

## MONITORING PROTEKSI MOTOR POMPA UAP AKIBAT UNBALANCE TEGANGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS

Alfa Yaumil Azizah, Edy Prasetyo Hidayat, Urip Mudjiono, Joessianto Eko Poetro

*Program Studi Teknik Kelitrikan Kapal  
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*

*E-mail: alfa.yaumil@gmail.com*

### ABSTRAK

*Sistem kelistrikan kapal merupakan salah satu sistem yang menunjang aktifitas kapal dalam memasok daya untuk peralatan kelistrikan. Sehingga diperlukan standarisasi untuk sistem kelistrikan kapal. Standarisasi yang digunakan adalah standarisasi dari Biro Klasifikasi Indonesia. Dilakukan standarisasi dengan maksud untuk mengetahui khususnya pada sistem kelistrikan kapal apakah kapal layak beroperasi. Pada standarisasi peralatan listrik dilakukan sertifikasi maupun uji coba terhadap safety device peralatan kelistrikan kapal. Metode yang digunakan adalah metode studi kasus. Tahap pertama dilakukan studi lapangan yaitu survey lokasi untuk menggali secara langsung mengenai informasi dilapangan. Tahap selanjutnya yaitu observasi awal yang dilakukanguna untuk memperoleh studi kasus. Berikutnya dilakukan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer berupa sertifikasi Main Switchboard, sertifikasi Emergency Switchboard , Megger test elektromotor dan Load test generator. Data sekunder berupa rule BKI volume 4 Rule for Electical Installation. Data yang dikumpulkan dibandingkan dengan standart dari rule BKI volume 4 yang berkaitan dengan objek yang di amati.*

*Dari hasil analisa penulisan Tugas Akhir ini didapatkan hasil sertifikasi peralatan listrik pada kapal Fery 1200 GT 100 % memenuhi standart dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dan dinyatakan layak beroperasi.*

**Kata Kunci :** *Sertifikasi Main Switchboard, sertifikasi Emergency Switchboard , Megger test elektromotor dan Load test generator*

### PENDAHULUAN

Di era *modern* saat ini khususnya pada dunia transportasi laut mengalami kemajuan yang sangat pesat. Menyadari hal tersebut, banyak perusahaan menambah armada kapal untuk menunjang aktifitas perusahaannya. Pembuatan bangunan kapal baru pun gencar dilakukan. Namun dalam proses pembuatan bangunan baru kapal tersebut haruslah melalui badan khusus pemerintah yang berwenang salah satunya adalah BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) yang menangani dalam pelayanan jasa klasifikasi dan jasa-jasa terkait. Dalam pelayanannya BKI

melakukan riset dan mempublikasikannya serta menerapkan *standart* teknik (*Rules & Regulation*) dengan melakukan kegiatan desain, kontruksi dan *survey* maritim terkait dengan fasilitas terapung. *Rules & Regulation* yang dikembangkan tidak hanya struktur kontruksi lambung, namun juga meliputi peralatan keselamatan, instalasi permesinan dan kelistrikan.

Untuk sistem kelistrikan kapal disesuaikan dengan *standart* yang telah ditentukan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Mengingat sistem kelistrikan menunjang aktifitas pada kapal dan perlu di perhatikan

juga untuk operasionalnya karena berkaitan dengan keselamatan jiwa. Maka dari itu sebelum peralatan listrik dipasang diatas kapal perlu dilakukan beberapa pengujian pada peralatan listrik tersebut. Pengujian tersebut dimaksudkan untuk mengetahui apakah peralatan listrik tersebut telah sesuai dengan spesifikasi yang ada pada *name plate* dan untuk mengetahui alat pengaman pada peralatan listrik dapat bekerja dengan baik. Pada pengujian tersebut nilai yang didapat dari pengujian disesuaikan dengan *standart* yang telah ditentukan oleh Biro Klasifikasi Indonesia. *Objek* yang diamati khususnya untuk sistem kelistrikan kapal adalah pada kapal Fery 1200 GT.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui item apa saja pada sistem kelistrikan kapal yang diuji berdasarkan sertifikasi BKI pada kapal Fery 1200 GT, untuk mengetahui *standart* dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk sistem kelistrikan kapal pada item yang di uji pada kapal Fery 1200 GT, untuk mengetahui apakah operasional sistem kelistrikan telah memenuhi *standart* dari BKI berdasarkan hasil sertifikasi pada kapal Fery 1200 GT.

Berdasarkan penulisan penelitian ini diharapkan memberi manfaat bagi mahasiswa yaitu Menambah wawasan tentang studi kelayakan sistem operasional sistem kelistrikan kapal fery 1200 GT berdasarkan *standart* Biro Klasifikasi Indonesia. Diharapkan pula memberi manfaat bagi Industri yaitu tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai referensi tentang studi kelayakan operasioanl sistem kelistrikan kapal fery 1200 GT berdasarkan *standart* Biro Klasifikasi Indonesia.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Supaya pembahasan tidak terlalu jauh dari topik yang dibahas maka pembahasan topik ini dibatasi, yaitu Sistem kelistrikan yang diuji adalah papan hubung utama (*Main Switchboard*), papan hubung darurat

(*emergency Switchboard*), *megger test* elektro motor dan uji pembebanan generator (*Load test generator*).

