

Perancangan Power Management System pada Kapal Penumpang

Dionysius M. S dan Indra Ranu Kusuma

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: kusuma@its.ac.id

Abstrak—Power Management System merupakan suatu sistem yang mengontrol dan memonitoring generator untuk menghasilkan daya dan akhirnya dialirkan pada peralatan kelistrikan yang ada pada sebuah kapal. Load atau beban merupakan peralatan kelistrikan yang perlu dicukupi oleh generator selaku sumber kelistrikan. Sifat pembebanan dari peralatan listrik dapat ditentukan dengan frekuensi kerja atau intensitas penggunaannya dalam suatu kurun waktu tertentu. Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generator atau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama-sama. Dimulai dari perhitungan beban kelistrikan dan generator, hingga penggolongan peralatan yang dianggap esensial dan harus terus beroperasi untuk menjamin kinerja kapal. Setelah itu dapat ditentukan batas bawah kemampuan generator dalam menyuplai daya listrik.

Kata Kunci—Power Management, Generator, Load Faktor, LabView.

I. PENDAHULUAN

SECARA umum perkembangan industri kian melesat seiring dengan ilmu pengetahuan dan teknologi, salah satunya ialah industri perkapalan. Perkembangan teknologi ini menjadi salah satu pilihan dalam pengerjaan suatu sistem, yang sebelumnya dikerjakan penuh dengan tenaga manusia. Otomasi menjadi salah satu pilihan alternatif dalam sistem pada sebuah kapal. Semua sistem yang ada pada suatu kapal dapat digerakkan secara otomatis, tak terkecuali sistem kelistrikan. Hal ini dapat membuat beban pekerjaan yang harus dilakukan oleh manusia menjadi lebih ringan. Segala peralatan yang ada pada suatu kapal dan menunjang kerja dari kapal umumnya memerlukan daya kelistrikan untuk dapat bekerja sebagaimana fungsinya. Daya listrik menjadi hal yang sering dijumpai dikarenakan berperan sebagai sumber daya untuk beroperasinya peralatan pada sebuah kapal tadi. Setiap kapal memiliki suatu komponen yang dikenal dengan *control panel*. *Control panel* umumnya terletak di engine room controller dan di wheelhouse. *Control panel* berfungsi sebagai pusat monitoring dan kendali pengoperasian peralatan yang menunjang sistem pada kapal.

Panel tersebut pada umumnya hanya dapat digunakan untuk operasional sederhana seperti starting, mengubah beban dan mematikan motor serta tak lepas dari pengontrolan sistem penyuplaian kelistrikan. Dengan semakin berkembangnya teknologi yang tadi telah disebutkan, kini komputer mampu mengolah data berkapasitas secara akurat dan cepat serta didukung hardware berupa database yang berbasis komputer dengan akurasi yang sangat tinggi serta tersedianya

software pendukung berupa program LabVIEW, yang memiliki kompatibilitas dengan bahasa pemrograman untuk operasional permesinan di kapal. Input dari software ini berupa data untuk simulasi program yang dijalankan tanpa hardware sedangkan hasil output berupa data table maupun grafik ataupun diagram dari sistem kelistrikan yang ada pada kapal, performance dan power yang dihasilkan yang dihasilkan dari generator di kapal sehingga konsentrasi penyusunan model matematis dan visual grafik dengan program *LabVIEW* hingga didapatkan tampilan sistem kelistrikan yang berkaitan dengan system monitoring dan system control secara real time. Dengan begitu pekerjaan dari manusia dapat lebih mudah dan efisien.

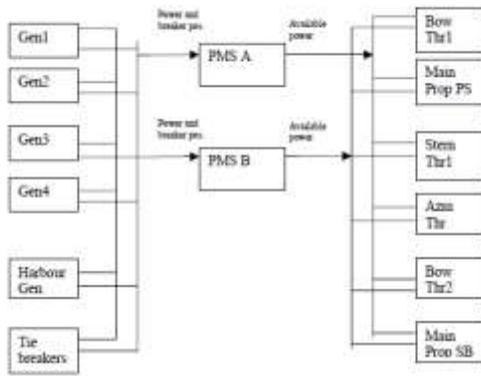
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Listrik Kapal

