

Studi Analisa Teknis Instalasi dan Ekonomi Desain Sistem Kelistrikan Kapal Penumpang Dengan Menggunakan Busbar Trunking

Achmad Firdaus, Ir. Sardono Sarwito M.Sc, dan Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: firdaus10@mhs.ne.its.ac.id

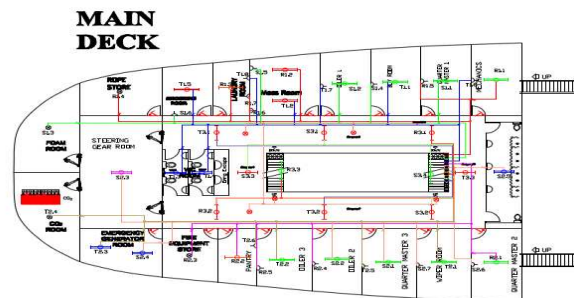
Abstrak—Sistem distribusi kelistrikan merupakan salah satu faktor yang dibutuhkan untuk sumber tenaga mentransmisi daya menuju beban agar dapat dioperasikan sesuai kebutuhan. Secara data statistik bahwa kecelakaan kapal, khususnya kebakaran kapal, mayoritas dipengaruhi oleh instalasi kabel dalam mendistribusikan daya menuju beban. Hal ini dikarenakan sistem kabel tidak terbuat dari bahan yang bebas dengan zat hlogen. Busbar trunking merupakan salah satu media distribusi kelistrikan yang memiliki tingkat keandalan dan keamanan yang lebih baik dibandingkan kabel. Berdasarkan referensi tersebut, pada penulisan tugas akhir ini mengacu pada aplikasi busbar trunking pada kapal penumpang yati KM Bukit Siguntang. Dari hasil analisa yang didapat pada sistem busbar trunking ini secara teknis memiliki losses daya kecil, saat perawatan dapat menjaga kontinuitas kerja, simple dan tepat diaplikasikan pada kapal yang membutuhkan daya besar. Selain itu dalam segi ekonomi, karena lebih efisien dari kabel maka harga pemasangan hingga perawatan lebih mahal dibandingkan dengan sistem kabel. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem campuran (Busbar Trunking dan Kabel) untuk lebih efisien.

Kata Kunci—Instalasi Busbar Trunking, Analisa Ekonomi, dan Sistem Konvensional

I. PENDAHULUAN

BUSBAR trunking adalah salah satu media distribusi kelistrikan sebagai pengganti sistem wiring di kapal. Berkembangnya zaman bersinambungan dengan berkembangnya teknologi yang semakin canggih. Hal ini dibuktikan pada zaman sekarang setiap teknologi dioperasikan secara otomatis baik teknologi didarat maupun dilaut. Dunia kemaritiman juga mengalami perkembangan yang pesat pada sistem operasionalnya, khususnya di dunia perkapalan. Di kapal terdapat beberapa sistem penunjang diantaranya sistem permesinan maupun sistem kelistrikannya. Dalam hal ini dibuktikan dengan berkembangnya sistem distribusi kelistrikan yang semakin canggih.

Pada pendesainan kapal-kapal sebelumnya menggunakan sistem wiring yang memiliki tingkat resiko yang begitu besar sebagai media distribusi listrik ke beban dari panel terhadap keselamatan kapal dan membutuhkan biaya yang sangat mahal. Selain itu kelemahan dari sistem wiring untuk distribusi kelistrikan kapal yaitu memiliki sistem yang kompleks dan tidak efisien sehingga mempunyai kendala dalam pemasangan maupun memberikan resiko yang besar terhadap keselamatan kapal.



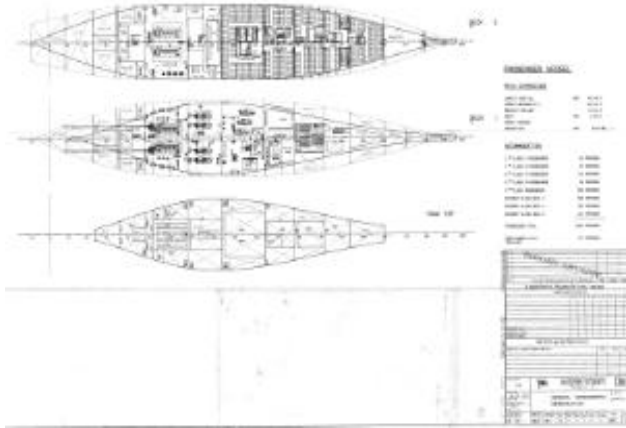
Gambar 1 Sistem Distribusi Kelistrikan Menggunakan Wiring Diagram

Seiring dengan perkembangan yang sangat pesat maka sistem cable tray ini berkembang menjadi sistem busbar trunking dimana sistem ini menggunakan conduit/cable ladder sebagai pengganti kabel serta pemanfaatan tap off dan tap box untuk proses penyebaran ke beban 1 ke lainnya selain itu sistem busbar trunking ini bisa juga sebagai panel distribusi dan hanya cukup 1 panel distribusi walau berapa banyak tingkatan deck.

