimal kerja generator sebesar 85% load maka modifikasi ini sesuai dengan rule. Pada keadaan berlayar (*cruising*) beban generator yang digunakan pada saat *existing condition* dan *modify condition* memiliki kapasitas yang sama sebesar 83% pada *single operation*, hal ini dikarenakan tidak digunakannya *bow thruster*. Pada keadaan berlabuh (*harbour*) beban kondisi *existing condition* sebesar 68% *single operation* sedangkan pada *modify condition* sebesar 75% pada *parallel operation*. Pada keadaan FW Transfer beban kondisi *existing condition* sebesar 70% pada *single operation*, sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 82% pada *parallel operation*. Pada keadaan bongkar muat beban kondisi *existing condition* sebesar 68% pada *single operation*, sedangkan pada saat *modify condition* sebesar 81% pada *parallel operation*.

#### 4.4 Modifikasi sistem distribusi daya listrik

Setelah adanya penambahan bow thruster electric maka kebutuhan daya listrik di kapal semakin meningkat, dengan menggunakan generator single operation sesuai desain sebelumnya tidak akan mampu mencukupi kebutuhan daya listrik dalam kapal, oleh sebab itu dalam *Tabel 4.5 Estimasi kebutuhan daya listrik* dapat ditarik kesimpulan bahwa generator yang terdapat dalam kapal harus menggunakan paralel operation. Dengan paralel genset operation maka terdapat beberapa perubahan dalam sistem jaringan listrik, yaitu modifikasi main switch board (MSB) dari single operation menjadi paralel operation dan modifikasi blok distribusi dalam MSB.

Besarnya pengaman arus lebih atau circuit breaker pada peralatan listrik dalam kapal sangatlah penting. Pada modifikasi dalam MSB dikarenakan penambahan bow thruster sangatlah penting, dimana slot circuit breaker yg digunakan adalah slot spare yang tersedia dalam MSB pada desain sebelumnya. Untuk pemasangan circuit breaker bow thruster berupa MCCB, dimana penentuan besar kapasitas circuit breaker yang akan dipakai maka terlebih dulu menghitung arus nominalnya. Rumus tersebut adalah:

$$I_{no \ min \ al} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

I nominal	: Arus nominal (ampere)
VL-L	: Tegangan line-line (volt)
P	: Daya (watt)
cosφ	: Faktor daya
η	: efisiensi/rendemen beban

Dari hasil modifikasi pada electric bow thruster, diperoleh perhitungan data sebagai berikut:

Jenis Beban Motor	: Bow Thruster 1
• Beban terpasang	: 30 KW = 30000 W
• Tegangan	: 380 V
• Faktor daya	: 0,8
• Efisiensi	: 0,8
• I nominal perhitungan	:

$$I \text{ nominal} = \frac{30000}{1.73 \times 380 \times 0.8 \times 0.8}$$

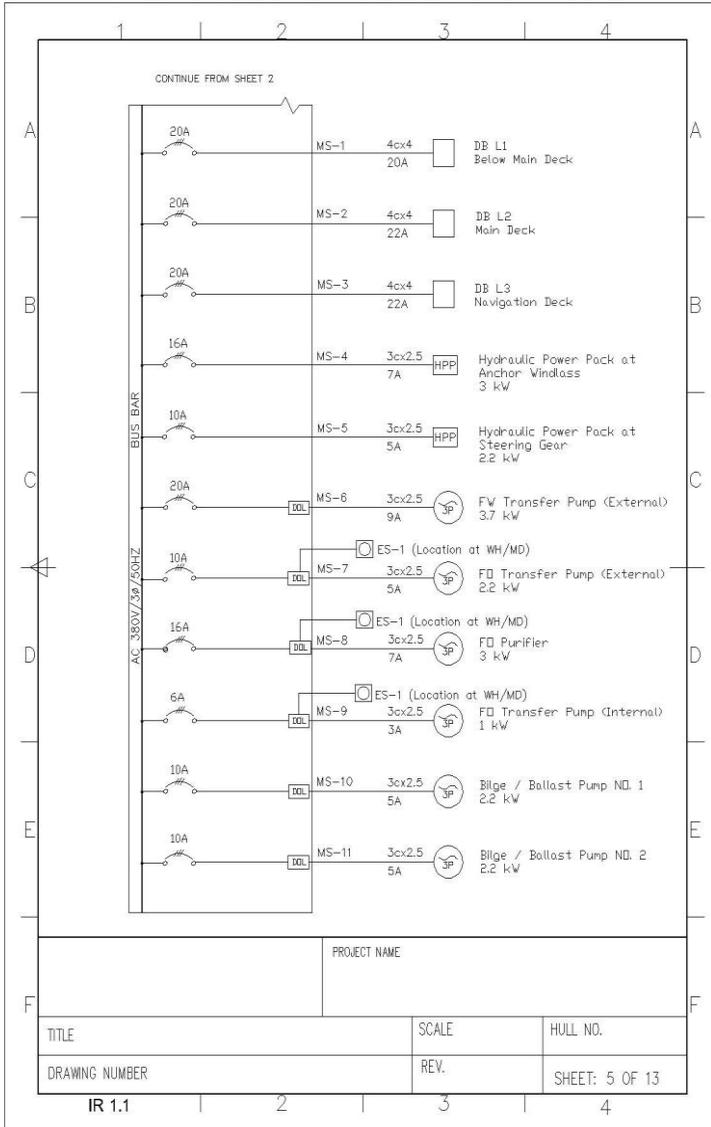
$$= 71.3 \text{ A}$$

Pengaman yang dipilih berdasar rating perhitungan arus nominal adalah MCB 160 A. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi arus start motor yang bisa mencapai 2 kali arus nominal.

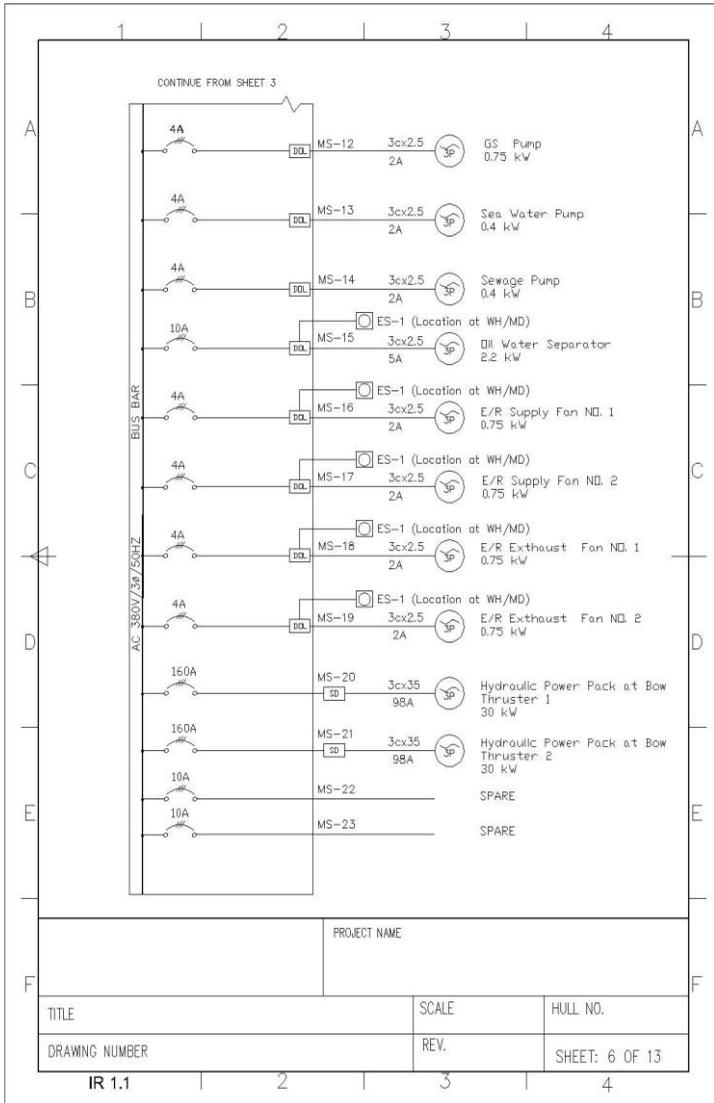
Penentuan luas penampang kabel yang harus terpasang pada kapal mengacu pada rule Bureau Veritas NR566 for ship less then 500 GT, chapter 3 electricity and automation, section 2 system design, part 7.6 Current carrying capacity of cables. Untuk menentukan luas penampang kabel yang digunakan dilihat dari BV Rules. Dengan kapasitas arus sebesar 71.3 A, maka luas penampang kabel hantaran yang digunakan adalah ukuran 35 mm<sup>2</sup> (berdasarkan BV NR 566) dan jenis kabel yang digunakan adalah H-TPYC.

Untuk keseluruhan hasil pemilihan kapasitas pengaman dan luas penampang kabel hantaran pada panel MSB dapat dilihat di gambar 4.2 sistem distribusi daya listrik kapal CB. Suberko 01 dibawah ini.