Sistem kelistrikan yang terdapat pada sebuah kapal terdiri atas sumber daya, sistem distribusi, dan berbagai macam peralatan listrik. Tenaga listrik digunakan sebagai penggerak motor bagi banyak mesin bantu dan juga untuk berbagai peralatan di dek kapal, penerangan, ventilasi, dan peralatan pendingin ruangan. Penyediaan listrik yang kontinyu sangat dibutuhkan untuk operasi peralatan dan kapal secara aman, oleh karena itu kapasitas daya yang dapat dihasilkan oleh generator harus memadai. Generator difungsikan sebagai sumber tenaga utama yang sanggup mencukupi semua kebutuhan akan listrik di kapal. Peralatan kelistrikan pada sebuah kapal biasanya dibagi menjadi 2, yaitu :

- Penerangan dan Navigasi
- Peralatan Kelistrikan yang menunjang sistem pada kapal

Pada kapal penumpang yang besar, 2 atau 3 sub distribusi atau load center switchboard harus tersedia untuk distribusi daya dan sistem penerangan. Secara umum satu switchboard terletak pada bagian depan kapal, satu pada bagian depandan jika memungkinkan yang ketiga diletakkan pada bagian tengah kapal. Tiap bagian switchboard pusat daya disuplai dari switchboard layanan kapal dengan menggunakan Bus feeder. Disain ini lebih ekonomis dari pada memberikan banyak jalur yang panjang dari switchboard layanan kapal ke seluruh bagian kapal. Masing-masing switchboard diletakkan / dipasang pada ruangan yang sesuai. Kompartemen ini biasanya juga bertindak sebagai pusat untuk pelayanan kebutuhan listrik dan perawatan serta masing-masing mungkin juga menyediakan meja kerja dan



locker untuk komponen peralatan lampu sekring dan kebutuhan listrik lainnya. Selanjutnya daya listrik atau arus listrik keluaran dari MSB dibagi dalam beban-beban yang terdiri dari 3 kelompok besar:

- Beban penerangan
- Beban daya
- Beban komunikasi dan navigasi

B. Paralel Generator

Pada sebuah kapal, terdapat 2 generator. Generator satu beroperasi sedang yang lain dalam keadaan stand by. Oleh karena itu dibutuhkan generator sebanyak 2 buah maupun lebih yang dihubungkan secara paralel agar mencapai daya yang dibutuhkan. Paralel generator dapat diartikan menggabungkan dua buah generator atau lebih dan kemudian dioperasikan secara bersama – sama dengan tujuan mendapatkan daya yang lebih besar, untuk efisiensi (menghemat biaya pemakaian operasional dan Menghemat biaya pembelian), untuk memudahkan penentuan kapasitas generator dan untuk menjamin kotinyuitas ketersediaan daya listrik. Paralel generator didadapat dengan cara menyinkronkan 2 generator tersebut dengan alat syncronoskop. Alat ini merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyinkronkan 2 atau lebih generator agar dapat menjadikan hasil yang optimal yaitu dengan cara memberikan indikator terhadap operator sehingga syarat sinkronisasi dapat terpenuhi. Untuk syarat sinkronisasi suatu paralel generator diantaranya:

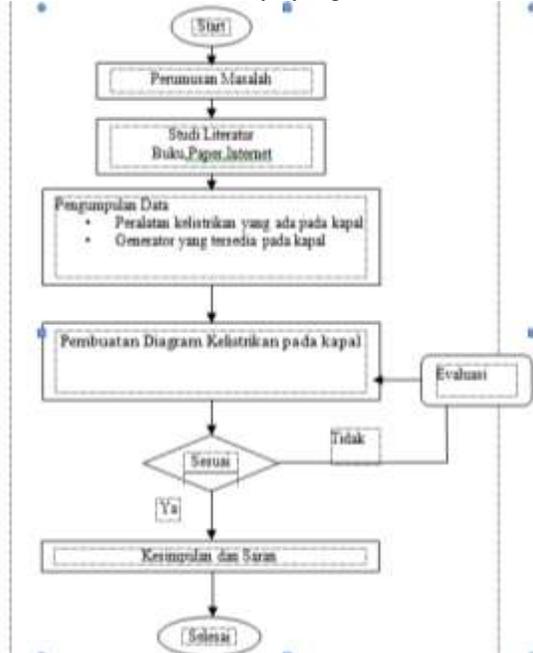
- Memiliki tegangan kerja yang sama
- Memiliki frekuensi yang sama
- Memiliki urutan fasa yang sama
- Mempunyai sudut phase yang sama

C. Power Management System

Power Management System (PMS) adalah bagian penting dari peralatan kontrol dalam kapal dan biasanya mendistribusikan daya ke berbagai stasiun kontrol yang dapat beroperasi bersama-sama dan berbagi informasi antara satu sama lain atau independen / tersendiri.