## Kajian Pustaka

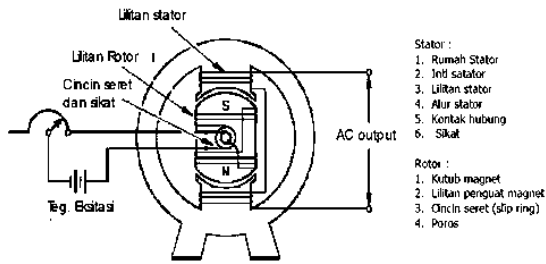
### a. Generator AC Arus Bolak Balik

Generator AC berfungsi merubah tegangan mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak balik. Generator AC disebut juga alternator generator AC (*alternating current*) atau generator sinkron. Dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya = jumlah putaran medan magnet stator. Kecepatan sinkron ini dihasilkan dari kecepatan putar rotor dengan kutubkutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Mesin ini tidak dapat dijalankan sendiri karena kutubkutub tidak bisa tiba-tiba mengikuti kecepatan medan putar pada waktu sakelar terhubung dengan jala-jala. Generator AC bolak-balik dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- a. Generator AC 1 fasa
- b. Generator AC 3 fasa

### b. Kontruksi Generator AC

Konstruksi generator AC ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu :(1) stator, yakni bagian yang mengeluarkan tegangan AC, (2) rotor yaitu bagian yang bergerak yang menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator. Stator terdiri dari badan generator yang terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator, kotak terminal dan *name plate* pada generator. Inti stator yang terbuat dari bahan feromagnetik yang berlapis-lapis dan terdapat alur-alur tempat melilitkan stator. Lilitan stator yang merupakan tempat untuk menghasilkan tegangan. Sedangkan, rotor berbentuk kutub sepatu (*salient*) atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder). Konstruksi dari rotor silinder dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :

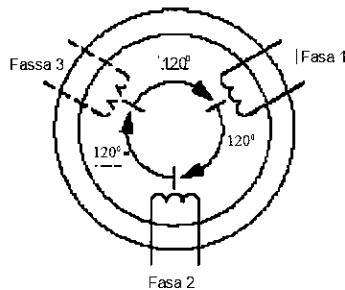


Gambar 1. Bagian- Bagian Generator Listrik AC

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Stator terdiri dari : | Rotor terdiri dari :      |
| 1. Rumah stator       | 1. Kutub magnet           |
| 2. Inti stator        | 2. Lilitan penguat magnet |
| 3. Lilitan stator     | 3. Cincin seret           |
| 4. Alur stator        | 4. Poros                  |
| 5. Kontak hubung      |                           |
| 6. Sikat              |                           |

c. Prinsip Kerja Generator AC

Prinsip kerjanya yaitu menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika batang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan timbul GGL. Prinsip kerja generator AC 3 fasa pada dasarnya = generator AC 1 fasa, akan tetapi pada generator 3 fasa memiliki 3 lilitan yang sama dan 3 tegangan outputnya berbeda fasa 120 derajat pada masing-masing fasa seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Skema Lilitan Stator Generator 3 Fasa

Besar tegangan generator bergantung pada :

1. Kecepatan putaran (N)
2. Jumlah kawat yang memotong fluks (Z)

3. Banyaknya fluks magnet yang dibangkitkan oleh medan magnet (f)

4. Jumlah kutub

Jumlah kutub generator AC tergantung pada kecepatan rotor dan frekuensi dari GGL yang dibangkitkan. Hubungan tersebut dapat ditentukan dengan persamaan :

$$f = \frac{pn}{120}$$

Dimana :

- f = Frekuensi tegangan (Hz)
- p = Jumlah kutub pada rotor
- n = Kecepatan rotor (rpm) [1]

d. Standart Operasional Prosedure (SOP) Pengujian

Pada proses pengujian peralatan listrik memiliki standart operasional prosedure pada masing-masing peralatannya yang akan dijelaskan sebagai berikut:

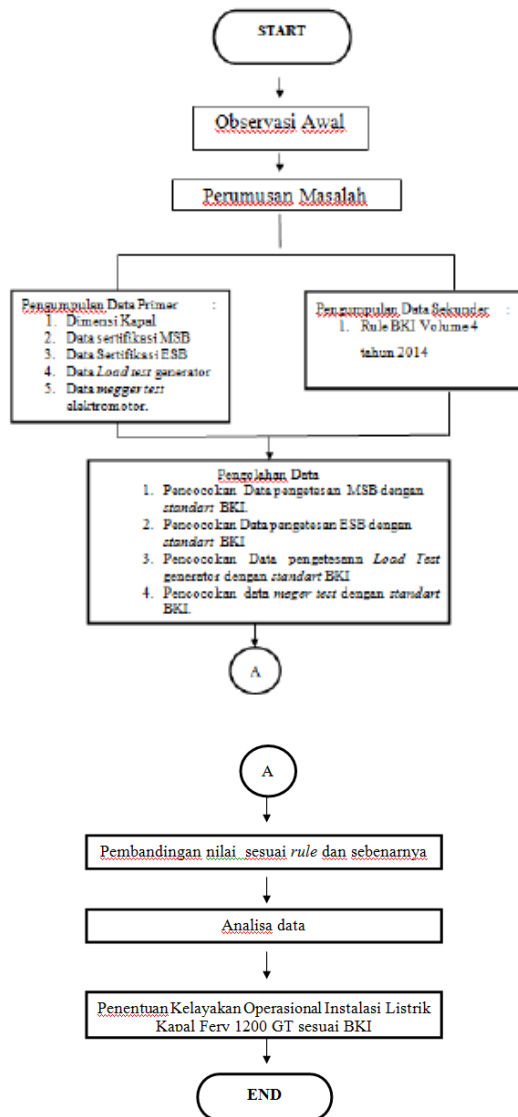
- Standart Operasional Prosedure Load Test;
- Standart Operasional Prosedure Sertifikasi Main Switchboard;
- Standart Operasional Prosedure Sertifikasi Emergency Switchboard;
- Standart Operasional Prosedure Sertifikasi Elektromotor.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap dengan metode studi kasus. Tahap berikut disusun untuk mempermudah pengerjaan penelitian. Tahap tersebut meliputi:

- Studi Lapangan;
- Kerangka Penelitian;
- Observasi Awal;
- Studi Pustaka;
- Perumusan Masalah;
- Pengumpulan Data;
- Pengolahan Data;
- Analisa;
- dan Kesimpulan dan Saran.