Gambar 4.2 Distribution 1 Board Pada MSB



Gambar 4.3 Distribution 2 Board Pada MSB



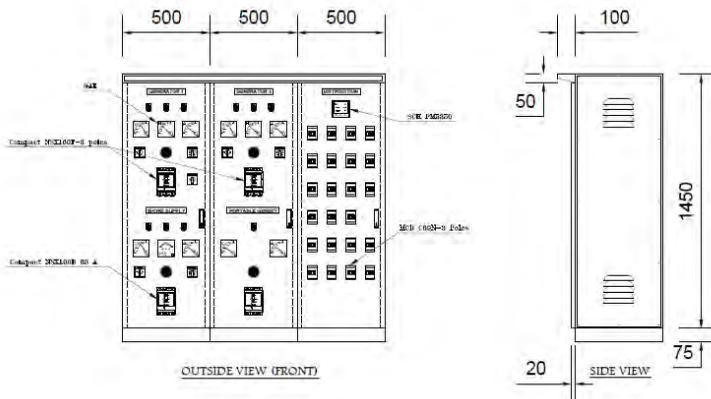
*Gambar 4.2 Distribution 1 Board Pada MSB dan Gambar 4.3 Distribution 2 Board Pada MSB* menjelaskan tentang *distribution board*, dimana *distribution board* itu adalah sebuah papan distribusi (juga dikenal sebagai panel board atau panel pemutus) adalah komponen dari sistem penyediaan tenaga listrik yang membagi feed tenaga listrik menjadi bagian sirkuit, sambil memberikan pelindung sekering atau pemutus arus untuk setiap rangkaian. Dalam *distribution board* dilakukan pembagian beban dan menjelaskan tentang besar kabel yang harus terpasang, jenis starter motor, dan besarnya breaker sebagai pengaman. Pada Gambar 4.2 Distribution 1 Board Pada MSB menjelaskan peralatan yang di supply oleh generator pada kapal, diantaranya DB L 1 below main deck, DB L 2 main, DB L 3 navigation, HPP Anchor (3 kW), HPP steering gear (2,2 kW), FW transfer Exsternal (3,7 kW), FO Transfer Internal (2,2 kW), Fo purifier (3 kW), FOT internal (1 kW), Bilge Ballast Pump 1 (2,2 kW), Bilge Ballast Pump 2 (2,2 kW) dan dilanjutkan pada 4.3 Distribution 2 Board Pada MSB yaitu terdapat GS pump (0,75 kW), Sea water pump (0,4 kW), sewage pump (0,4 kW), OWS (2,2 kW), E/R Supply fan 1 (0,75 kW), E/R Supply fan 2 (0,75 kW), E/R Exthause fan 1 (0,75 kW), E/R Exthause fan 2 (0,75 kW) dan 4 buah slot spare.

Setelah adanya modifikasi pada kelistrikan kapal maka slot spare sebanyak 4 unit tersebut digunakan 2 unit untuk untuk Hidraulic power pack Bow thruster dengan kapasitas 160 A dengan daya Hidraulic power pack Bow thruster 30 kw dengan rician kabel yang harus terpasang sebesar 3c x 35mm dan besar breaker sebagai pengaman adalah 160 A.

#### 4.5 Desain Wiring dan Layout MSB

Electrical switch board atau dinamakan panel listrik adalah suatu susunan peralatan listrik / komponen listrik yang dirangkai atau disusun sedemikian rupa didalam suatu papan control (board) sehingga saling berkaitan dan membentuk fungsi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Dalam pengerjaan modifikasi ini terdapat perubahan pada desain wiring dan layout pada main switch board dimana pada desain awal MSB yang digunakan hanya bisa bekerja dengan sistem *single operation* dengan desain sebagai berikut ini.

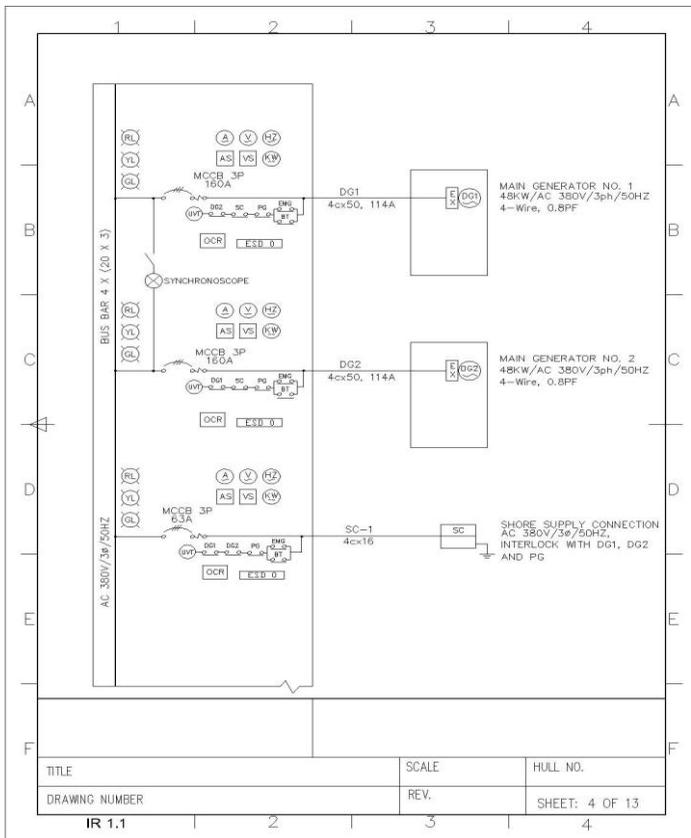
Gambar 4.4 MSB Kapal CB Suberko 01



Dalam desain awal MSB kapal CB Suberko 01 menggunakan sistem *single operation*, dimana genset yang bekerja hanya satu unit dan unit yang lain digunakan untuk standby. MSB kapal CB Suberko memiliki 3 blok, dimana blok pertama digunakan sebagai control Generator 1 dan Generator 2, blok 2 digunakan sebagai control Shore Supply, dan blok 3 digunakan sebagai distribution board sebagai pembagi beban pada seluruh peralatan listrik di kapal.

Setelah adanya penambahan bow thruster electric maka kebutuhan daya listrik di kapal semakin meningkat, dengan menggunakan generator single operation sesuai desain sebelumnya tidak akan mampu mencukupi kebutuhan daya listrik dalam kapal, oleh sebab itu dilakukan modifikasi pada wiring dan layout MSB pada kapal. Berikut ini desain wiring dan layout MSB sesuai modifikasi.

Gambar 4.5 Modifikasi wiring MSB parallel operation



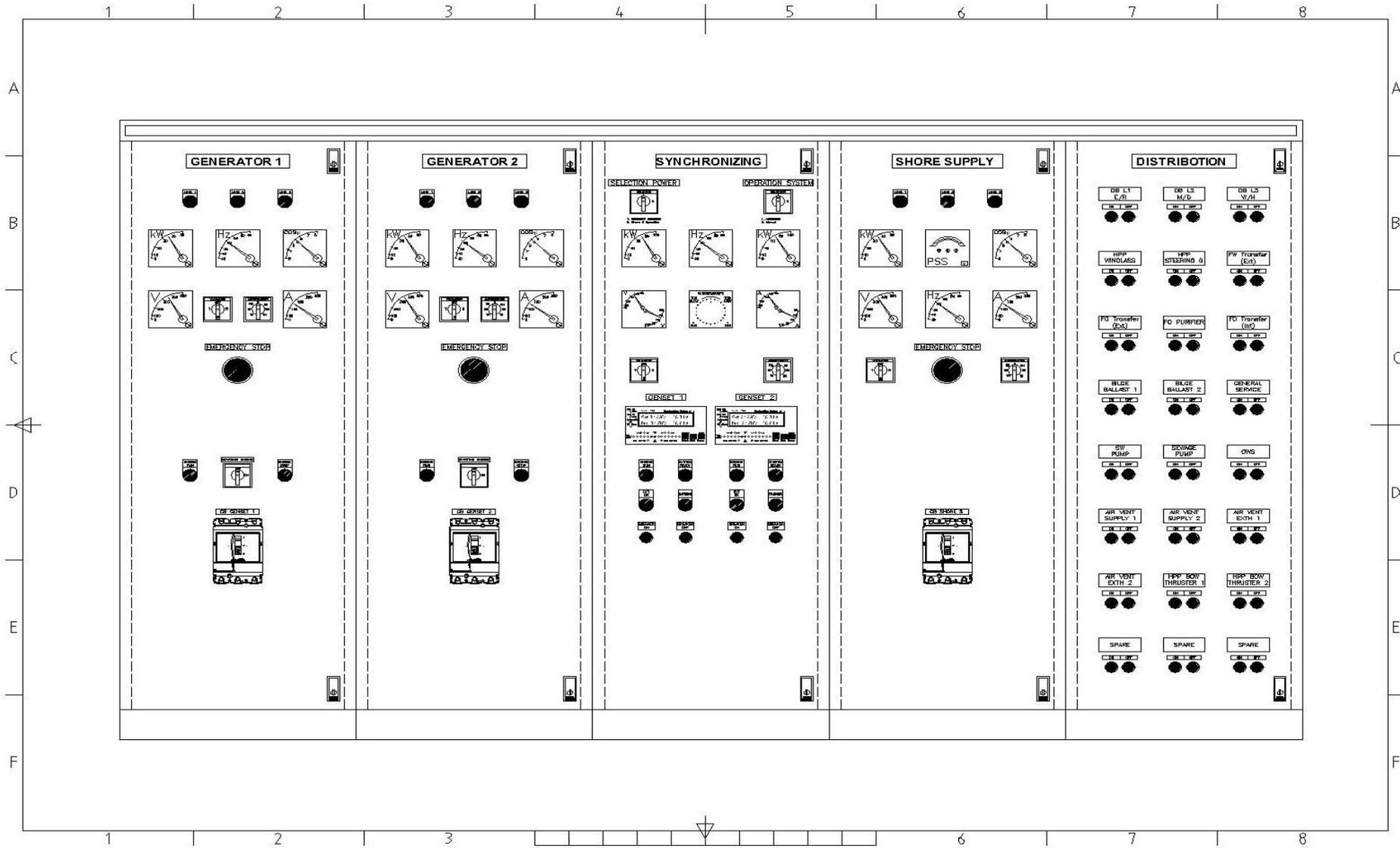
IR 1.1

Dalam modifikasi MSB padapenulisan skripsi ini maka dilakukan perubahan sistem kerja pada MSB dimana pada awalnya menggunakan sistem single operation dirubah menjadi paralel operation. Dengan sistem paralel operation maka ditambah beberapa peralatan yang menunjang sistem paralel yaitu automatic synchronizer, manual synchronizer, dan generator digital control. Pada *Gambar 4.5 Modifikasi wiring MSB paralel operation* ditunjukkan bahwa adanya sistem synchronizer pada MSB.

