

STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI KAPAL PESIAR

Ilham Waskito

Program Studi Teknik Kelitrikan Kapal
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Ilham.ws@gmail.com

ABSTRAK

Pengangkutan Instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting guna untuk mengoptimalkan kinerja operasional di kapal. Instalasi listrik di kapal dimulai dari pembangkit listrik yang berupa generator atau battery. Membangun sebuah kapal baru pemasangan instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting dan harus memenuhi standarisasi (BKI) untuk mempertimbangkan keamanan sehingga aman untuk mendistribusikan kebutuhan listrik di kapal. Analisis ini mendapatkan hasil perbandingan yang terpasang dengan perhitungan tidak sesuai dari segi pemilihan kapasitas battery. Hasil evaluasi kapasitas daya battery 150 Ah 12 Volt Lithium Ion Battery merk Smart Battery SB300 dengan jumlah 4 buah battery dari existing 300 Ah 12 Volt Lithium Ion Battery merk Smart Battery SB150 dengan jumlah 2 buah battery. Hasil evaluasi Jenis kabel di kapal ini adalah L-DPYC dan L-TPYC dari existing kabel NYM dan NYAF. Hasil evaluasi luas kapasitas pengamanan pada beban AC (Alternating Current) 10 A terdapat 4 line untuk masing-masing line dari existing 6 A. Hasil evaluasi kapasitas pengamanan pada beban DC (Direct Current) kelompok electrical part di line 1 sebesar 20 A. Dari existing di line 1 sebesar 20 A. Dan hasil evaluasi luas penampang pada kelompok electrical part di semua line sebesar 2,5 mm² dari existing 1,5 mm².

Kata Kunci: Battery, Instalasi Listrik Kapal, Kapal Pesiar, Kapasitas Pengaman, Luas Penampang.

ABSTRACT

Electrical installation is one of most important thing to optimize the operational of ship. The electrical installation was begin from electrical generating by using generator or battery. To develop a new ship electrical installation is the most important thing to prepared and the installation must be agree with BKI rules. That rules indicated that the installation was secured to distribute the electrical demand on the ship. The analyzed result was produced the comparison of battery capacity between the factual plane and the calculation result. Based on the factual plane battery that ship was operated using two of lithium ion battery (Smart Battery SB300) wich is 300 Ah of the calculation result the battery that must be installed on the ship are four of battery wich is 150 Ah of battery power and 12 volt rated voltage. Acording to identification result, the cable that use on this ship is NYM and NYAF, Acording to identfication result type of should be installed is L-DPYC and L-TPYC. The evaluation result of protection capacity on AC load should be changeng from 6 A to 10 A. The evaluation result of protection capacity on DC load at electrical part on line 1 at least 20 A. and ording to identification result, the longtudinal section of konduktor protection should be changing from 1,5 mm² into 2,5 mm².

Keywords : Battery, electrical instalation ship, cruise ship, protection capacity, konduktor protection

1. PENDAHULUAN

1.1 Pembangunan Latar Belakang

Tahapan pembangunan kapal dapat dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahap desaian dan pembangunan fisik. Tahap desain keinginan serta gagasan dari pemilik kapal (*owner*) dipelajari secara seksama berdasarkan data yang telah ada, kemudian dituangkan keadaan garis besar data sementara dari tabel data yang akan dibangun. Tahap pembangunan fisik merupakan tahapan yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang paling lama, dikarenakan apa yang telah dihitung dan digambarkan didesain kemudian diwujudkan ke bentuk nyata. Tahapan pembangunan fisik terdapat beberapa yang dilakukan diantaranya adalah pembuatan lambung dan bangunan atas, pemasangan instalasi mesin & mesin utama, pemasangana mesin-mesin