Sejarah dari perkembangan teknologi busbar trunking ini dimulai pada tahun 1961 yang ditemukan sistem distribusi kelistrikan yang lebih canggih dibandingkan dengan menggunakan wiring. Busbar trunking atau bus duct ini lebih efisien digunakan untuk kapal yang memiliki tingkat keamanan maupun beban yang besar. Metode ini digunakan karena dapat mendapatkan kehandalan, flexibility, tingkat layanan kontinuitas tinggi serta mudah karena mengikuti konstruksi bangunan.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan perancangan system kelistrikan pada kapal KM Bukit Siguntang dengan menggunakan konsep system busbar trunking canalis dengan menggunakan tegangan tinggi yang diaplikasikan ke sistem kelistrikan penerangan. Konsep ini sangat bagus, karena sistem ini menggunakan busbar canalis yang memiliki ukuran yang kecil 3 meter ini bisa mendistribusikan listrik ke deck-deck kapal dengan tegangan yang kecil maka arus yang dihasilkan jika didistribusikan akan mengalami losses yang tinggi hingga mencapai equipment-equipment tersebut, sehingga diperlukan tegangan yang tinggi agar sistem tersebut dapat ditransmisi terhadap komponen-komponen yang didistribusi listrik pada kapal penumpang tersebut, sehingga pada skripsi direncanakan untuk sistem distribusi kelistrikan pada peralatan penerangan kapal dengan membandingkan analisa ekonomi yang ditimbulkan jika

menggunakan sistem busbar trunking dan menggunakan sistem wiring. Perencanaan ini dilakukan dengan tahap pertama



Gambar 2. General Arrangement KM Bukit Siguntang

menggambar general arrangement dan perhitungan jumlah beban daya, besar genset, perancangan wiring system dengan busbar trunking canalis, menganalisa ekonomi yang ditimbulkan pada sistem busbar trunking dibandingkan dengan sistem wiring.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahap Studi Literatur

Langkah awal dalam penelitian ini menyiapkan bahan-bahan dasar mengikuti General Arrangement Kapal, data-data spesifikasi peralatan yang terdapat pada kapal, dan sistem wiring diagram kapal. Berdasarkan hasil pengumpulan data tersebut terdapat besar daya generator 800 kw dengan jumlah 3 unit. Sumber tenaga tersebut yang supply kebutuhan keseluruhan kapal dengan jumlah lampu kurang lebih 2000 unit dan peralatan power kurang lebih 200 unit.

B. Tahap Desain Wiring Diagram Kapal

Wiring Diagram adalah gambaran suatu rangkaian listrik yang memberikan informasi secara detail, dari mulai simbol rangkaian sampai dengan koneksi rangkaian tersebut dengan komponen lain. Yang berisikan pengaman, data kabel, indikator-indikator lain/ instrumen lain. Fungsi dari wiring diagram adalah untuk mempermudah bagi kita untuk mengikuti alur sebenarnya dari sebuah rangkaian sebagai peta dari sistem kelistrikan dan penginstalasiannya. Dalam Wiring diagram digambarkan susunan saklar, saking, kabel, busbar, MSB dan ACB.

Pada perencanaan pertama, diawali dengan perhitungan wiring diagram penerangan kapal. Wiring Diagram Penerangan adalah representasi bergambar sederhana sebuah rangkaian listrik yang lebih diutamakan untuk sistem penerangan di kapal. Untuk tahap pengerjaannya dilakukan zoning terlebih dahulu sehingga didapatkan tabel wiring diagram ditiap decknya yaitu 9 deck. Selanjutnya dilakukan penomoran titik beban pada drawing KM Bukit Siguntang, kemudian dilakukan pembuatan wiring diagram, dan balancing daya.