Sedangkan layout modifikasi MSB dilakukan sesuai dengan *Gambar 4. 6 Desain MSB synchronizer operation* dimana terdapat 5 blok untuk menunjang sistem paralel MSB. Dimana blok pertama berisi pengukuran kelistrikan generator 1, breaker generator 1, dan start stop control generator 1. Pada blok kedua berisi pengukuran kelistrikan generator 2, breaker generator 2, dan start stop control generator 2. Pada blok ketiga berisi panel synchronizer yang berisi pengukuran kelistrikan generator 1 dan 2, Selector switch paralel operation, lampu indikator, manual synchronizer dan automatic modul synchronizer. Semuanya berfungsi sebagai alat untuk memparalelkan kerja generator sehingga dapat diperoleh daya generator yang besar. Pada blok ke 4 berisi pengukuran kelistrikan shore supply, breaker shore supply, dan phase squence untuk mengetahui urutan fasa yang terpasang dari darat untuk masuk ke kapal sudah benar. Pada blok terakhir berisi tentang distribusi jaringan listrik yang berisi diantaranya DB L 1 below main deck, DB L 2 main, DB L 3 navigation, HPP Anchor, HPP steering gear, FW transfer Exsternal,FO Transfer Internal, Fo purifier, FOT internal, Bilge Ballast Pump 1, Bilge Ballast Pump 2, GS pump , Sea water pump, sewage pump, OWS, E/R Supply fan 1, E/R Supply fan 2, E/R Exthause fan 1 , E/R Exthause fan 2, HPP unit bow thruster 1, HPP unit bow thruster 2 , dan 2 buah slot spare.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

Gambar 4. 6 Desain MSB synchronizer operation

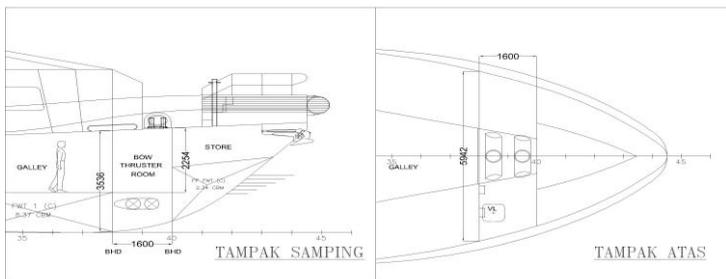


“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

#### 4.6 Modifikasi Ruang Bow Thruster

Dengan adanya modifikasi pada sistem penggerak bow thruster maka dalam ruangan bow thruster harus ditambahkan dua hydraulic powerpack bertenaga motor listrik. Desain dan dimensi seperti gambar dibawah ini.

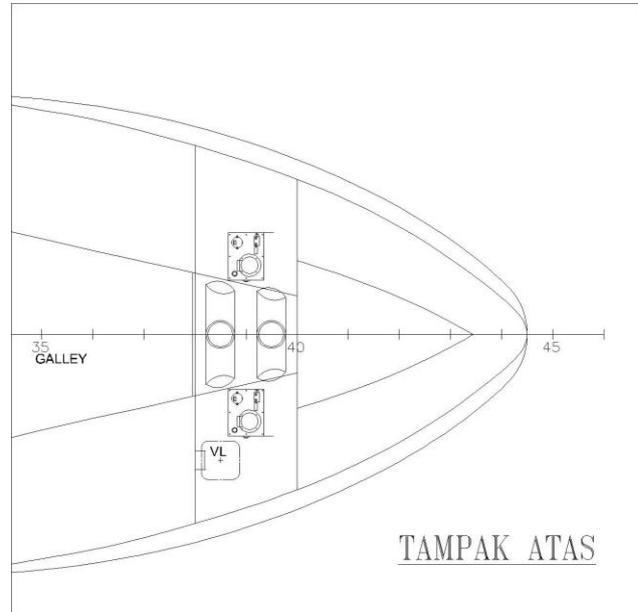
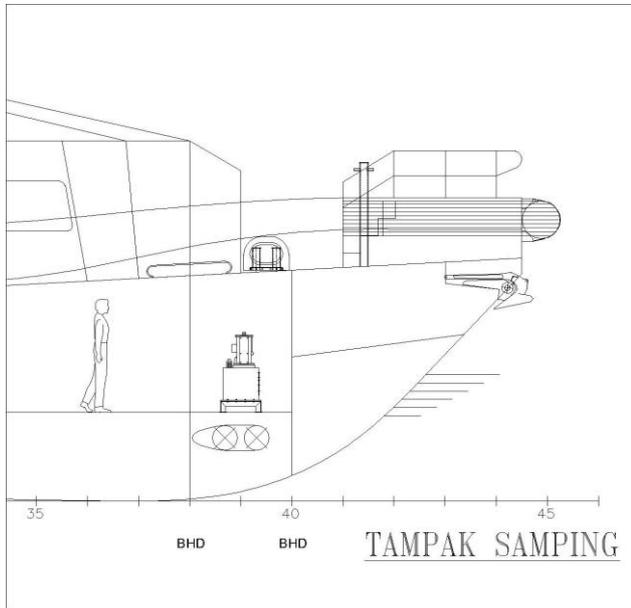
Gambar 4. 7 Dimensi Ruang Bow Thruster



*Gambar 4. 7 Dimensi Ruang Bow Thruster* merupakan gambar layout ruangan bow thruster yang sebenarnya. Dimana ruangan tersebut hanta berisi bow thruster yang berada di lantai bawah. Ruangan bow thruster memiliki ukuran dengan panjang 1,6 m, lebar 5 m, dan tinggi 2,2 m. Dengan dimensi tersebut yang isi ruangnya kosong maka ruangan bow thruster masih bisa digunakan untuk tempat *Hidraulic Power Pack* unit bow thruster sebanyak dua unit.

*Gambar 4. 8 Peletakan dan support Bow Thruster* menunjukkan dimana peletakan *Hidraulic Power Pack* unit bow thruster yang diletakkan pada ruang bow thruster. Dimana peletakan *Hidraulic Power Pack* unit bow thruster ini diletakkan pada sisi kanan dan kiri pada lambung kapal di dalam ruang *bow thruster*. Dimana dalam ruangan tersebut masih bisa dilakukan akses untuk melakukan perbaikan atau *repair*.

Gambar 4. 8 Peletakan dan support Bow Thruster

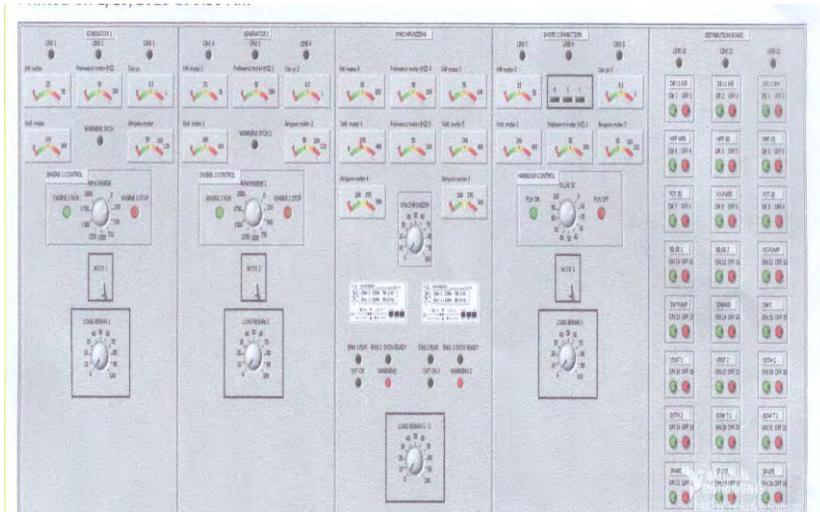


## 4.7 Simulasi Kontrol Main Switch Board

Dalam pembuatan simulasi ini digunakan aplikasi LabVIEW 2010. Dimana LabVIEW 2010 merupakan program utama yang digunakan dalam penyusunan simulasi ini, program ini dipilih karena kemudahan dan kesesuaian serta kelengkapan komponen dengan perencanaan jalannya program.

LabVIEW 2010 bekerja pada windows operating system (OS) ataupun linux, dengan menginstall software LabVIEW 2010 dalam program windows sehingga pada nantinya tampilan dari program aplikasi yang dibuat akan sefamiliar dengan aplikasi yang biasa kita pergunakan aplikasi berbasis windows. Berikut ini tampilan simulasi MSB pada penulisan skripsi.