bantu, pemasangan instalasi listrik, pemasangan instalasi pompa, pemasangan peralatan & perlengkapan, dan Peluncuran (Richard, 1995). Membangun sebuah kapal baru pemasangan instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting dan harus memenuhi standarisasi yang digunakan untuk mempertimbangkan keamanan sehingga aman untuk mendistribusikan kebutuhan listrik di kapal. Di kapal instalasi listrik digunakan untuk mengoptimalkan kinerja operasionalnya. Salah satu yang perlu diperhatikan dalam perencanaan instalasi listrik di kapal adalah perhitungan yang dilakukan dengan cermat serta mengacu pada standarisasi (menurut BKI). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan diantaranya besar kapasitas daya battery, kapasitas pengaman dan luas penampang kabel hantaran sangat menentukan, hal

ini untuk menentukan kelayakan kapal dari segi instalasi listrik dan menunjang keselamatan bagi pemilik kapal (*owner*). Tugas Akhir ini memfokuskan melakukan evaluasi instalasi listrik di kapal pesiar yang sesuai standarisasi (menurut BKI) dan aman digunakan bagi pemiliknya (*owner*).

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui evaluasi berapa besar kapasitas daya *battery* yang sesuai kebutuhan dan untuk mengetahui evaluasi kapasitas pengaman dan luas penampang yang sesuai (menurut BKI).

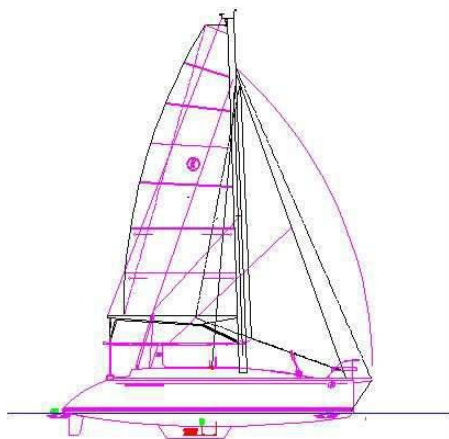
Berdasarkan penulisan Tugas Akhir ini diharapkan memberi manfaat, yakni dapat mengetahui sistem instalasi listrik di kapal catamaran dan dapat memberikan rujukan kepada *desainer* kapal khususnya untuk desain instalasi listrik kapal.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Supaya pembahasan tidak terlalu jauh dari topik yang dibahas maka pembahasan topik ini dibatasi, yaitu untuk mengevaluasi kapasitas daya *battery*, mengevaluasi kapasitas pengaman dan luas penampang.

1.3 Kajian Pustaka

1.3.1 Kapal Katamaran

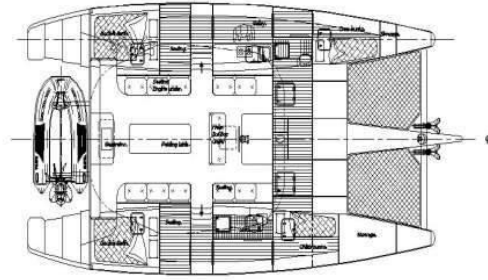
Katamaran adalah tipe kapal yang memiliki dua buah lambung (*demihulls*) yang dihubungkan oleh suatu kontruksi sehingga menjadi satu kesatuan sebagai satu kapal. Struktur *dridging* ini merupakan sebuah kelebihan karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*) sehingga kemungkinan *deck wetness* dapat dikurangi. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang sangat rendah (Nooryadi, 2012). Gambar 2.1 menunjukan kapal kelsall katamaran.



Gambar 1. Kapal Pesiar

1.3.2 Airfield Lighting System (AFL)

Gambar 2 menunjukkan rencana umum kapal ini yang akan direncanakan instalasi listrik.



Gambar 2. Rencana umum kapal pesiar

1.3.3 Sumber Tenaga Listrik di Kapal Pesiar

a. Generator

Generator adalah alat bantu kapal yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik di kapal. Penentuan kapasitas generator kapal yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik di kapal maka analisa beban dibuat untuk menentukan jumlah data yang dibutuhkan dan variasi pemakaian untuk kondisi operasional seperti manuver, berlayar, berlabuh atau bersandar serta beberapa kondisi lainnya.