Setelah dilakukan *Balancing* daya tersebut, maka dilakukan perhitungan arus nominal disetiap zonanya. Dimana untuk rumus yang digunakan yaitu $P = V \times I \times \cos\alpha$. Berdasarkan

No.	Phase	Jmlh Titik Beban	Arus (A)	Beban Lampu						Beban Stop Kontak				Daya (Watt)					
				1xFL 18	2xFL 9	2xFL 18	2xFL 36	2xL 25	1xL 60	2A	4A	6A	10A	R	S	T			
1	R1	10	2,05			10											360		
2	S1	11	2,25			11												396	
3	T1	11	2,25			11													396

Gambar 3. Wiring Diagram KM Bukit Siguntang

$$I = \frac{P}{380 \times \sqrt{3} \times \cos\theta}$$

$$I = \frac{P}{220 \times \cos\theta}$$

Gambar 4. Rumus Perhitungan Arus Nominal

rumus tersebut maka dapat dicontohkan pada perhitungan arus nominal di Deck 1 pada zona R1, yaitu memiliki 10 lampu (2 x FL 18), sehingga memiliki total daya = (10 x 36 watt)= 360 watt. Setelah mendapatkan total daya, maka: Arus Nominal = 360/(220 x 0,8) = 2,05 A .

Berdasarkan dengan besar nilai arus nominal tersebut maka dilakukan pemilihan besar diameter kabel yang dibutuhkan untuk beban tersebut dengan cara memilih kapasitas lebih tinggi dari besar perhitungan arus nominal sesuai tabel pengaman dibawah ini. Kabel dengan tegangan 220 Volt (1 phase) maka jenis kabel yang digunakan adalah DPYC , sedangkan pada kebel dengan tegangan 380 Volt (3 phase) maka yang digunakan, adalah FPYC. Selanjutnya dilakukan pemilihan tap off untuk setiap transmisi beban yang diinginkan.

Pada pemilihan besar tap off tersebut, maka hal ini berdasarkan pada besar arus nominal. Namun, untuk pemilihan besar tap off dipilih lebih besar dari hasil perhitungan arus nominal. Oleh karena itu, untuk besar R1 pada Deck 1 dengan arus nominal 2,05 A, maka tap off yang dipilih sebesar tap off 4 A. Maka dilanjutkan dengan perhitungan arus nominal total untuk pemilihan busbar trunking yang diperlukan. Untuk menentukan besar kapasitas busbar trunking, maka diperlukan perhitungan nilai arus nominal pada total daya 1 deck tersebut dengan rumus:

Berdasarkan rumus tersebut, maka didapat jenis busbar trunking yang diperlukan sistem penerangan kapal KM. Bukit Siguntang, yaitu: Deck 1 = Canalis KBA 25 A, Deck 2 = Canalis KBA 25 A, Deck 3 = Canalis KBA 63 A, Deck 4 = Canalis KBA 63 A, Deck 5 = Canalis KBA 40 A, Deck 6 = Canalis KBA 40 A, Deck 7 = Canalis KBA 40 A, dan Deck 8 & 9 = Canalis KBA 25 A. Untuk perhitungan semua wiring diagram kapal seperti wiring power, dan wiring MSB/ESB sesuai dengan perhitungan diatas.

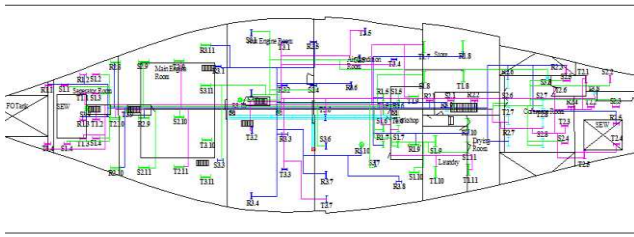
C. Desain Kelistrikan Busbar Trunking

Pada pendesainan sistem kelistrikan dengan menggunakan busbar trunking mempunyai perbedaan dengan desain sistem kelistrikan kabel. Hal ini terlihat dari tidak adanya panel

disetiap deck untuk busbar trunking namun terdapat tap off sebagai penyalur beban dari busbar menuju kabel yang nantinya ditujukan ke komponen listrik. Sistem busbar trunking pada hal ini sebagai media penghantar listrik untuk pengganti sistem

Tabel 1.
Data Busbar Trunking Yang Digunakan

No.	Deck	Fungsi	Tipe Busbar	Panjang (m)
1	Deck 1	Busbar Penerangan (Cabang Beban)	Canalis KBA 25 A	29
		Busbar Power (Cabang Beban)	I Line-IIC 5000 A	42
2	Deck 2	Busbar Penerangan (Cabang Beban)	Canalis KBA 25 A	81
		Busbar Power (Cabang Utama)	Canalis KNA 160	24



Gambar 5. Desain Kelistrikan Busbar Trunking Deck 1

konvensional biasanya yaitu menggunakan kabel. Kelebihan dari menggunakan busbar trunking ini adalah dapat lebih efisien dan aman dalam bentuk maupun peletakkannya sesuai peraturan klas yang menyarankan kapal lebih safety dalam hal apapun. Selain itu kelebihan dari sistem busbar trunking yaitu adanya tap off maka sifatnya dapat bervariasi beban yang diinginkan, hanya dengan cara mengganti tap off tanpa merubah sistem apapun.