Alur pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini yang menunjukkan tahapan dari awal hingga penyusunan laporan.



Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

#### a. Objek Kapal

Pada sub bab ini akan dijelaskan lebih detail mengenai spesifikasi kapal. Objek kapal yang akan dianalisa adalah jenis kapal penumpang (Fery) dengan nama kapal Sabuk Nusantara 42. Adapun untuk spesifikasi kapal diuraikan sebagai berikut:

Ukuran utama kapal:

Panjang keseluruhan (L O A)	= 62,80 meter
Panjang A.G.T (L P P)	= 57,36 meter
Lebar (B)	= 12,00 meter
Tinggi (H)	= 4,00 meter,
Sarat (T)	= 2,70 meter
Kecepatan (V)	= 12 knot

Daya mesin = 2 x 1000HP.

Kapasitas :

ABK (Anak Buah Kapal)	= 36 Orang
Penumpang ekonomi (B)	= 372 Orang
Penumpang kelas II (H)	= 18 Orang
Penumpang kelas I (T)	= 8 Orang
Jumlah penumpang (V)	= 400 orang.

#### b. Generator

Load test (uji pembebanan) generator dilakukan diatas kapal. Uji pembebanan pada generator dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan generator sesuai dengan name plate seperti daya (P) dalam satuan kilowatt, arus (I) dalam satuan ampere, frekuensi (Hz) dalam satuan Hz, tegangan (V) dalam satuan voltage. Pengujian dilakukan secara tunggal maupun paralel. Adapun karakteristik pembebanan generator disesuaikan dengan daya pada generator tersebut. Pada Kapal Sabuk Nusantara 42 ini didapatkan daya generator sebesar 120 Kwatt maka dapat dicontohkan besar pembebanan untuk operasi generator secara tunggal yaitu 25 % dengan beban 30 kW selama 10 menit, 50 % dengan beban 60 kW selama 10 menit, 75 % dengan beban 90 kW selama 10 menit, 85 % dengan beban 102 kW selama 10 menit, 100 % dengan beban 120 kW selama 60 menit dan 110 % dengan beban 132 kW selama 5 menit. Dan karakteristik pembebanan generator secara paralel yaitu 25 % dengan beban 30 kW selama 5 menit, 50 % dengan beban 60 kW selama 5 menit, 75 % dengan beban 90 kW selama 5 menit dan 85 % dengan beban 102 kW selama 5 menit.

Standart Operasional Prosedure Load Test

- Objek pengujian “Generator utama.”
- Dokumen acuan untuk pengujian
- Peralatan untuk pengukuran pengujian
- Tahanan air
- Multi meter
- Indikator urutan fasa
- Stopwatch
- Persiapan sebelum pengujian “Generator

siap untuk di uji.”

- i. Tingkat dan urutan pengujian
- j. Tulis tipe mesin dan data operasi.
- k. Tulis tipe dan tanda pengenal nomor mesin untuk generator utama
- l. Atur mesin dengan kondisi berputar tanpa beban.
- m. Periksa urutan fasa ketika menghubungkan generator lain.
- n. Pengujian gangguan frekuensi antara kondisi tanpa beban dan beban penuh.
- o. Pengecekan diesel generator utama pada waktu setengah jam dengan beban penuh dan catat lima kali dalam setengah jam : tegangan, arus dalam setiap fasa, daya, frekuensi.
- p. Periksa sambungan hubung darat pada generator utama.
- q. Periksa sinkronisasi.
- r. Menguji pembagi beban aktif pada waktu paralel.
- s. Menguji pelindung arus lebih pada generator utama.
- t. Menguji beban maksimum pada generator utama.
- u. Menguji daya balik pada generator utama.
- v. Menguji pengaman tegangan turun pada generator utama.
- w. Menguji pengaman tegangan dan governor pada generator utama menurut syarat klas.

Pada pengujian pembebanan generator dilakukan secara tunggal maupun paralel. Berikut data – data yang didapat dari pengujian pembebanan pada Tabel 4 *Test Record Generator set no 1 single* ( Data pengujian generator set nomor 1), Tabel 5 *Test Record Generator set no 2 single* ( Data pengujian generator set nomor 2), Tabel 6 *Test Record Generator set no 3 single* ( Data pengujian generator set nomor 3), Tabel 7 *Synchronize diesel generator 1 & 2* ( Paralel generator 1&2), Tabel 8 *Synchronize diesel generator 1 & 3* ( Paralel generator 1&3), Tabel 9 *Synchronize diesel generator 2 & 3* ( Paralel generator 2 & 3) [5].

Tabel 1. Data Uji Pembebanan Generator 1

Time (Mnt)	Satuan		LOAD		CURRENT ARC			FREQ	
	Nom (V)	Act (V)	NOMINAL (%)	ACT (Kw)	ACT (V)	R (A)	S (A)	T (A)	ACT (Hz)
5	380								
10	380	380	25	30	30	40	41	40	50
10	380	380	50	60	60	82	92	86	50
10	380	380	75	90	90	125	145	130	50
10	380	380	85	120	102	140	165	148	50
60	380	380	100	120	120	165/165/165	200/197/195	170/171/171	50
5	380	380	110	132	129	179	210	185	50
10	380	380	100	120	120	169	196	175	50
10	380	380	85	102	102	140	161	145	50
10	380	380	75	90	90	125	141	130	50
10	380	380	50	60	60	82	90	85	50
10	380	380	25	30	30	40	40	41	50
5	380								