Gambar 3. Generator

b. Battery

Battery berfungsi untuk sumber tenaga listrik *emergency*, apabila sumber tenaga listrik utama mengalami gangguan /black out. Apabila sumber tenaga listrik utama (Generator /Shore Connection) mengalami gangguan atau dimatikan maka *battery* sebagai cadangan sumber tenaga listrik akan mensupply tenaga listrik 24 Volt DC ke beban /peralatan Kapal, antara lain : *Emergency Light System, Control and Monitoring System, Navigation and Communication System* dll., sehingga peralatan Kapal yang disupply oleh tegangan DC masih dapat berfungsi.

c. Solar Cell

Solar cell merupakan suatu dioda yang dapat mengubah energi surya atau matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar).

Solar cell ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P- N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh. Satu *solar cell* dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0,5 VDC (dalam keadaan cahaya penuh). Beberapa sel dapat dideretkan guna memperoleh tegangan 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, 24 Volt, dan seterusnya. *Solar cell* dapat pula dijajarkan guna memperoleh arus keluaran lebih besar. Bahan dasar dari *Solar cell* adalah silikon, dimana fosfor digunakan untuk menghasilkan silikon tipe – N dan boron digunakan sebagai pencemar untuk memperoleh bahan tipe – P. (Yuana, 2013).

1.3.4 Kebutuhan Daya Listrik Kapal

Kebutuhan daya listrik di kapal, maka kebutuhan penerangan termasuk dalam proses perhitungan, antara lain (Novarianto, -) :

1. Ruangan-ruangan yang memerlukan daya listrik baik untuk penerangan maupun untuk catu daya peralatan- peralatan yang ada.
2. Dimensi ruangan tersebut.
3. Jenis armatur yang akan dipasang.
4. Daya yang dibutuhkan untuk tiap-tiap komponen.
5. Waktu operasi komponen-komponen tersebut.
6. Jenis operasi komponen tersebut intermitten atau continuous.
7. Jumlah titik armature dalam ruangan- ruangan yang ada.
8. Total daya tiap ruangan.

Peralatan navigasi haruslah tetap dijaga ketersediaan tenaga listriknya, peralatan- peralatan tersebut antara lain. (Novarianto, -) :

1. Radio Equipment.
2. Gyro Compass.
3. Echo Sounder.
4. Radar.
5. General Alarm.
6. Motor Sirine & Motor Horn.
7. Navigation Light.

Selain daya listrik untuk penerangan dan peralatan navigasi, diperhitungkan pula daya listrik untuk peralatan-peralatan yang ada di kapal, antara lain (Novarianto, -) :

1. Peralatan-peralatan yang termasuk General Service Pump.
2. Peralatan-peralatan yang termasuk Engine Service System.
3. Peralatan-peralatan yang termasuk Hull Machinery.
4. Peralatan-peralatan yang termasuk Refrigeration and Ventilation.

5. Peralatan-peralatan yang termasuk Workshop Machinery.
6. Peralatan- peralatan yang termasuk Navigation, Communication
7. Stop kontak tiap-tiap ruangan.
8. Akumulator untuk emergency.

1.3.5 Sistem Pengaman

a. MCB

Sistem tenaga listrik perlu diberikan suatu sistem proteksi untuk melindungi peralatan listrik dari kerusakan akibat adanya beban lebih atau terjadi hubung singkat juga untuk melokalisir luas daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin. Misalnya sekering maupun *Miniature Circuit Breaker* (MCB). *Miniature Circuit Breaker* (MCB) merupakan jenis peralatan proteksi berfungsi sebagai memproteksi arus lebih untuk melindungi peralatan listrik dari arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubungan pendek (Hambali, 2010). MCB ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 4. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)