Gambar 4. 9 Simulasi MSB



Dalam Gambar 4. 9 Simulasi MSB ditunjukkan ada lima blok gambar, dimana blok pertama menjelaskan tentang kerja Generator 1 saat single operation, mula mula engine di start kemudian kita

harus mengatur RPM engine supaya besar voltase dan frekwensi yang dibutuhkan sama dengan yang dihasilkan, kemudian toggle MCCB diposisikan on, jika lampu indikator pada distribution board pada blok ke 5 menyala berarti daya listrik sudah masuk pada tiap tiap pembagi beban. Kemudian blok 2 menjelaskan tentang kerja Generator 2 saat single operation mula mula engine di start kemudian kita harus mengatur RPM engine supaya besar voltase dan frekwensi yang dibutuhkan sama dengan yang dihasilkan, kemudian toggle MCCB diposisikan on, jika lampu indikator pada distribution board pada blok ke 5 menyala berarti daya listrik sudah masuk pada tiap tiap pembagi beban. Blok ke 3 menjelaskan tentang cara paralel generator dimana generator 1 dan generator 2 disynchonkan. Blok ke 4 menjelaskan tentang Shore Connection anel yang berfungsi sebagai opanel pengaman distribusi daya listrik dari darat. Blok ke 5 menjelaskan tentang panel distribusi dimana berfungsi sebagai panel yang membagi beban keseluruhan perlengkapan listrik di kapal.

#### 4.8 Analisa Ekonomis

Analisa ekonomi adalah suatu usaha melakukan penelitian secara mendalam tentang suatu kondisi ekonomi dengan melihat beberapa faktor yang dinamakan indikator ekonomi sehingga kita dapat menyimpulkan dengan metoda ilmiah kondisi ekonomi yang saat ini sedang berlangsung. Dalam modifikasi ini diperoleh matrial dengan harga sebagai berikut.

Tabel 4.6 Biaya Pembangunan Bowthruster

No	Matrial	Jumlah	Harga Satuan	Sumber	Total
1	Hidraulic Powerpac Unit TI-050-10 Standard Power Pack	2	IDR 42,000,000.00	www.alibaba.com	IDR 84,000,000.00
2	MCB Schneider EZC 250N 3p, 160A	2	IDR 920,000.00	SCH Pricelist 2013	IDR 1,840,000.00
3	Kontrol Unit	2	IDR 3,000,000.00	CV. Aruku	IDR 6,000,000.00
4	Kabel Marine 3c X 35mm @20 meter	2	IDR 240,000.00	PT. Wijaya Sakti	IDR 9,600,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>IDR 101,440,000.00</b>

Depresiasi atau penyusutan adalah berkurangnya nilai suatu mesin setelah melalui suatu periode tertentu. Metode garis lurus atau straight adalah metode penyusutan dimana besarnya penyusutan selalu sama dari tiap periode akuntansi selama umur ekonomis dari asset tetap yang bersangkutan. Metode garis lurus membebankan jumlah beban penyusutan yang sama dari depresiasi untuk setiap periode akuntansi selama usia kegunaan aktiva tersebut. Dia ditentukan dengan cara mengurangkan nilai sisa dari biaya awal dan membaginya dengan jumlah tahun dari perkiraan usia.

Pada metoda ini besarnya dana depresiasi berbanding langsung dengan umur mesin. Besarnya dana depresiasi adalah sama untuk setiaptahun. Perhitungan dilakuka n sebagai berikut :

$$D = \frac{(P - L)}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

D = Dana depresiasi untuk setiap tahun (Rp).

P = Harga awal mesin (Rp).

L = Harga akhir mesin (Rp).

n = Umur pakai mesin (tahun).

$$D = \frac{(101.440.000 - 30.000.000)}{10}$$

$$D = 7.144.000 \text{ Rp/tahun}$$

Jadi depresiasi peralatan sistem electric bow thruster pada setiap tahunnya sebesar Rp. 7. 144.000,00.

Tabel 4.7 Penyusutan biayapembangunan sistem

<b>Tahun</b>	<b>D</b>	<b>Nilai Akhir</b>
2015	-	IDR 101,440,000.00
2016	IDR 7,144,000.00	IDR 94,296,000.00
2017	IDR 14,288,000.00	IDR 87,152,000.00
2018	IDR 21,432,000.00	IDR 80,008,000.00
2019	IDR 28,576,000.00	IDR 72,864,000.00
2020	IDR 35,720,000.00	IDR 65,720,000.00
2021	IDR 42,864,000.00	IDR 58,576,000.00
2022	IDR 50,008,000.00	IDR 51,432,000.00
2023	IDR 57,152,000.00	IDR 44,288,000.00
2024	IDR 64,296,000.00	IDR 37,144,000.00
2025	IDR 71,440,000.00	IDR 30,000,000.00

Dari perhitungan depresiasi atau penyusutan biaya maka diperoleh penyusutan sebesar Rp. 7.144.000,00. Yang menyusut setiap tahunnya. Dengan modal awal mesin sebesar Rp. 101.440.000,00 di tahun 2015 dan pada sepuluh tahun berikutnya pada tahun 2025 akan berharga Rp. 30.000.000,00.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Modifikasi bow thruster dapat dilakukan jika penggerak yang digantikan memiliki kapasitas dan daya yang sama, dengan demikian kerja bow thruster tidak akan mengalami perubahan daya. Dalam hal ini operating pressure modifikasi dan existing yaitu sama 250 bar.
2. Daya listrik yang dibutuhkan dalam perubahan sistem penggerak ini adalah 30 kW sebanyak dua buah. Dengan demikian terjadi lonjakan daya listrik pada kapal sehingga perlu adanya perubahan sistem operasi generator yang awalnya menggunakan single operation dengan kapasitas 48 kW menjadi paralel operation menjadi 96 kW.
3. Terjadi perubahan pada sistem kerja MSB yang awalnya menggunakan single operation menjadi paralel operation, dan dikarenakan adanya penambahan bow thruster terjadi perubahan distribution board pada MSB dengan menggunakan slot spare pada desain sebelumnya maka besar MCB yang harus terpasang adalah 160 A.
4. Penambahan hidraulic power pack electric yang diletakkan dalam ruang bow thruster menjadikan ruangan bow thruster semakin sempit namun sesuai rule clearance area 600mm masih bisa dipenuhi dalam ruang bow thruster.

## 5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa pembahasan dan analisa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk lebih menyempurnakan penulisan ini, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil HPP Electric yang sesuai untuk modifikasi maka perlu dilakukan beberapa perbandingan data sesuai dengan kapasitas yang ada di pasar.
2. Perlu adanya survei kondisi pelayaran kapal sehingga dapat menentukan kondisi efektif penggunaan bow thruster sehingga dapat dihasilkan efisiensi yang tinggi dalam penentuan paralel generator.

## DAFTAR PUSTAKA

- *\_.2013. "Spesifikasi Teknis Kapal CB. Suberko 01". PT. Orela Bahari*
- *Bureau Veritas (BV) Sec 3, 2010*
- *Hidayat, E. P. 2007. "Handout Instalasi Listrik Kapal 1". Surabaya.*
- *Marine Cable. Catalog Controlcavi Industria S.r.l. Milan.*
- [https://www.controlcavindustria.it/quality\\_right/catalog.htm](https://www.controlcavindustria.it/quality_right/catalog.htm) (diakses 18 November 2014)
- *Registro Italiano Navale (RINA) sec 3. 2010. Italia.*
- *Suswanto, Daman. 2010. Klasifikasi Jaringan.[pdf].*
- <https://www.daman48.files.wordpress.com/2010/materi-2-klasifikasi-jaringan.pdf> (diakses tanggal 12 Oktober 2014)