Generator dikontrol dan dimonitoring untuk menghasilkan daya dan akhirnya dialirkan pada peralatan kelistrikan yang ada pada sebuah kapal. Tahapan dalam mengalirkan daya

adalah generator, *switchboards* dan akhirnya adalah peralatan kelistrikan itu sendiri. Total daya yang dialirkan dimonitoring



Gambar 3. Flow Chart Metodologi

dan dikontrol dengan satu atau beberapa sistem kontrol. Untuk fungsi pengontrolan daya generator dapat dibagi lagi menjadi 3, yaitu : kontrol generator, kontrol daya yang tersedia dan pengamanan terhadap peralatan kelistrikan. Untuk fungsi dari *restoration* setelah kapal mengalami *blackout* adalah *starting* generator kembali setelah kapal mengalami *blackout*.

D. LabView 8.5

LabVIEW 8.5 merupakan sebuah sistem yang dikembangkan untuk pengukuran di bidang perindustrian, eksperimen, ataupun pendidikan dan aplikasi otomasi yang berdasarkan pemrograman secara gambar dan berbeda dengan secara teks Window front panel digunakan untuk design panel kerja yang kita lihat pada kondisi real secara visual, biasanya digunakan untuk display, indikator, tuning, switch, dan yang lainnya. Sedangkan pada window block diagram ini digunakan untuk membuat fungsi atau jalannya program dari tombol dan display yang ada pada front panel.

III. METODOLOGI

A. Flow Chart Metodologi

Lihat Gambar Flow Chart.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Data Kapal

Berikut adalah data mengenai kapal pembanding yang digunakan dalam tugas akhir ini :

Length Overall	: 44.3 m
Width	: 9 m
Height	: 3.6 m

Draft : 2.3 m

Displacement : 200 DWT

TABEL
PERKIRAAN PENGGUNAAN BEBAN LISTRIK

NO	KETERANGAN	BERLAYAR	MANUVERING	BONGKAR MUAT	BERLABUH	DARURAT
1	Daya Total					
	Beban Kontinu (kW)	68,1	67,6	75,4	16,2	11,2
	Beban Intermiten (kW)	14,7	15,1	10,2	-	-
2	Faktor Diversitas (0,7)	10,3	10,6	7,1	-	-
3	Jumlah Beban (kW)	78,4	78,2	82,5	16,2	11,2
4	Jumlah Daya Generator (kW)	1 x 96,0	1 x 96,0	1 x 96,0	1 x 20,0	1 x 20,0
5	Kapasitas Daya Tersedia (kW)	96,0	96,0	96,0	20,0	20,0
6	Faktor Beban Generator	82%	81%	86%	81%	56%
7	Generator Cadangan	1 x 96,0	1 x 96,0	1 x 96,0	1 x 20,0	1 x 20,0

Kapasitas Penumpang : 114 orang
 Speed : 11 knot
 ABK : 18 orang

Daya Peralatan yang Bekerja pada Kapal SPOB SEROJA I

Dengan peralatan kelistrikan sebagaimana yang tercantum di atas, kapal ini memiliki generator, yang digunakan sebagai sumber daya kelistrikan sebagai berikut

Daya : 96 kW 120 kVa
 Tegangan: 380 V
 Phase : 3 phase
 Frekuensi: 50 Hz
 Jumlah : 2 buah

Untuk genetator Pelabuhan yang ada pada kapal ini memiliki spesifikasi

Daya : 20 kW 25 kVa
 Tegangan: 380 V
 Phase : 3 phase
 Frekuensi: 50 Hz
 Jumlah : 2 buah

Sedangkan untuk generator emergency yang dimiliki pada kapal ini adalah

Daya : 20 kW 25 kVa
 Tegangan: 380 V
 Phase : 3 phase
 Frekuensi: 50 Hz
 Jumlah : 2 buah

Karena kebutuhan daya dari peralatan kelistrikan harus tetap terpenuhi dan kapal tetap berlayar / beroperasi diperlukan penggolongan peralatan kelistrikan yang dianggap harus tetap menyala selama kapal beroperasi dan yang tidak. Penggolongan ini ditentukan peralatan yang essen dan non essen. Peralatan essen adalah peralatan dasar yang harus tetap beroperasi untuk memenuhi keadaan saat berlayar, sehingga kapal masih bisa tetap berlayar. Peralatan kelistrikan yang essen adalah

- Support system untuk engine
- Penerangan
- Navigasi & komunikasi
- Kipas ventilasi & AC.