b. Fuse

Fuse atau sekering dipergunakan untuk mengatasi gangguan arus hubung singkat. Pengaman lebur harus dapat menghentikan arus apabila arus tersebut pada temperatur 35°C atau lebih dalam waktu tertentu pada saluran atau hantaran kabel. Dengan kata lain suatu saluran atau kabel dengan penampang tertentu mempunyai pengaman lebur untuk arus maksimum yang diperbolehkan (arus nominal). Pada waktu hubung singkat arus yang ditimbulkan adalah besar sekali dan pengaman lebur harus segera dapat mematikan arus hubung singkat tersebut (Harten, 1985). Gambar 2.7 memperlihatkan *Fuse*.



Gambar 5. Fuse

1.3.6 Sistem Tegangan Phasa dan Frekuensi di Kapal

Sumber tegangan dan phasa yang standart untuk panel dikapal adalah sebagai berikut. (Hidayat,2012):

1. Untuk keadaan normal : AC 380 Volt, 3 phasa dan AC 220 Volt 1 phasa.
2. Untuk keadaan darurat : DC 24 Volt

Adapun besar frekuensi yang biasa dipergunakan dikapal adalah 50 Hz untuk sumber arus bolak-balik (Hidayat, 2012).

1.3.7 Kabel

Kondisi lingkungan dikapal akan sangat berbeda dengan lingkungan di darat. Hal ini dikarenakan ruangan-ruangan yang ada di kapal dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu, kelembaban udara di dalam maupun di luar kapal, beban mekanis yang diterima, dan lain sebagainya. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi komponen yang terpasang pada sistem instalasi listrik, salah satunya kabel. Kabel berfungsi sebagai penghantar arus listrik, oleh karena itu peraturan tentang kabel listrik di kapal lebih ketat dibandingkan di darat. Salah satu contoh kabel yang digunakan di kapal seperti ditunjukkan Gambar 2.8 (Pratama, 2017).



Gambar 6. Marine Cable

Jenis kabel ini ada yang serabut, dan ada yang pejal, yang mana didalam instalasi listrik kedua jenis kabel tersebut adalah sering digunakan. Ada

beberapa tinjauan kabel listrik untuk pemakaian di kapal yaitu sebagai berikut (Hidayat,2012):

- a. Berdasarkan besar rating tegangan
- b. Berdasarkan banyak /jumlah inti
- c. Berdasarkan lapisan isolasi

1.3.8 Rules BKI Terkait Perencanaan Instalasi Listrik Kapal

Hubungan Antara Arus Nominal Atau Kemampuan Hantar Arus (KHA), Luas Penampang Atau kabel (mm²) Dan Kapasitas Pengaman dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

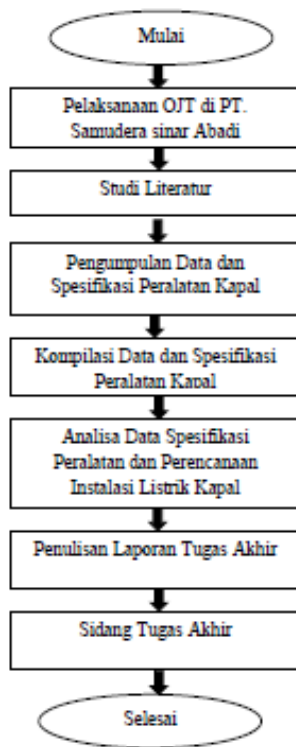
Tabel 1. Luas Penampang dan Kapasitas Pengaman