Tabel 2 Data Uji Pembebanan Generator 2

Time (Mnt)	Satuan		LOAD		CURRENT ARC			FREQ	
	Nom (V)	Act (V)	NOMINAL (%)	ACT (Kw)	ACT (V)	R (A)	S (A)	T (A)	ACT (Hz)
5	380		0						
10	380	380	25	30	30	39	40	40	50
10	380	380	50	60	60	83	92	87	50
10	380	380	75	90	91	130	148	135	50
10	380	380	85	102	103	149	165	150	50
60	380	380	100	120	119	170/170	192/192	175/175	50
5	380	380	110	132	130	186	212	191	50
10	380	380	100	120	119	170	194	185	50
10	380	380	85	102	100	141	160	148	50
10	380	380	75	90	91	130	145	135	50
10	380	380	50	60	59	83	90	88	50
10	380	380	25	30	31	41	45	45	50
5	380		0						

Tabel 3 Data Uji Pembebanan Generator 2

Time (Mnt)	Satuan		LOAD		CURRENT ARC			FREQ	
	Nom (V)	Act (V)	NOMINAL (%)	ACT (Kw)	ACT (V)	R (A)	S (A)	T (A)	ACT (Hz)
5	380		0						
10	380	380	25	30	31	40	42	41	50
10	380	380	50	60	60	82	90	85	50
10	380	380	75	90	90	125	141	130	50
10	380	380	85	102	103	140	161	146	50
60	380	380	100	120	120	165/168	190/194	172/170	50
5	380	380	110	132	130	181	209	188	50
10	380	380	100	120	118	163	187	169	50
10	380	380	85	102	100	139	155	142	50
10	380	380	75	90	88	122	135	125	50
10	380	380	50	60	60	82	89	85	50
10	380	380	25	30	30	35	40	40	50
5	380		0						

Tabel 4. Data Uji Pembebanan Paralel Generator 1&2

TIME (Mnt)	VOLTAGE DG		LOAD DG Nom (%)	CURRENT DG 1			CURRENT DG 2			POWER DG 1		POWER DG 2		FREQ DG 1 (Hz)	FREQ DG 2 (Hz)
	DG 1	DG 2		ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (KW)	ACT (KW)	NOM (KW)	ACT (KW)		
5	381,2	381,2	25	62	60	58	60	58	55	30	39	30	38	50,1	50,1
5	380,1	380,1	50	112	110	107	109	105	103	60	72	60	72	50,16	50,16
5	379,4	379,4	75	150	147	145	149	143	141	90	98	90	98	50,15	50,15
5	379,1	379,1	85	85	160	155	159	159	155	102	104	102	104	50,19	50,19

Tabel 5. Data Uji Pembebanan Paralel Generator 1 & 3

TIME (Mnt)	VOLTAGE DG		LOAD DG Nom (%)	CURRENT DG 1			CURRENT DG 3			POWER DG 1		POWER DG 3		FREQ DG 1 (Hz)	FREQ DG 3 (Hz)
	DG 1	DG 3		ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (KW)	ACT (KW)	NOM (KW)	ACT (KW)		
5	380,4	380,4	25	62	61	59	62	61	59	30	39	30	39	50,2	50,2
5	380,2	380,2	50	98	92	91	92	90	88	60	61	60	59	50,14	50,14
5	379,6	379,6	75	140	139	138	141	141	140	90	92	90	95	50,13	50,13
5	378,6	378,6	85	160	159	155	160	160	157	102	102	102	103	50,22	50,22

Tabel 6. Data Uji Pembebanan Paralel Generator 2&3

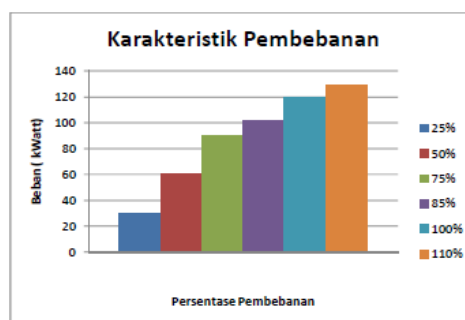
TIME (Mnt)	VOLTAGE DG		LOAD DG Nom (%)	CURRENT DG 2			CURRENT DG 3			POWER DG 2		POWER DG 3		FREQ DG 2 (Hz)	FREQ DG 3 (Hz)
	DG 1	DG 3		ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	ACT (R)	ACT (S)	ACT (T)	NOM (KW)	ACT (KW)	NOM (KW)	ACT (KW)		
5	380,6	380,6	25	69	68	65	69	67	63	30	40	30	39	50,15	50,15
5	380,3	380,3	50	99	97	93	101	98	95	60	63	60	64	50,12	50,12
5	379	379	75	138	136	132	139	135	133	90	89	90	90	50,10	50,10
5	378,5	378,5	85	162	162	160	160	159	155	102	106	102	104	50,09	50,09

Grafik

Berikut terdapat grafik karkteristik pembebanan generator yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Load test dilakukan pada generator secara tunggal maupun paralel. Dilakukan uji pembebanan pada generator dimaksudkan untuk mengetahui apakah spesifikasi generator telah sesuai dengan *name plate* yang terpasang sebagai contoh daya (kW),

tegangan (V), arus (A), frekuensi (Hz). Berikut dapat dilihat perbandingan spesifikasi generator dengan data hasil pengujian pada Tabel 4.7 sampai Tabel 4.9 berikut ini:



Gambar 4. Karakteristik Pembebanan Generator

Tabel 7. Perbandingan Spesifikasi Generator 1 pada *Name Plate* dengan Data Hasil Pengujian