A. Perhitungan Faktor Beban Generator

Dari perhitungan tiap peralatan kelistrikan dengan tiap keadaan dijumlah dan akan mendapatkan jumlah daya total dari peralatan kelistrikan untuk tiap kondisi. Perbedaan perhitungan dari Countinous Load dan Intermiten Load adalah

TABEL
PROFIL KEBUTUHAN DAYA

KOMPAKSI KEBUTUHAN POWER (kW)	BERLAYAR		MANUVERING		BONGKAR MUAT		BERLABUH		DARURAT	
	CL	IL	CL	IL	CL	IL	CL	IL	CL	IL
# Permesinan	4,72	13,50	4,72	13,50	14,30	9,04	0,00	0,00	7,50	0,00
# Kipas Ventilasi Udara	8,20	0,00	8,20	0,00	6,72	0,00	3,12	0,00	2,96	0,00
# Air Conditioner	25,27	0,00	25,27	0,00	25,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
# Lampu Penerangan & Peralatan	28,38	1,00	27,96	1,43	28,38	1,00	13,08	0,00	0,00	0,00
# Peralatan Navigasi & Komunikasi	1,50	0,20	1,50	0,20	0,75	0,12	0,00	0,00	0,75	0,00
total	68,07	14,70	67,65	15,13	75,42	10,16	16,20	0,00	11,21	0,00
Load Operation	78,36		78,23		82,53		16,20		11,21	

pada Faktor Diversitas. Faktor ini akan menjadi pengkali untuk Intermiten Load yang mana peralatan yang tidak selalu beroperasi atau tidak terjadwal, di mana mempunyai nilai sebesar 0,7.

$$\text{Faktor Diversitas} = \text{Intermiten Load} \times 0,7$$

Hal ini dilakukan agar generator yang dibutuhkan tidak terlalu berlebihan daya, sehingga generator yang dipilih tidak terlalu besar. Perlu dihitung juga faktor beban generator agar generator tidak bekerja berlebihan dan untuk daya starting peralatan kelistrikan.

$$\text{Faktor Beban Generator} = \frac{\text{Daya Generator}}{\text{Daya Beban Kelistrikan}} \times 100\%$$

Batas faktor beban generator adalah 86 % dari daya generator yang tersedia, di mana sisa load faktor tersebut digunakan untuk starting.

B. Analisa Load

Dengan konfigurasi kebutuhan daya di atas, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan daya terbesar terjadi pada saat keadaan bongkar muat. Hal ini dikarenakan pada saat bongkar muat, mesin jangkar / derrick boom beroperasi dan memerlukan daya sebesar 13,2 kW Karena kebutuhan daya dari peralatan kelistrikan harus tetap terpenuhi dan kapal tetap berlayar / beroperasi diperlukan penggolongan peralatan kelistrikan yang dianggap harus tetap menyala selama kapal beroperasi dan yang tidak. Penggolongan ini ditentukan peralatan yang essen dan non essen. Peralatan essen adalah peralatan dasar yang harus tetap beroperasi untuk memenuhi keadaan saat berlayar, sehingga kapal masih bisa tetap berlayar. Peralatan kelistrikan yang essen adalah

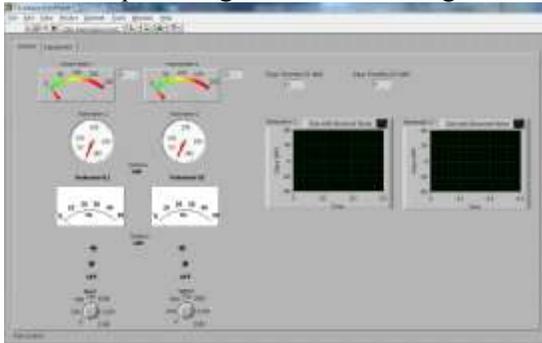
- Support system untuk engine
- Penerangan
- Navigasi & komunikasi
- Kipas ventilasi & AC.

Peralatan kelistrikan diluar peralatan di atas dapat digolongkan peralatan non essen. Daya peralatan essen, yang telah disebutkan di atas, pada kapal ini sebesar 68,1 kW, sedangkan untuk peralatan non essen sebesar 10,3 kW. Oleh karena itu diperlukan perhitungan agar dapat diketahui batas generator saat mengalami drop

pada daya yang dihasilkan dan masih mampu untuk menjaga kapal tetap berlayar.