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## BIODATA PENULIS

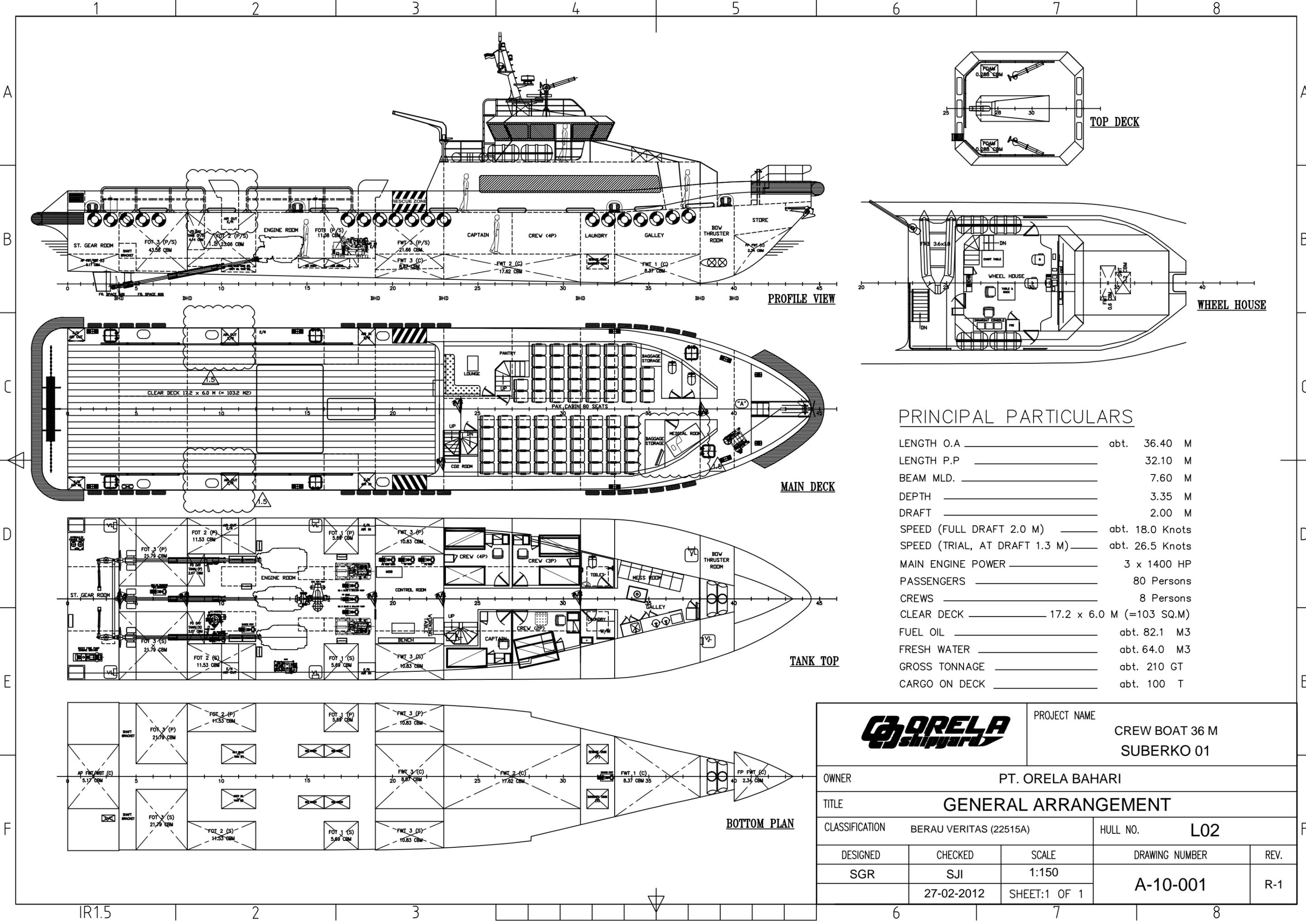


Penulis dilahirkan di Banyuwangi, 15 November 1991, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Supriyadi dan Ida Wahyuni. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 01 Rogojampi, SLTPN 1 Rogojampi, dan SMAN 1 Glagah, Banyuwangi. Kemudian setelah lulus dari SMAN 1 Glagah pada tahun 2009 penulis mengikuti program PMDK di Politeknik Perkapalan

Negeri Surabaya dengan pilihan D3 Teknik Kelistrikan Kapal. Setelah lulus dari PPNS tahun 2012 penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 4212106011.

Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ini, penulis mengambil Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS). Penulis selama menempuh kuliah berperan aktif dalam organisasi kemahasiswaan. Mengikuti seminar baik di tingkat Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan (HIMASISKAL), Fakultas maupun di tingkat ITS

Motto : *Always listening, always understanding*



**PRINCIPAL PARTICULARS**

LENGTH O.A	_____	abt.	36.40 M
LENGTH P.P	_____		32.10 M
BEAM MLD.	_____		7.60 M
DEPTH	_____		3.35 M
DRAFT	_____		2.00 M
SPEED (FULL DRAFT 2.0 M)	_____	abt.	18.0 Knots
SPEED (TRIAL, AT DRAFT 1.3 M)	_____	abt.	26.5 Knots
MAIN ENGINE POWER	_____		3 x 1400 HP
PASSENGERS	_____		80 Persons
CREWS	_____		8 Persons
CLEAR DECK	_____		17.2 x 6.0 M (=103 SQ.M)
FUEL OIL	_____	abt.	82.1 M3
FRESH WATER	_____	abt.	64.0 M3
GROSS TONNAGE	_____	abt.	210 GT
CARGO ON DECK	_____	abt.	100 T

		PROJECT NAME		
		CREW BOAT 36 M SUBERKO 01		
OWNER		PT. ORELA BAHARI		
TITLE <b>GENERAL ARRANGEMENT</b>				
CLASSIFICATION		BERAU VERITAS (22515A)	HULL NO. <b>L02</b>	
DESIGNED	CHECKED	SCALE	DRAWING NUMBER	REV.
SGR	SJI	1:150	<b>A-10-001</b>	R-1
	27-02-2012	SHEET:1 OF 1		



## Hydraulic pumps for installation on propulsion or auxiliary engines

All VETUS **power** hydraulic systems use a variable and adjustable piston pump, which operates according to the constant pressure principle. This type of pump continuously varies its output to provide the ideal balance between the required flow rate and the maximum operating pressure ("load sensing"). If no hydraulic flow is required, the pump will simply freewheel, in which case the power drain and wear and tear will be negligible.

### Low noise pumps (with cast iron body)



#### HT 1015E62



Capacity : 62 cc (3.78 cu.inch).  
 Sense of rotation : Left handed.  
 Connection : SAE-B flange, 13 spline shaft. Rear connection for suction and pressure. Fits VETUS DEUTZ engines and PRM gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 2.880.

#### HT 1017E62



Capacity : 62 cc (3.78 cu.inch).  
 Sense of rotation : Right handed.  
 Connection : SAE-B flange, 13 spline shaft. Side connection for suction and pressure. Fits Twindisc gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 2.880.

#### HT 1022SD

#### HT 1023SD



Capacity : 75 cc (4.57 cu.inch).  
 Sense of rotation : Left handed.  
 Connection : SAE-C flange, 14 spline shaft. Side connection for suction and pressure. Fits Twindisc gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 2.880.

For John Deere engines, pump model HT 1027 has an extension shaft, for connection to the water pump.

#### HT 1015SD2



Capacity : 45 cc (2.75 cu.inch).  
 Sense of rotation : Left handed.  
 Connection : SAE-B flange, 13 spline shaft. Rear connection for suction and pressure. Fits VETUS DEUTZ engines and PRM gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 2.800.

#### HT 1016SD1

#### HT 1016SD2



Capacity : 30 or 45 cc (1.83 or 2.75 cu.inch).  
 Sense of rotation : Left handed.  
 Connection : SAE-B flange, 13 spline shaft. Side connection for suction and pressure. Fits PRM gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 3.600 SD1.  
 2.800 SD2.

#### HT 1017SD1

#### HT 1017SD2

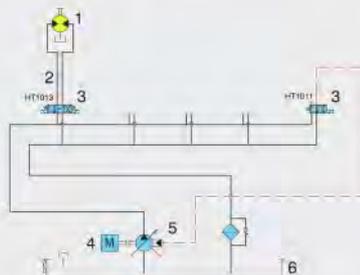


Capacity : 30 or 45 cc (1.83 or 2.75 cu.inch).  
 Sense of rotation : Right handed.  
 Connection : SAE-B flange, 13 spline shaft. Side connection for suction and pressure. Fits Twindisc gearboxes.  
 Maximum r.p.m. : 3.600 SD1.  
 2.800 SD2.

### Diagram of a single hydraulic drive

It is possible to connect various equipment devices to one hydraulic pump.

1. Hydraulic motor.
2. High pressure pump.
3. Solenoid control valve.
4. Propulsion engine.
5. Hydraulic pump.
6. Storage tank hydraulic fluid.



### Which pump is required for my engine?

In order to determine this, the manufacturer's specification for the engine must be consulted. If the engine or the gearbox is provided with a Power Take Off (P.T.O.), the smaller hydraulic pumps may be connected directly to it via the SAE -B flange. If no P.T.O. is available, please consult VETUS. Pump models HT1015 to HT1017 all have a SAE -B flange with different rotation and hose connection possibilities. Model HT1022 has a SAE-C flange and is designed for belt drive with a bearing block. We can supply the required supports. One pump can be used to power various hydraulic devices on board.



**Hydraulic bow and stern thrusters**

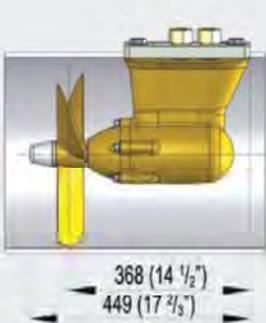
**BOW230HMC**

**BOW310HMC**

**BOW410HM**

**BOW550HM**

The hydraulic motor for models BOW410HM and BOW550HM is located within the tailpiece.



Technical data:	BOW410HM	BOW550HM
Thrust, N (kgf) (lbf)		5500 (550)(1215)
Hydraulic motor power, kW		33 (44)
Hydraulic motor speed, rpm		1920
Hydraulic motor capacity, inch <sup>3</sup> /rev. (cm <sup>3</sup> /rev.)		2.75 (45)
Flow rate, l/min		92
Operating pressure, bar		280
Internal tunnel diameter, inch (mm)		15 3/4" (400)

---

## Standard Powerpack – modular build vertical HPS type

---



### Description

The HPS Standard construction power packs are designed to utilise a standard range of modular components. This offers a power pack that can be easily specified and maintained.