NO	BEBAN (%)	WAKTU (Menit)	Generator 1							
			Daya	<i>Name Plate</i>	V	<i>Name Plate</i>	A	<i>Name Plate</i>	Frek	<i>Name Plate</i>
			(kW)	(V)	(A)	(Hz)				
1	25	10	30	120	380	380	41	228,17	50	50
2	50	10	60	120	380	380	92	228,17	50	50
3	75	10	90	120	380	380	145	228,17	50	50
4	85	10	102	120	380	380	165	228,17	50	50
5	100	60	120	120	380	380	200	228,17	50	50
6	110	5	129	120	380	380	210	228,17	50	50

Tabel 8. Perbandingan Spesifikasi Generator 2 pada *Name Plate* dengan Data Hasil Pengujian

NO	BEBAN (%)	WAKTU (Menit)	Generator 1							
			Daya	<i>Name Plate</i>	V	<i>Name Plate</i>	A	<i>Name Plate</i>	Frek	<i>Name Plate</i>
			(kW)	(V)	(A)	(Hz)				
1	25	10	30	120	380	380	40	228,17	50	50
2	50	10	60	120	380	380	92	228,17	50	50
3	75	10	91	120	380	380	148	228,17	50	50
4	85	10	103	120	380	380	165	228,17	50	50
5	100	60	119	120	380	380	192	228,17	50	50
6	110	5	130	120	380	380	212	228,17	50	50

Tabel 9. Perbandingan Spesifikasi Generator 3 pada *Name Plate* dengan Data Hasil Pengujian

NO	BEBAN (%)	WAKTU (Menit)	Generator 1							
			Daya	<i>Name Plate</i>	V	<i>Name Plate</i>	A	<i>Name Plate</i>	Frek	<i>Name Plate</i>
			(kW)	(V)	(A)	(Hz)				
1	25	10	31	120	380	380	42	228,17	50	50
2	50	10	60	120	380	380	90	228,17	50	50
3	75	10	91	120	380	380	141	228,17	50	50
4	85	10	103	120	380	380	161	228,17	50	50
5	100	60	120	120	380	380	194	228,17	50	50
6	110	5	130	120	380	380	209	228,17	50	50

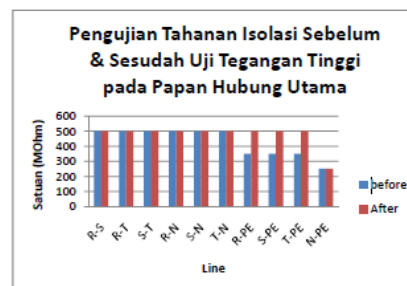
Pada tabel perbandingan yang ditunjukkan pada Tabel 7 sampai Tabel 9 terdapat perbandingan antara hasil pengukuran dengan *name plate*. Pengujian tersebut dilakukan pada generator 1, 2 dan 3 dengan karakteristik beban dan waktu yang ditentukan. Pada perbandingan nilai tersebut telah memenuhi *standart* BKI karena nilai pengujian memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan *name plate* pada generator tersebut. Nilai pembebanan untuk daya generator yang sama telah diatur di BKI *rules for electrical installations volume 4 section 3 page 3-4 sub bab Parallel Operation* pada range 20% sampai 100% untuk daya aktif dan penyimpangan pembebanan hingga 15% dari daya aktif.

Sertifikasi *main switchboard* adalah pengujian yang dilakukan di pabrik pembuat sebelum *main switchboard* dibawa ke kapal untuk dipasang. Pada sertifikasi *main switchboard* dilakukan bermacam-macam pengujian dan hasil pengujian dicatat. Berikut uraian tentang berbagai macam pengujian berdasarkan BKI.

1. *Visual inspection* ( pemeriksaan secara visual)
2. *Megger test* (pengujian tahananisolasi)
3. *Test 2500 V for 1 minute* ( Pengujian tegangan 2500 V selama 1 menit)
4. *Function test and Safety devices check generator* (Uji fungsi dan pengecekan peralatan pengaman)
5. *Shore connection* ( Papan hubung darat)
6. *Interlock System Between Generator Running and Space Heater“ON”*
7. *Interlock System* (Sistem pengunci)
8. *Parallel System* (Sistem paralel)
9. *Emergency Fire Protection* ( Pengaman Kebakaran Darurat)
10. *Earth Lamp Test 380 V* ( Pengujian lampu pentanahan)
11. *Temperature Rise Test Of Main Switchboard* (Pengujian Suhu Permukaan pada Papan Hubung Utama)

Dibuat grafik antara pengujian *megger test before and after high voltage test* dengan maksud untuk mengetahui nilai tahanan isolasi setelah dilakukannya pengujian

tegangan tinggi pada *Main Switchboard*. Dan nilai perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Pengujian Tahanan Isolasi Sebelum dan Setelah Uji Tegangan Tinggi

Pada *sertifikasi main switchboard* didapatkan data – data spesifikasi maupun data hasil pengujian. Pada Tabel 10 menunjukkan Data Teknik Papan Hubung Utama , Tabel 11 menunjukkan Data Spesifikasi Panel Kubikel, Tabel 12 menunjukkan Data Pemeriksaan Panel Kubikel Secara Visual , Tabel 13 menunjukkan Data Hasil Pengujian Tahanan Isolasi (*Megger Test*) Sebelum Uji Tegangan Tinggi, Tabel 4.14 menunjukkan Data Hasil Pengujian Tegangan Tinggi 2500 V Selama 1 menit), Tabel 4.15 menunjukkan Data Hasil Pengujian Tahanan Isolasi (*megger test*) Setelah Uji Tegangan Tinggi, Tabel 16 menunjukkan Uji Fungsi & Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 1, Tabel 17 menunjukkan Uji Fungsi & Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 2 , Tabel 4.18 menunjukkan Uji Fungsi & Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 3, Tabel 19 menunjukkan Uji Fungsi & Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 4, Tabel 20 menunjukkan Uji Fungsi Papan Hubung Darat , Tabel 21 menunjukkan Sistem Pengunci Ketika Generator Bekerja dan Pemanas Generator , Tabel 22 menunjukkan Sistem pengunci , Tabel 23 menunjukkan Sistem Paralel, Tabel 24 menunjukkan Perlindungan Kebakaran Darurat, Tabel 25 menunjukkan Uji Lampu Pembumian , Tabel 26 menunjukkan Pengujian Suhu Permukaan pada Papan Hubung Utama, Tabel 27 menunjukkan Rata-Rata Suhu Permukaan pada Busbar, Tabel 4.28 menunjukkan Rata-Rata Suhu