C. *Pemodelan LabView*

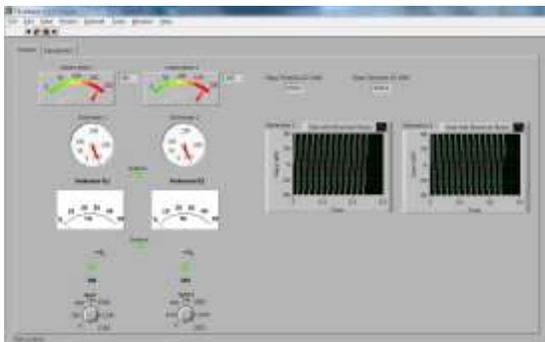
Berdasarkan perhitungan diatas dan design tersebut,



Gambar Front Panel Control



Gambar Block Diagram



Gambar Front Panel Control saat Run



Gambar Front Panel Equipment saat Run

NO	PERALATAN
# Permesinan	

1	Pompa PMK dan Dinas Umum
2	Pompa Bilga/Ballast
3	Pompa Pemindah Bahan Bakar
4	Pompa Sewage
5	Pompa Minyak Kotor
7	Kompresor Udara
8	Pemisah Air dan Minyak
9	Hidrofor Air Laut
10	Hidrofor Air Tawar
11	Mesin Kemudi
12	Mesin Jangkar/Derrick Boom
13	Pompa PMK Darurat
# Kipas Ventilasi Udara	
14	Kamar Mesin
15	Galley
16	KM/WC Alas Dalam
17	KM/WC Geladak Utama
18	KM/WC Geladak ABK
19	KM/WC Geladak Kemudi
# Air Conditioner	
20	Ruang Kemudi
21	R. ABK Perwira
22	R. Makan ABK
23	R. Makan Penumpang
24	Penumpang 42 P
25	Penumpang 72 P
26	Cafeteria
27	Mushola
28	R. Klinik
29	ECR
# Lampu Penerangan & Peralatan	
30	Ruang Mesin & Alas Dalam
31	Geladak Utama
32	Geladak ABK
33	Geladak Kemudi
34	Lampu Navigasi
35	Battery Charger
36	Lampu Sekoci
37	Lampu Cerobong
38	Search Light
# Peralatan Navigasi & Komunikasi	
39	Peralatan Navigasi & Komunikasi
40	Electric Horn
41	Clear View Screen

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengerjaan skripsi yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Peralatan kritis pada kapal ini adalah mesin jangkar / derrick boom, di mana membutuhkan daya paling besar dari semua peralatan lain yang ada di kapal ini
- Keadaan yang paling membutuhkan suplai daya listrik tertinggi adalah pada keadaan Bongkar muat, yaitu 82,53 kW
- Peralatan kelistrikan essen dari kapal ini membutuhkan setidaknya 68,1 kW untuk dapat beroperasi
- Batas drop dari generator adalah jika generator 1 dan generator 2 mengalami 50 % drop daya masing-masing atau hanya menghasilkan 96 kW daya kelistrikan
- Saat generator 1 mengalami drop daya pada batas 90 %, maka tindakan yang dapat dilakukan adalah mematikan peralatan yang digolongkan dalam peralatan non essen atau menyalakan generator kedua
- Load faktor generator yang efisien adalah diantara 60 % - 85 %. Dari semua keadaan yang ada, load faktor generator berada di daerah yang efisien

B. Saran

Power Management System merupakan ilmu yang sangat membantu dalam pengoperasian generator. Aplikasi dari sistem ini dapat menambah efisiensi dari generator dan meminimalkan human error. Namin, bukan tidak mungkin kesalahan terjadi pada sistem ini. Oleh karena itu, dibutuhkan juga SDM yang memadai. Maintenance yang berkala dapat mengurangi kemungkinan generator bermasalah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ajmain. 2010. STUDI PENGKAJIAN SISTEM KELISTRIKAN AKIBAT PERUBAHAN DECK PADA KAPAL SELF PROPELLED OIL BARGE (SPOB) SEROJA I. Surabaya : Jurusan Teknik Sistem Perkapalan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [2] Ma'arif, Firmansyah P. A. . 2011. Simulasi Paralel Generator Secara Otomatis pada Kapal Star – 50 / BSBC 50000 DWT dengan Menggunakan Pendekatan Software LabView 8.5. Surabaya : Jurusan Teknik Sistem Perkapalan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [3] Putra, Arya Kemal Pratama. 2012. Kajian Teknis Perencanaan Solar Cell untuk Wahana Bawah Laut Berpenggerak Motor Listrik Bertenaga Baterai. Surabaya : Jurusan Teknik Sistem Perkapalan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] Sørfohn , Ingve. 2007. Power Management Control of Electrical Propulsion Systems. Dynamic Positioning Conference
- [5] Radan, Damir. 2008. Integrated Control of Marine Electrical Power Systems. Norwegia : Department of Marine Technology - Norwegian University of Science and Technology