---

### Design

---

- Steel Tank 16, 30, 55, 75, 100 & 180 Litre
- Aluminium Gear pumps
- Pressures to 250 bar
- Flow rates to 100 litres/minute
- Suction filter 90 micron
- Return filter 25 micron
- Submerged Pump
- Cetop subplate options
- 1 phase to 3kW
- 3 phase to 30kW

### Quality

---

- 100% functional testing
- Tanks with painted finish
- Motors IEC frame B5 IP55
- Supplied with C of C

## Ordering Code

HPS - S - G4 - 6C - V - P - 3 - 16C - D - XXXX

### Type

#### Motor type

S = 240V 1ph  
T = 415V 3ph  
H = 110V 1ph  
N = None

#### Motor power

D = 0.55kW  
E = 0.75kW  
F = 1.1kW  
G = 1.5kW  
H = 2.2kW  
I = 3.0kW  
J = 4.0kW  
K = 5.5kW  
L = 7.5kW  
M = 11kW  
N = 15kW  
O = 18.5kW  
P = 22kW  
Q = 30kW

#### Pump size

See page 4

#### Orientation

V = vertical

### Hydraproducts build number

#### Accessories – optional

Oil Low Level switch = L  
Thermostat = T  
Air blast Cooler = A  
Oil/Water Cooler = W  
Hand Pump = P  
Drain port boss ½”BSP = D  
Heater = H  
None = N

#### Type of Reservoir

16 Litre = 16C  
30 Litre = 30C  
55 Litre = 55C  
75 Litre = 75C  
100 Litre = 100C  
180 Litre = 180C

#### Cetop plate

NG6 cetop03 (40lpm max) = 3  
NG10 cetop05 (80lpm max) = 5  
None = N

#### Manifold plate

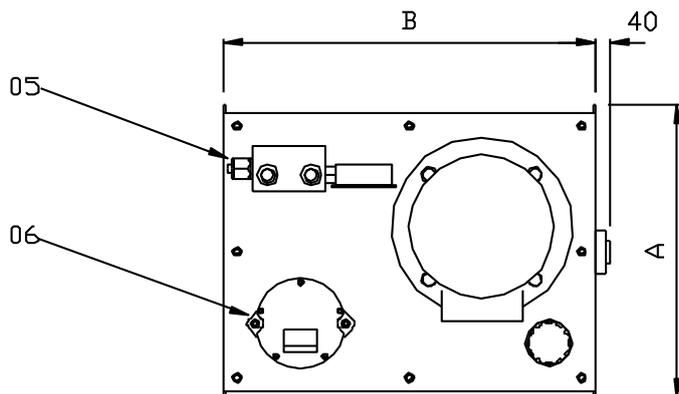
P-T BSP Ports with Relief Valve = P  
Bespoke manifold system = X

Validity of all specifications and order codes must be confirmed with Hydraproducts sales department

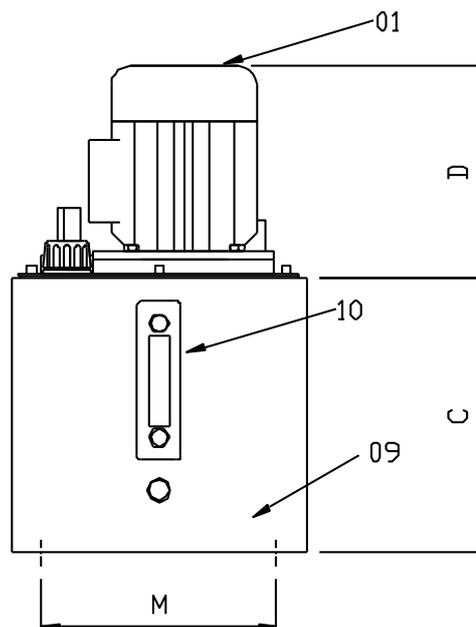
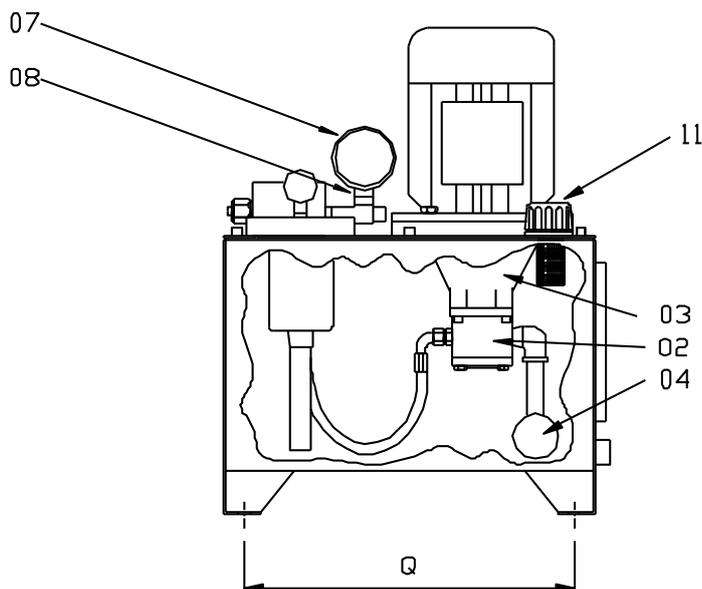
## Motor Selection

Motor power	Frame	Height “D”
D = 0.55kW	80a	250mm
E = 0.75kW	80b	250mm
F = 1.1kW	90S	264mm
G = 1.5kW	90L	288mm – maximum of 110V 1phase
H = 2.2kW	100La	322mm
I = 3.0kW	100Lb	322mm - maximum of 240V 1phase
J = 4.0kW	112M	353mm
K = 5.5kW	132S	380mm
L = 7.5kW	132Ma	421mm
M = 11kW	160M	496mm
N= 15kW	160L	496mm
O = 18.5kW	180M	539mm
P = 22kW	180L	539mm
Q = 30kW	200L	577mm

## Power pack overview



- 01 Motor
- 02 Pump
- 03 Bellhousing and coupling
- 04 Suction filter
- 05 Manifold block
- 06 Return Filter & Indicator
- 07 Pressure Gauge
- 08 Gauge Isolator
- 09 Tank
- 10 Level Gauge
- 11 Filler Breather



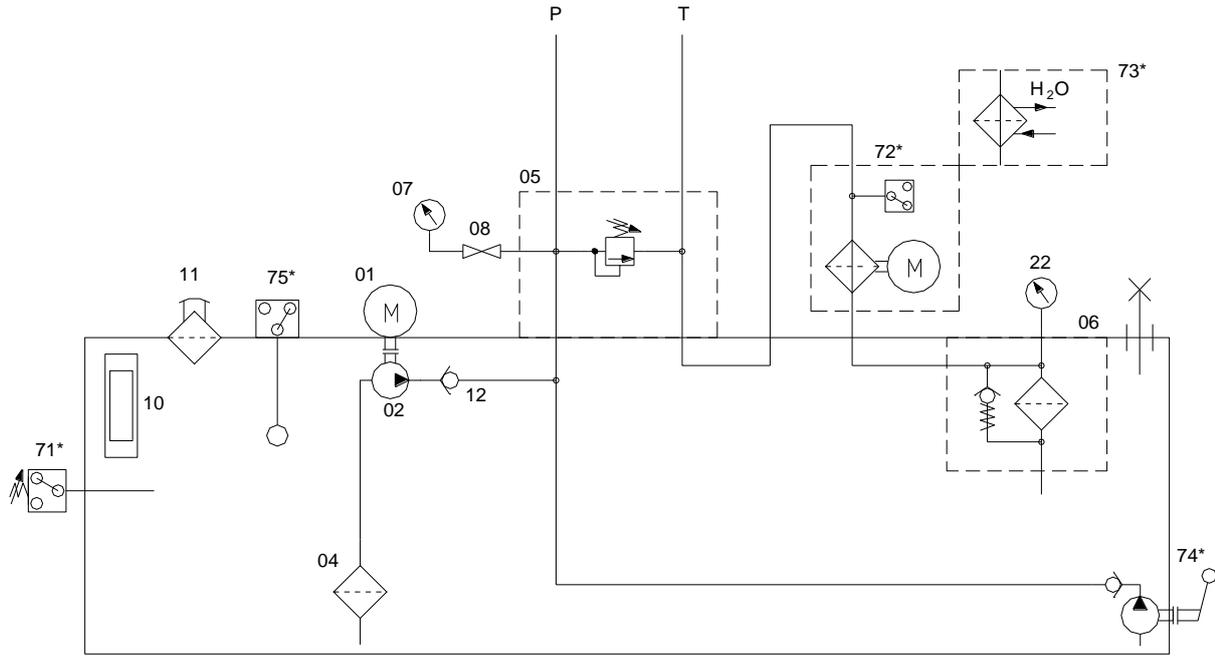
Tank	A	B	C	Q	M	Pump size cc (litre per minute)	Motor size
16 litre	410 mm	325 mm	310 mm	364 mm	270 mm	from 1cc (1.45 lpm) to 9.8cc (14.2 lpm)	from 0.55kW to 1.5kW
30 litre	470 mm	375 mm	340 mm	428 mm	312 mm	from 3.15cc (4.5 lpm) to 14cc (20.3 lpm)	from 1.1kW to 4kW
55 litre	600 mm	470 mm	370 mm	548 mm	401mm	from 6.3cc (9.1 lpm) to 22cc (31 lpm)	from 2.2kW to 7.5kW
75 litre	600 mm	470 mm	460 mm	548 mm	401 mm	from 12cc (17.4 lpm) to 32cc (46 lpm)	from 4kW to 7.5kW
100 litre	675 mm	520 mm	510 mm	625 mm	455 mm	from 12cc (17.4 lpm) to 36cc (52 lpm)	from 4kW to 22kW
180 litre	805 mm	620 mm	560 mm	755 mm	555 mm	from 20cc (29 lpm) to 60cc (87 lpm)	from 7.5kW to 30kW