Nominal cross-section		Current-carrying capacity based on a maximum conductor operating temperature of					
		60 °C			75 °C		
		S1 cont. operation	S 1-30 min	S 1-60 min	S1 cont. operation	S 1-30 min	S 1-60 min
mm ²	AWG/MCM	A max.	A max.	A max.	A max.	A max.	A max.
Single core cables							
1,0	17	8	8	8	13	14	14
1,5	15	12	13	13	17	18	18
2,5	13	17	18	18	24	25	25
4	11	22	23	23	32	34	34
6	9	29	31	31	41	43	43
10	7	40	42	42	57	60	60
16	5	54	57	57	76	81	81
25	3	71	76	75	100	107	106
35	2	87	94	92	125	135	133
50	0	105	114	111	150	164	159
70	2/0	135	150	145	190	211	201
95	4/0	165	186	177	230	260	246
120	250	190	220	203	270	313	289
150	300	220	260	238	310	366	335
185	400	250	305	273	350	427	382
240	500	290	365	322	415	523	461
300	600	335	439	379	475	622	537
2-core cables							
1,0	17	13	13	12	14	14	14
1,5	15	16	17	17	17	18	18
2,5	13	22	24	23	24	26	25
4	11	30	32	32	32	35	34
6	9	38	41	40	41	45	43
10	7	52	57	56	57	63	60
16	5	71	80	76	76	86	81
25	3	93	111	100	102	121	110
3- or 4-core cables							
1,0	17	10	11	11	11	12	12
1,5	15	13	14	14	14	15	15
2,5	13	18	19	19	20	22	21
4	11	24	26	25	27	29	29
6	9	31	34	33	34	37	36
10	7	44	49	47	47	53	50
16	5	59	67	63	63	72	67
25	3	77	92	84	84	101	92
35	2	98	122	108	101	122	111
50	0	115	150	129	126	144	141
70	2/0	150	206	173	157	215	181
95	4/0	182	262	217	192	276	228
120	250	210	315	256	224	336	273
Multi-core cables							
5 x 1,5	5 x 15	11			12		
7 x 1,5	7 x 15	11			10		
10 x 1,5	10 x 15	9			9		
12 x 1,5	12 x 15	8			8		
14 x 1,5	14 x 15	8			8		
16 x 1,5	16 x 15	7			7		
19 x 1,5	19 x 15	7			7		
24 x 1,5	24 x 15	7			7		

2. PEMBAHASAN

2.1 Metode Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian digambarkan secara runtut dalam bentuk flow chart diperlihatkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram alir pelaksanaan penelitian

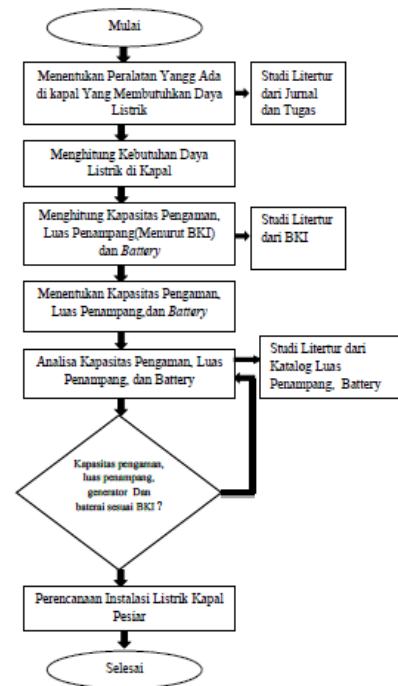
2.2 Tahapan Perencanaan Instalasi Listrik Kapal Pesiar

Tahapan pelaksanaan perencanaan instalasi listrik kapal pesiar ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan peralatan listrik di kapal pesiar. Tahap ini merupakan menentukan peralatan listrik yang berbeban AC dan DC yang digunakan pada kapal pesiar.
2. Kompilasi Data Peralatan Listrik. Tahap ini diperlukan untuk mengetahui nilai kebutuhan daya listrik yang diperlukan dalam perencanaan serta pemilihan kapasitas pengaman, besar luas penampang kabel, generator yang sesuai dan baterai yang sesuai.
3. Analisis Data Hasil Peralatan Listrik. Tahap ini merupakan diskusi kondisi factual berdasarkan data kompilasi data peralatan listrik.
4. Membuat gambar distribusi instalasi listrik. Tahap ini merupakan membuat distribusi daya listrik yang digunakan di kapal pesiar. Distribusi daya listrik dari *battery*.