Permukaan pada Sambungan Busbar. [5]

Tabel 10. Data Teknik Papan Hubung Utama

Serial Nr	2013.07.TTS.291
Hull Nr.	120
Classification	Biro Klasifikasi Indonesia
Panel Type	Main Switchboard (MSB)

Tabel 11 Data spesifikasi panel kubikel

	Generator 1	Generator 1	Generator 1	Generator 1	Shore Conn
Power (Kw)	120	120	120	120	-
Voltage (V)	380	380	380	380	380
Current (A)	228,17	228,17	228,17	228,17	100
Frequency (Hz)	50	50	50	50	50
Wire	4	4	4	4	4

Tabel 12. Data Hasil Pemeriksaan Panel Kubikel Secara Visual

NO	DESCRIPTION	RESULT(MΩ)	REMARKS
1	Component Fixing	OK	Sesuai dengan gambar.
2	Component Indication	OK	Sesuai dengan gambar.
3	Cable Instalation	OK	Sesuai dengan gambar.
4	Main Busbar Cover		

Tabel 13. Data Hasil Pengujian Tahanan Isolasi (Megger Test)

NO	DESCRIPTION	RESULT(MΩ)	REMARKS
1	R-S	500	Sesuai dengan Rule BKI
2	R-T	500	Sesuai dengan Rule BKI
3	S-T	500	Sesuai dengan Rule BKI
4	R-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
5	S-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
6	T-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
7	R-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
8	S-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
9	T-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
10	N-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI

Tabel 14. Data Hasil Pengujian Tegangan Tinggi 2500 V Selama 1 Menit

NO	DESCRIPTION	RESULT(MΩ)	REMARKS
1	R-S	OK	Sesuai dengan Rule BKI
2	R-T	OK	Sesuai dengan Rule BKI
3	S-T	OK	Sesuai dengan Rule BKI
4	R-N	OK	Sesuai dengan Rule BKI
5	S-N	OK	Sesuai dengan Rule BKI
6	T-N	OK	Sesuai dengan Rule BKI
7	R-PE	OK	Sesuai dengan Rule BKI
8	S-PE	OK	Sesuai dengan Rule BKI
9	T-PE	OK	Sesuai dengan Rule BKI
10	N-PE	OK	Sesuai dengan Rule BKI

Tabel 15. Data Hasil Pengujian Tahanan Isolasi (Megger Test) Setelah Uji Tegangan Tinggi

NO	DESCRIPTION	RESULT(MΩ)	REMARKS
1	R-S	500	Sesuai dengan Rule BKI
2	R-T	500	Sesuai dengan Rule BKI
3	S-T	500	Sesuai dengan Rule BKI
4	R-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
5	S-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
6	T-N	500	Sesuai dengan Rule BKI
7	R-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
8	S-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
9	T-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI
10	N-PE	500	Sesuai dengan Rule BKI

Keterangan : Hasil pengujian tahanan isolasi dikatakan baik jika telah memenuhi *standart* BKI yaitu untuk nilai minimum tahanan isolasi yang diijinkan BKI adalah sebesar 1 MOhm. *Section 5 Low Voltage Switchgear Assemblies* halaman 4-9 *Sub bab Insulation Resistance Measurement.*

Tabel 16. Data Hasil Uji Fungsi dan Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 1

NO	DESCRIPTION	FUNCTION	REMARKS
	Manual Operation (Handle)		
1	Breaker ON	OK	Dapat Berfungsi
	Breaker OFF	OK	Dapat Berfungsi
	Safety Device		
2	Over Current Trip 110 % (250,99 A)	OK	T=21,41 s
	Reverse Power Trip-10%Pn(12,0 kw)	OK	T=4,31 s
	Preferential Trip 100% (228,17 A)	OK	T=10,30 s
	Under Voltage Trip(Set Point 70%-35%)	OK	66,8 %

Keterangan : Hasil Pengujian dikatakan baik jika nilai – nilai tersebut memenuhi standar BKI untuk *over current trip* kurang dari 2 menit, *reverse power trip* 2- 5 detik, *under voltage trip* dengan *range* 70% samapi 35% pada *section 4 Installation Protection and power Distribution* halaman 4-1 sub bab *Protection Equipment*

Tabel 17. Data Hasil Uji Fungsi dan Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 2

NO	DESCRIPTION	FUNCTION	REMARKS
	Manual Operation		
1	Breaker ON	OK	Dapat Berfungsi
	Breaker OFF	OK	Dapat Berfungsi
	Safety Device		
2	Over Current Trip 110 % (250,99 A)	OK	T=21,69 s
	Reverse Power Trip-10%Pn(12,0 kw)	OK	T=4,32 s
	Preferential Trip 100% (228,17 A)	OK	T=10,85 s
	Under Voltage Trip(Set Point 70%-35%)	OK	65%

Keterangan : Hasil Pengujian dikatakan baik jika nilai – nilai tersebut memenuhi standar BKI untuk *over current trip* kurang dari 2 menit, *reverse power trip* 2- 5 detik, *under voltage trip* dengan *range* 70% samapi 35% pada *section 4 Installation Protection and*

power Distribution halaman 4-1 sub bab Protection Equipment.