## Pump Selection

---

Pump No,	Displacement cc/rev	Flow at 1450rpm litres/minute	Max Pressure bar
1C	1	1.45	250
2C	1.25	1.8	250
3C	1.6	2.3	250
4C	2.0	2.9	250
5C	2.5	3.6	250
6C	3.15	4.5	250
7C	3.65	5.3	250
8C	4.2	6.1	250
9C	5.0	7.2	250
10C	6.1	8.8	200
11V	9.8	14.2	180
20C	6.3	9.1	250
21C	8.2	11.8	250
22C	10	14.5	250
23C	11.3	16.4	250
24C	12	17.4	250
25C	14	20.3	250
26C	15	21.7	250
27C	16	23.2	250
28C	19	27.5	200
29C	22	31	180
30C	20	29	250
31C	25	36	250
32C	28	40	250
33C	32	46	250
34C	36	56	250
35C	42	60	230
36C	46	66	230
37C	50	72	200
38C	55	79	200
39C	60	87	180

# Hydraulic Circuit



\* - OPTIONAL



1

2

3

4

RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
-------	---------------	------	-----------	---------

A

A

B

B

C

C

D

D

THIS DRAWING AND THE INFORMATION CONTAINED HEREIN ARE SUPPLIED ON THE UNDERSTANDING THAT THEY ARE THE EXCLUSIVE PROPERTY OF PT.ORELLA SHIPYARD THEY MUST NOT BE USED OR REPRODUCED IN WHOLE OR IN PART WITHOUT PERMISSION IN WRITING.

E

E



PROJECT NAME

ALUMINIUM CREW BOAT 36 M  
CB SUBERKO-01

OWNER

PT. ORELA BAHARI

TITLE

PANEL LAYOUT

CLASSIFICATION

BUREAU VERITAS ( 22515A )

HULL NO.

L02

F

F

DESIGNED

CHECKED

SCALE

DRAWING NUMBER

REV.

NDA

SJI

NTS

C-20-009

R-0

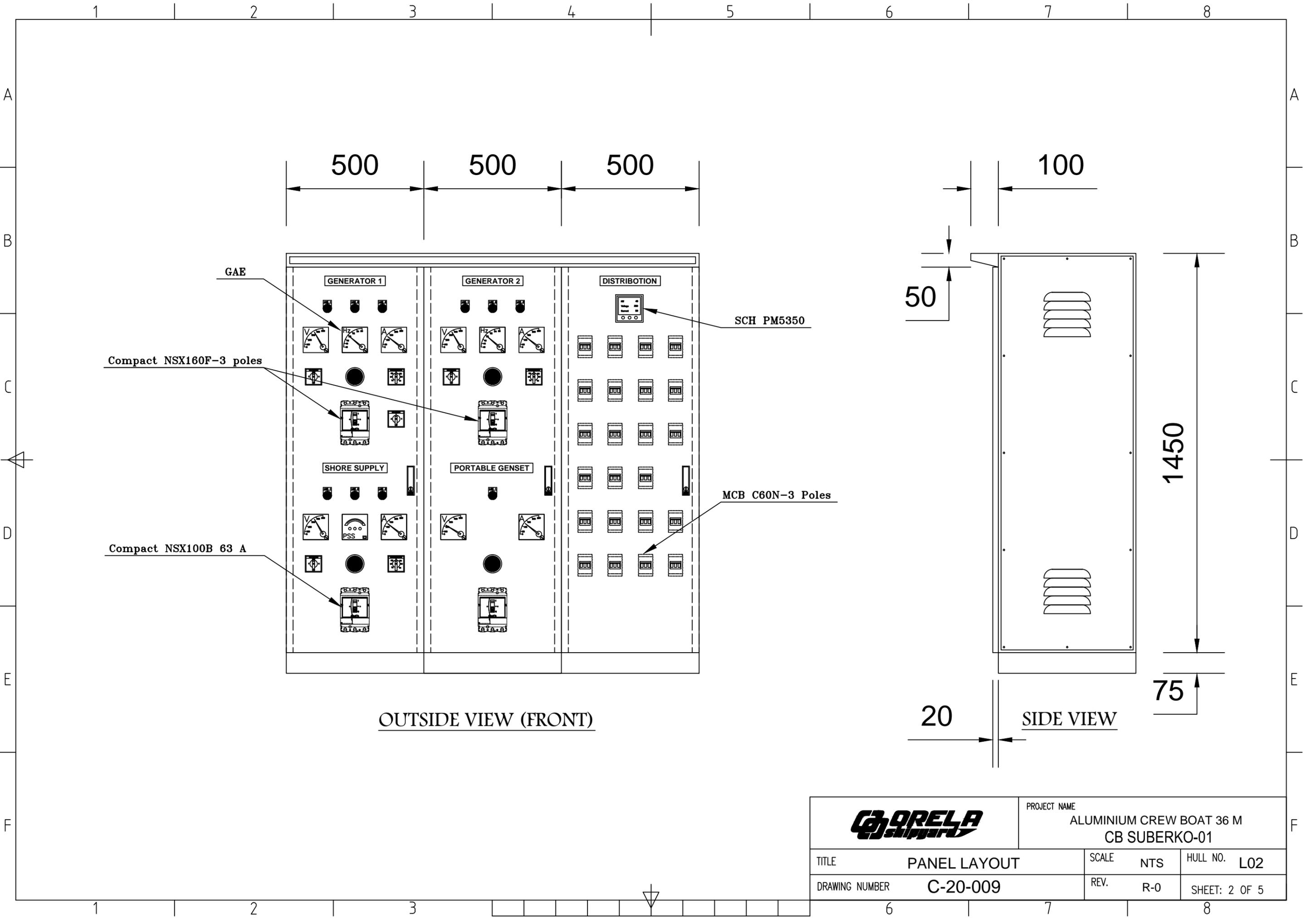
SHEET: 1 OF 5

1

2

3

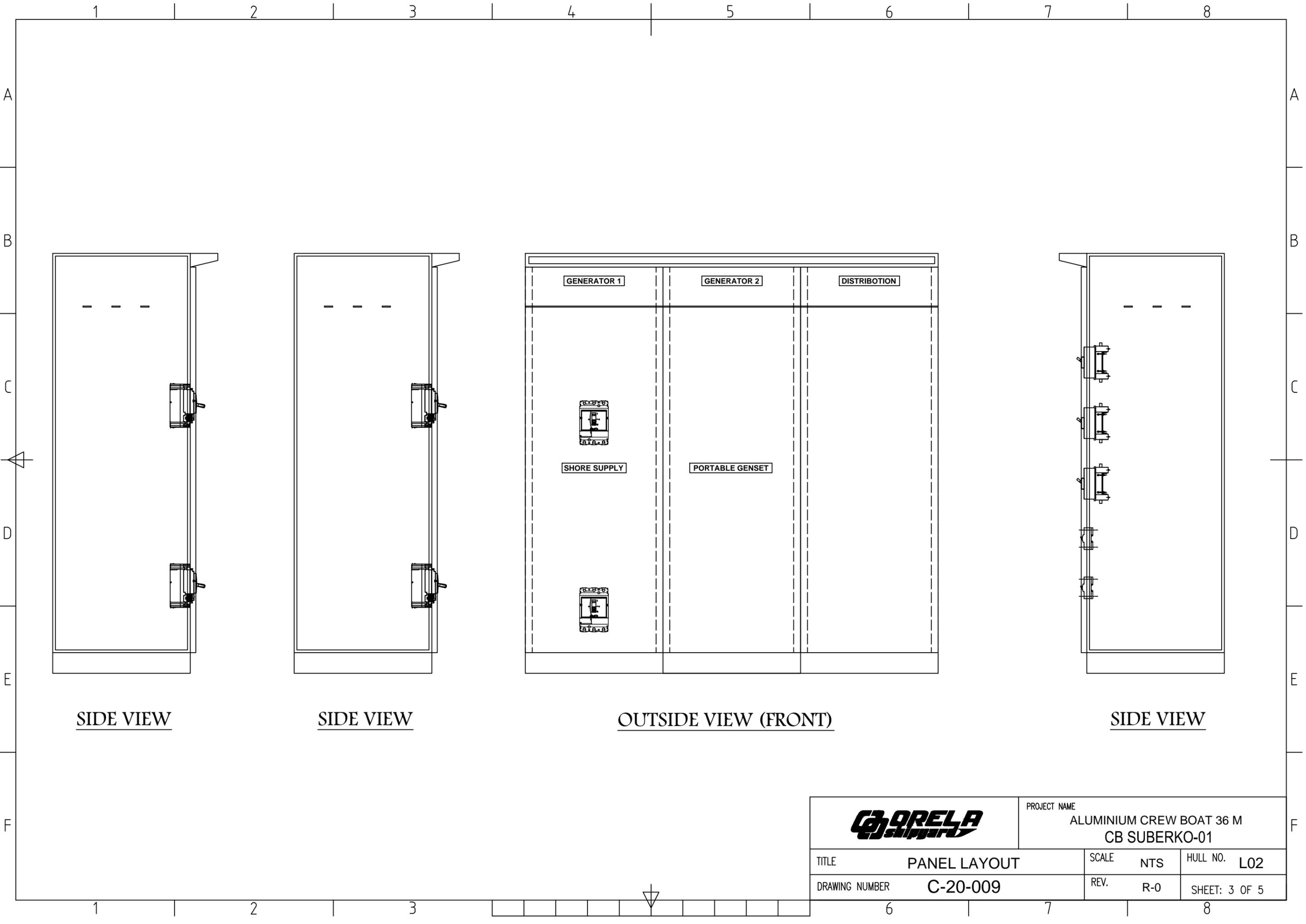
4



OUTSIDE VIEW (FRONT)