2.3 Tahapan Perencanaan sistem instalasi listrik kapal

Tahapan pelaksanaan perancangan sistem instalasi listrik di kapal ini digambarkan secara runtut dalam bentuk flow chart dengan metode analisa. Metode analisa adalah mengetahui peralatan yang ada di kapal ini, menentukan kapasitas pengaman, luas penampang. Dan menganalisa kapasitas pengaman dan luas penampang sesuai standarisasi BKI. *Flow chart* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir perencanaan sistem instalasi listrik kapal pesiar

2.4 Spesifikasi Teknis Kapal Pesiar

Kapal ini menggabungkan tiga energi yang tersedia, yaitu solar panel, Battery, dan generator Set. Dalam hal ini harus ada sebuah adaptor yang digunakan untuk mengisi battery yang berasal dari solar panel dan generator set. Kapal ini membutuhkan 2 jenis sumber listrik. Listrik AC (*Alternating Current*) dan DC (*Direct Current*). Di Kapal ini sumber DC (*Direct Current*) sebagai sumber utama yang berasal dari battery karena rata-rata peralatan di kapal ini tegangan kerjanya 12 VDC dan ada sebagian peralatan tegangan kerjanya 220 VAC. Sedangkan peralatan beban AC (*Alternating Current*) di kapal ini membutuhkan inverter yang mengubah sumber DC (*Direct Current*) menjadi sumber AC (*Alternating Current*).

2.5 Hasil Perhitungan Ulang Kapasitas Daya Battery, Luas Penampang, Kapasitas Pengaman (sesuai BKI) dan Kapasitas Daya Generator Set

Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan kapasitas daya battery sudah sesuai dengan kebutuhan daya untuk mensupply peralatan DC (*Direct Current*) di kapal ini dan memastikan luas penampang dan kapasitas pengaman yang sudah direncanakan di kapal ini sudah sesuai dengan BKI.

Untuk mengetahui daya peralatan lainnya dengan cara yang sama seperti peralatan motor windlass. Daya peralatan lainnya IL (*intermittent load*) dan CL (*continuous load*) equipment machinery part di kapal ini dimuat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Power Balance Machinery Part*

No	Equipment	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (W)					
		In Put (W)	Total (set)	Work (set)	Sailing			Arrival & Departure		
					%	CL	IL	%	CL	IL
MACHINERY PART :										
1	Motor Windlass	1000	1	1	-	-	-	-	-	-
2	Motor Winch 1	800	1	1	50	-	400	-	-	-
3	Motor Winch 2	800	1	1	50	-	400	-	-	-
4	Maceparator Pump	60	3	3	85	153	-	85	153	-
5	Fresh Water Pump	24	2	2	85	41	-	85	40,80	-
6	Bilge Pump	24	2	2	85	41	-	-	-	-
7	Spare Pump	60	1	1	80	48	-	80	48	-
8	fuel pump	12	2	2	85	20	-	85	20,40	-
SUBTOTAL						303	800		262,20	-

No	Equipment	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (W)					
		In Put (W)	Total (set)	Work (set)	At Cargo Handling			Anchoring		
					%	CL	IL	%	CL	IL
MACHINERY PART :										
1	Motor Windlass	1000	1	1	50	-	500	-	-	-
2	Motor Winch 1	800	1	1	-	-	-	-	-	-
3	Motor Winch 2	800	1	1	-	-	-	-	-	-
4	Maceparator Pump	60	3	3	85	153	-	-	-	-
5	Fresh Water Pump	24	2	2	85	40,80	-	-	-	-
6	Bilge Pump	24	2	2	-	-	-	-	-	-
7	Spare Pump	60	1	1	-	-	-	-	-	-
8	fuel pump	12	2	2	85	20,40	-	-	-	-
SUBTOTAL						214,20	500		-	-