Tabel 18. Data Hasil Uji Fungsi dan Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 3

NO	DESCRIPTION	FUNCTION	REMARKS
1	Manual Operation		
	Breaker ON	OK	Dapat Berfungsi
2	Breaker OFF	OK	Dapat Berfungsi
	Safety Device		
	Over Current Trip 110 % (250,99 A)	OK	T=19,7 s
	Reverse Power Trip-10%Pa(12,0 kw)	OK	T=4,14 s
	Preferential Trip 100% (228,17 A)	OK	T=10,24 s
	Under Voltage Trip(Set Point 70%-35%)	OK	57,9 %

Keterangan : Hasil Pengujian dikatakan baik jika nilai – nilai tersebut memenuhi standar BKI untuk *over current trip* kurang dari 2 menit, *reverse power trip* 2- 5 detik, *under voltage trip* dengan range 70% samapi 35% pada section 4 Installation Protection and power Distribution halaman 4-1 sub bab Protection Equipment.

Tabel 19. Data Hasil Uji Fungsi dan Pemeriksaan Peralatan Pengaman Generator 4

NO	DESCRIPTION	FUNCTION	REMARKS
1	Shore Connection ON		
	Breaker ON	OK	Dapat Berfungsi
2	Breaker OFF	OK	Dapat Berfungsi
	Safety Device		
	Over Current Trip 110 % (250,99 A)	OK	T=21,19 s
	Preferential Trip 100% (228,17 A)	OK	T=10,85 s
	Under Voltage Trip(Set Point 70%-35%)	OK	55,8%

Keterangan : Hasil Pengujian dikatakan baik jika nilai – nilai tersebut memenuhi standar BKI untuk *over current trip* kurang dari 2 menit, *reverse power trip* 2- 5 detik, *under voltage trip* dengan range 70% samapi 35% pada section 4 Installation Protection and power Distribution halaman 4-1 sub bab Protection Equipment.

Tabel 20. Uji Fungsi Papan Hubungan Darat

NO	DESCRIPTION	FUNCTION	REMARKS
1	Shore Connection ON	OK	Dapat Berfungsi
2	Shore Connection OFF	OK	Dapat Berfungsi

Keterangan: Dikatakan baik jika ACB dapat bekerja (on-off).

Tabel 21 Sistem Pengunci Antara Generator dengan Pemanas Generator

NO	DESCRIPTION	FUNCTION
1	Generator 1	Space Heater Generator 1
	Running	Off
2	Off	On
	Generator 2	Space Heater Generator 2
3	Running	Off
	Off	On
4	Generator 3	Space Heater Generator 3
	Running	Off
5	Off	On
	Generator 4	Space Heater Generator 4
6	Running	Off
	Off	On

Tabel 22 Sistem Pengunci

NO	DESCRIPTION	FUNCTION
1	Generator 1 <> Generator 2	OK
2	Generator 1 <> Generator 3	OK
3	Generator 1 <> Generator 4	OK
4	Generator 1 <> Shore Connection	OK
5	Generator 2 <> Generator 1	OK
6	Generator 2 <> Generator 3	OK
7	Generator 2 <> Generator 4	OK
8	Generator 2 <> Shore Connection	OK
9	Generator 3 <> Generator 1	OK
10	Generator 3 <> Generator 2	OK
11	Generator 3 <> Generator 4	OK
12	Generator 3 <> Shore Connection	OK
13	Generator 4 <> Generator 1	OK
14	Generator 4 <> Generator 2	OK
15	Generator 4 <> Generator 3	OK
16	Generator 4 <> Shore Connection	OK
17	Shore Connection <> Generator 1	OK
18	Shore Connection <> Generator 2	OK
19	Shore Connection <> Generator 3	OK
20	Shore Connection <> Generator 4	OK

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika sistem pengunci dapat bekerja (on-off).

Tabel 4.23 Sistem Paralel

NO	DESCRIPTION	FUNCTION
1	Generator 1 <> Generator 2	OK
2	Generator 1 <> Generator 3	OK
3	Generator 2 <> Generator 1	OK
4	Generator 2 <> Generator 3	OK
5	Generator 3 <> Generator 1	OK
6	Generator 3 <> Generator 2	OK

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika generator dapat diparalel.

Tabel 4.24 Perlindungan Kebakaran Darurat

No.	Description	Function
1.	Emergency Fire Protection	OK

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika ACB mampu memutuskan blower ketika terjadi kebakaran.

Tabel 4.25 Uji Lampu Pembumian

NO	DESCRIPTION	FUNCTION
	Eart Lamp Test 380 V	
1	R	OK
	S	OK
	T	OK

Keterangan: Hasil pengujian dikatakan baik jika peralatan dapat mendeteksi terjadinya arus bocor pada body.

Tabel 4.26 Pengujian Suhu Permukaan Pada Papan Hubung Utama

Point	Time	11.15	11.30	11.45	12.15	12.45	13.15	13.45
Generator busbar								
Busbar R (C)		32,7	33,2	35,0	34,7	35,4	35,2	36,4
Busbar S (C)		32,7	33,3	34,8	34,6	35,5	35,2	36,5
Busbar T (C)		32,3	33,3	35,6	34,6	35,6	36,0	36,8
Connection Busbar								
Busbar R (C)		31,5	32,0	32,2	32,0	33,1	34,2	34,8
Busbar S (C)		31,6	31,9	32,3	32,6	33,0	34,2	34,3
Busbar T (C)		31,6	31,9	32,3	32,5	33,1	34,3	34,9
Ambient Temperature (C)		31,1	31,8	32,0	32,2	32,2	33,6	34,6

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika suhu pada busbar maupun pada sambungan busbar sesuai standart yang diijinkan BKI yaitu sebesar 45 derajat celcius pada *section 5 Low Voltage Switchgear Assemblies* halaman 5-8 sub bab *Busbar, bare or painted.*

Tabel 4.27 Rata –Rata Suhu Permukaan pada Busbar

Phase	R	S	T
Temperature (C)	34,6	34,6	34,9

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika suhu pada busbar sesuai standart yang diijinkan BKI yaitu sebesar 45 derajat celcius.