SIDE VIEW

		PROJECT NAME		
		ALUMINIUM CREW BOAT 36 M CB SUBERKO-01		
TITLE	PANEL LAYOUT	SCALE	NTS	HULL NO. L02
DRAWING NUMBER	C-20-009	REV.	R-0	SHEET: 2 OF 5



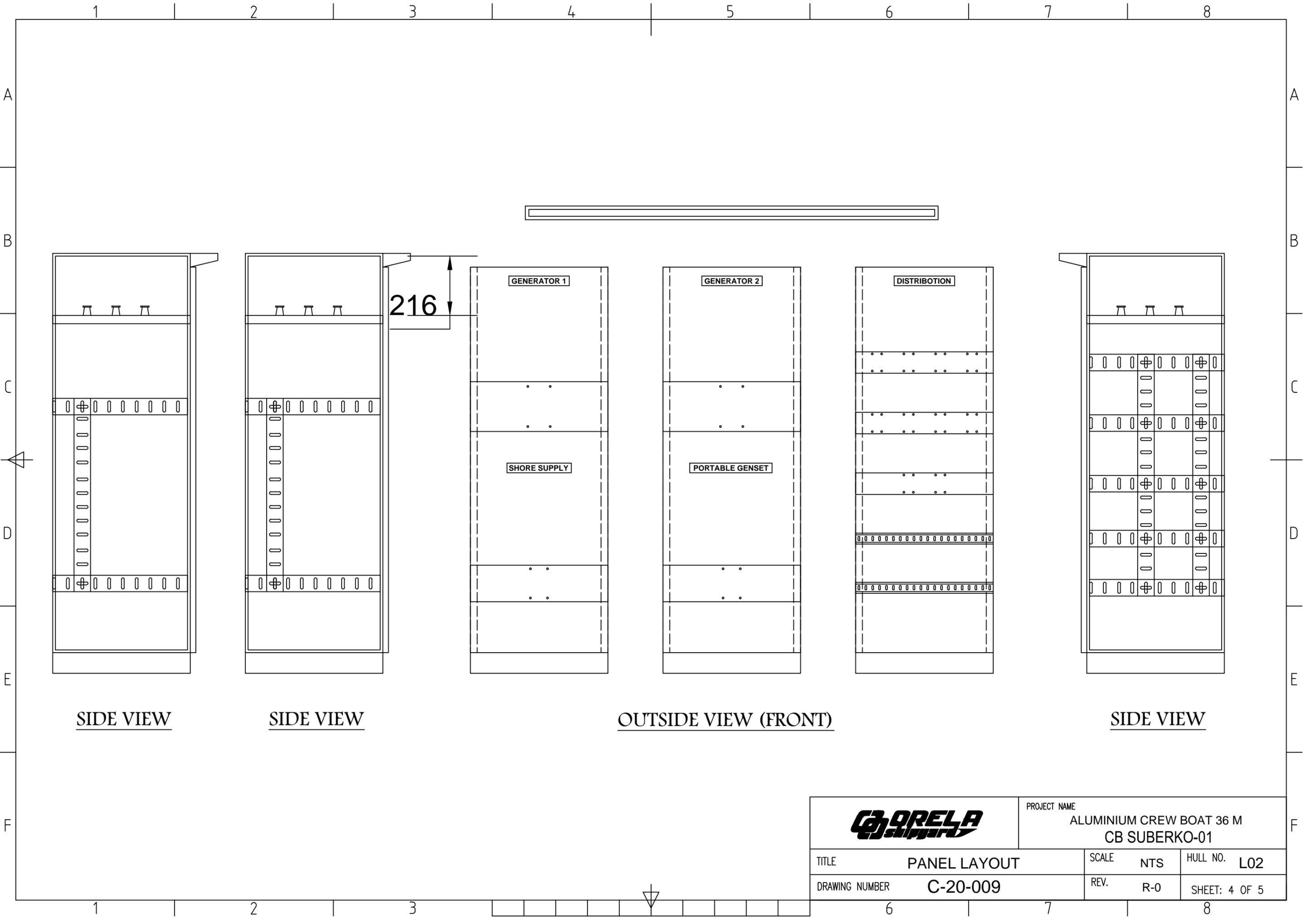
SIDE VIEW

SIDE VIEW

OUTSIDE VIEW (FRONT)

SIDE VIEW

		PROJECT NAME ALUMINIUM CREW BOAT 36 M CB SUBERKO-01			
		TITLE	PANEL LAYOUT	SCALE	NTS
DRAWING NUMBER	C-20-009	REV.	R-0	SHEET: 3 OF 5	



SIDE VIEW

SIDE VIEW

OUTSIDE VIEW (FRONT)

SIDE VIEW

216

GENERATOR 1

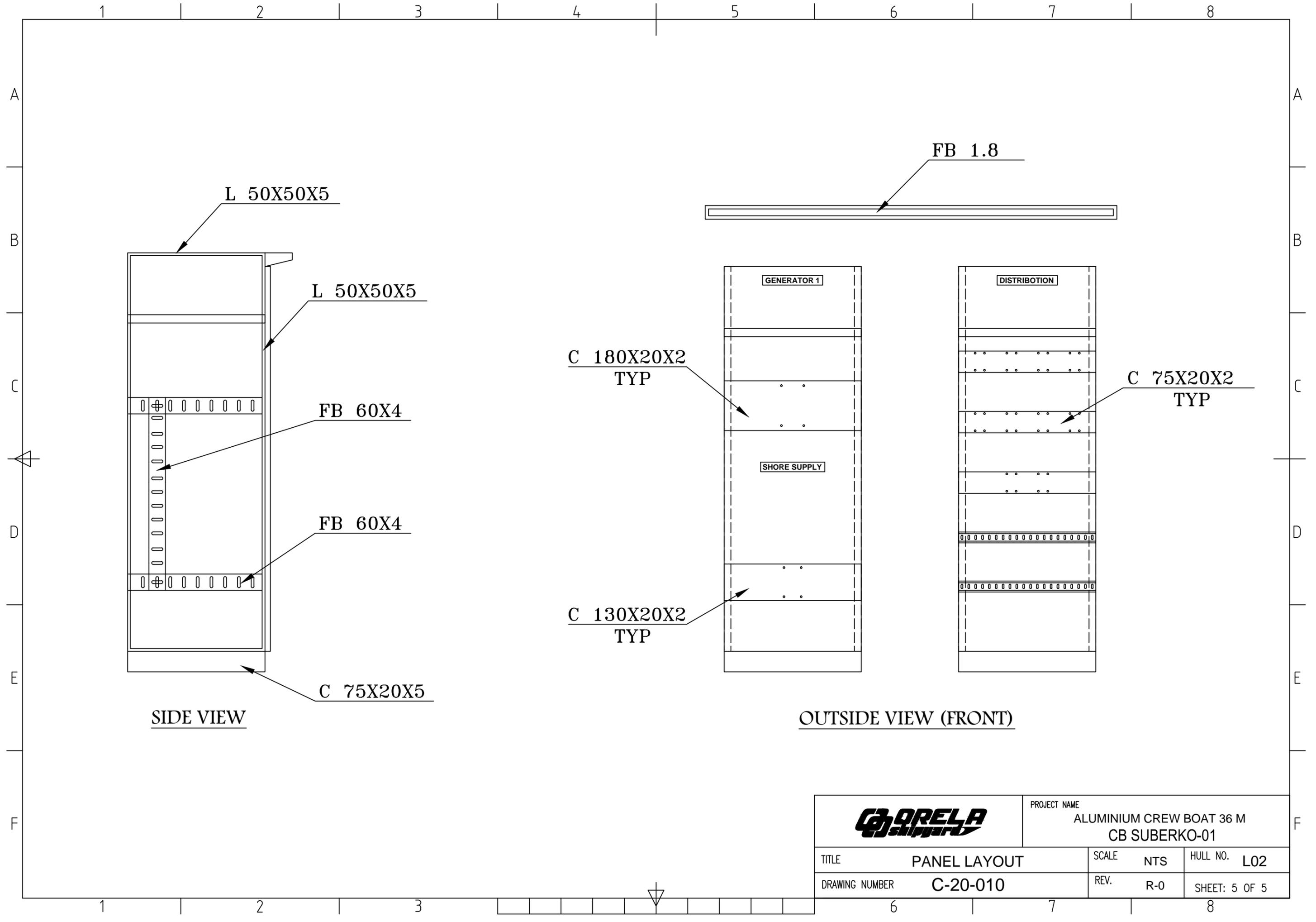
GENERATOR 2

DISTRIBUTION

SHORE SUPPLY

PORTABLE GENSET

		PROJECT NAME ALUMINIUM CREW BOAT 36 M CB SUBERKO-01		
		TITLE PANEL LAYOUT	SCALE NTS	HULL NO. L02
DRAWING NUMBER C-20-009	REV. R-0	SHEET: 4 OF 5		



		PROJECT NAME ALUMINIUM CREW BOAT 36 M CB SUBERKO-01			
		TITLE	PANEL LAYOUT	SCALE	NTS
DRAWING NUMBER	C-20-010	REV.	R-0	SHEET: 5 OF 5	