Perhitungan kapasitas battery yang dibutuhkan untuk kondisi kapal lainnya dengan cara yang sama seperti saat kapal kondisi sailing. Perhitungan kapasitas battery yang dibutuhkan di kapal ini dimuat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kapasitas battery yang dibutuhkan

EQUIPMENT	SAILING	ARRIVAL & DEPARTURE	AT CARGO HANDLING	ANCHORING
a). INTERMITTENT LOAD				
1. Total Load (W)	803,6	3,6	652,4	138
2. Diversity Factor	0,50	0,50	0,50	0,50
3. Necessary Power (W) (a.1 * a.2)	401,8	1,58	326,2	69
b). CONTINUOUS LOAD (W)	838	797	214,2	223
c). MPL (W) (a.3 + b)	1239,8	800,8	540,4	292
d). Four Battery (c*101%)	1252,1	808,8	545,8	294,9
e). I (A) (d/U _b) U _b = 12V	104,3	67,4	45,4	24,5
f). Kapasitas Battery (Ah) (e* <i>t</i>) / Faktor Kapasitas Faktor kapasitas = 1 <i>t</i> = 5 jam	521,5	337	227	122,5

Pemilihan kapasitas daya battery yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya DC (*Direct Current*) di kapal ini harus optimal atau ideal. Pada kapal ini battery yang digunakan tipe lithium dengan 3 merk yang berbeda yaitu Smart Battery SB300, Smart Battery SB150 dan PG Deep Cycle (Lampiran G) yang memiliki batas ideal 95%-99%. Tabel 4 menunjukkan beberapa alternatif pilihan battery.

Tabel 4 Beberapa alternatif pilihan battery

No	Merk /Tipe	Kapasitas Daya (Ah)	Tegangan (VDC)
1.	Smart Battery SB300	300	12
2.	Smart Battery SB150	150	12
3.	PG Deep Cycle	600	12

Untuk menentukan besar kapasitas pengaman dan luas penampang kabel hantaran di kapal ini peraturan yang digunakan adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) vol IV edisi 2006. Jenis pengaman

yang digunakan pada instalasi listrik di kapal ini terdapat dua macam, yaitu :

1. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) sebagai pengaman beban AC (*Alternating Current*)
2. Fuse (*Sekering*) sebagai pengaman beban DC (*Direct Current*)

3. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil dari Analisa yang dilakukan terhadap masalah yang menjadi bahan Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan hasil Perhitungan Kapasitas Suplai UPS antara Gedung Terminal dengan *Airfield Lighting System*. Dimana kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal sebesar 32.988VA, sedangkan kapasitas suplai *Airfield Lighting System* sebesar 65.913VA. Kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal diketahui lebih kecil dibandingkan pada *Airfield Lighting System*.
2. Pada beberapa beban pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting Sytem* dapat menimbulkan harmonisa. Perhitungan *Current Total Harmonic Distortion* (%THDI) pada *Airfield Lighting Sytem* hasilnya lebih tinggi hingga mencapai 34,08% dan pada Gedung Terminal juga menghasilkan hasil (%THDI) yang cukup tinggi yaitu sebesar 10,75%. Dimana Hasil dari kedua (%THDI) tersebut melampaui Standarisai yang tercantum dalam IEEE-519 yaitu sebesar 8%.
3. Pada Perhitungan *Voltage Total Harmonic Distortion* pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting System* hasilnya masih dalam keadaan aman, dimana pada standarisasi yang tercantum dalam IEEE-519 menyatakan bahwa (%THDV) maksimalnya adalah 5%. Pada Airfie Id Lighting System (%THDV) nya hanya mencapai 0,68% saja, dan untuk Gedung Terminal (%THDV) nya lebih kecil yaitu 0,2%.

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.