Tabel 4.28 Rata –Rata Suhu Permukaan pada Sambungan Busbar

Phase	R	S	T
Temperature (C)	32,8	32,8	32,9

Keterangan : Hasil pengujian dikatakan baik jika suhu pada sambungan busbar sesuai *standart* yang diijinkan BKI yaitu sebesar 45 derajat celcius.

## KESIMPULAN

Dari pengujian peralatan listrik dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Terdapat 10 item peralatan kelisstrikan kapal yang diuji.

Standarisasi sistem kelistrikan pada kapal fery 1200 GT adalah sebagai berikut:

- Standarisasi pengujian generator
- Generator 3 Fasa

- Umum

Generator utama memasok papan hubung utama yang sesuai, salah satu dari dua tunggal atau paralel.

- Operasi tunggal

Operasi tunggal artinya generator memasok sistem busbar yang ditugaskan untuk itu.dimana metode ini digunakan, ini harus memungkinkan untuk disambungkan kekonsumen atau kelompok konsumen sedikitnya 2 sistem busbar yang berbeda atau generator- generator dengan cara memilih tombol.

- Operasi paralel

Pada operasi paralel, generator-generator memasok sistem busbar umum pada papan hubung utama , yang mana papan pembagi konsumen tersambung.

Pengujian

Peralatan pelindung generator wajib untuk persetujuan jenis.

o Umum

Penghantar yang tidak dibumikan harus diputus dan harus dilindungi terhadap hubung singkat dan beban lebih.

Dimana trip pada arus lebih , pemutus kontak generator harus siap untuk segera menyambung kembali. Penggunaan bimetal

pada generator-generator untuk memasok konsumen penting tidak diijinkan.

- Operasi tunggal

Dapat dilihat pada peralatan Pemutus kontak kutub tiga dengan waktu penundaan arus lebih dan waktu penundaan hubung singkat yang dilepas. Untuk generator dengan nilai keluaran 50 kVA, sekering dan pemutus tegangan atau sekering dengan kontak yang diijinkan.

- Operasi paralel

Dapat dilihat pada peralatan Untuk generator , pemutus kontak kutub 3 dengan penundaan arus lebih dan penundaan hubung singkat dan dibawah tegangan yang diijinkan. Pada setiap kasus pemutus generator – generator diharapkan dengan perlindungan dibawah tegangan yang mencegah menutup dari pemutus generator ketika mati.

b. Standarisasi pengujian papan hubung utama (*Main Switchboard*) dan papan hubung darurat (*Emergency Switchboard*)

- ❖ Pengujian papan hubung dan *switchgear* Persetujuan jenis

Berikut peralatan dan komponen pokok yang persetujuan jenisnya wajib:

- Pemutus sirkit, tumbol daya,

tumbol pemutus dan sekering untuk pemutus langsung ke busbar utama dan untuk yang tidak dipadukan, multi terminal busbar papan hubung, papan hubung darurat dan papan hubung kontrol.

- Peralatan pelindung generator.

- Standaridisasi switchgear seri pabrik dengan mengurangi kelonggaran dan jarak creepage.

- ❖ Pengujian di pabrik pembuat

Semua papan hubung di uji di pabrik pembuat. Berikut pokok yang diuji dikehadiran surveyor BKI:

Papan hubung utama

Papan hubung darurat

Ditribusi papan hubung dengan daya hubung  $\geq 500\text{kW}$ .

Semua papan hubung untuk sistem

pendingin kapal barang dikelaskan dengan notasi SMP.

Papan hubung untuk perencanaan listrik daya dorong.

Stater dan kontrol untuk boiler dan sistem pemanas oli. BKI memiliki hak untuk menetapkan percobaan dipabrik untuk papan hubung lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Pothirasan and M. P. Rajasekaran, "Automatic vehicle to vehicle communication and vehicle to infrastructure communication using NRF24L01 module," *2016 Int. Conf. Control Instrum. Commun. Comput. Technol. ICCICCT 2016*, pp. 400–405, 2017.
- [2] S. Silvirianti, A. S. R. Krisna, A. Rusdinar, S. Yuwono, and R. Nugraha, "Speed control system design using fuzzy-pid for load variation of automated guided vehicle (agv)," *Proc. 2017 2nd Int. Conf. Front. Sensors Technol. ICFST 2017*, vol. 2017–Janua, pp. 426–430, 2017.
- [3] R. K. A. Sakir, A. Rusdinar, S. Yuwono, A. S. Wibowo, Silvirianti, and N. T. Jayanti, "Movement control algorithm of weighted automated guided vehicle using fuzzy inference system," *2017 2nd International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE)*. IEEE, pp. 135–139, Apr-2017.
- [4] P. Ghosh, J. A. Tran, and B. Krishnamachari, "ARREST: A RSSI Based Approach for Mobile Sensing and Tracking of a Moving Object," 2017.
- [5] V. Jaiganesh, J. Dhileep Kumar, and J. Girijadevi, "Automated guided vehicle with robotic logistics system," *Procedia Eng.*, vol. 97, no. December, pp. 2011–2021, 2014.
- [6] S. Barai, D. Biswas, and B. Sau, *Estimate distance measurement using*

- NodeMCU ESP8266 based on RSSI technique*, vol. 2018–Janua. 2018.
- [7] A. De Angelis *et al.*, “Design and Characterization of a Portable Ultrasonic Indoor 3-D Positioning System,” *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 64, no. 10, pp. 2616–2625, 2015.