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan maupun desain sistem busbar trunking sebagai pengganti sistem wiring kapal, maka didapat beberapa hasil perbedaan antara sistem wiring dengan sistem busbar trunking kapal dalam segi teknis maupun sistem ekonomi.

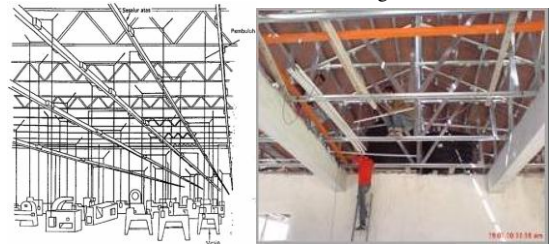
Untuk tahap analisa pertama pada segi keandalan dan keamanan. Berdasarkan hasil desain maupun perhitungan dapat dianalisa bahwa tingkat keandalan maupun keamanan yang terdapat pada sistem busbar trunking dapat dikatakan sangatlah baik, hal ini dapat di analisa dari bahan yang digunakan pada busbar trunking. Bahan yang digunakan pada busbar trunking dilapisi epoxy insulation class H – 180oC sehingga memperkuat material menjadi 100% water proofing dan kekuatan material itu sendiri (IEC 60-439-2). (Moh. Naylu, 2013).

Selain itu yang menambah sifat keandalan yang terdapat pada sistem busbar trunking yaitu memiliki bahan yang dapat terlindungi dari zat hologen seperti asap dan gas beracun. Salah satu faktor inilah yang dapat menyebabkan sistem busbar trunking dapat terhindar dari kebakaran seperti yang biasa terjadi pada sistem kabel, (Katalog Canalis, 2011). Selanjutnya jika dilihat sisi keamanan dari sistem busbar

trunking maka sistem ini memiliki tingkat keamanan yang lebih baik dari sistem kabel. Hal ini didasarkan dengan bahan pembuatan yang terdapat sistem busbar trunking berasal dari semua metal yang menyebabkan combustive energi yang ditimbulkan lebih rendah dari pada sistem kabel.



Gambar 6. Akibat zat hologen



Gambar 6. Pemasangan Sistem Busbar Trunking

Oleh karena itu yang menunjang tingkat keselamatan sistem busbar trunking lebih baik dari pada menggunakan sistem kabel.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan busbar trunking dengan kabel memiliki persamaan yaitu dari bahan aluminium dan bahan cooper. Namun dalam segi keamanan dari dua bahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda pada voltage drop yang dihasilkan yaitu lebih kecil dengan bahan cooper dari pada bahan aluminium. Kemudian sistem busbar trunking memiliki lembaran baja yang dapat menghasilkan elektromagnetik yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem kabel yang terbuat dari tembaga sehingga lebih dominan menghasilkan elektromagnetik. Oleh karena itu dalam sistem keamanan pada kesehatan para awak kapal lebih terjamin dibandingkan menggunakan sistem kabel.

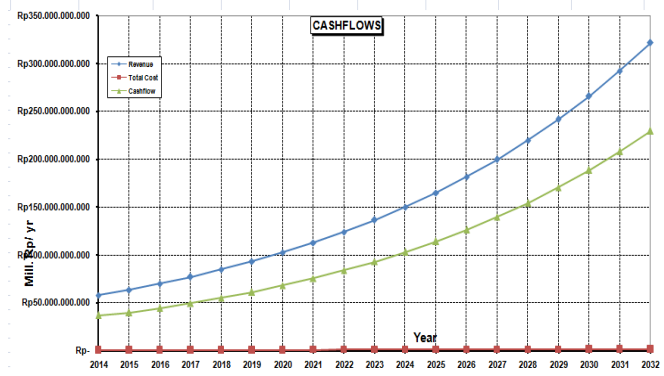
Untuk tahap kedua dilakukan analisa efisiensi ruangan dan waktu pemasangan. Busbar Trunking merupakan media penghantar listrik yang hanya menggunakan satu panel switchboard. Hal ini berbeda dengan sistem kabel yang setiap deck untuk mendistribusikan listrik membutuhkan panel. Oleh karena itu secara efisien penempatan panel lebih efisien menggunakan sistem busbar trunking.

Berdasarkan hasil desain sistem instalasi listrik dengan menggunakan busbar trunking yang memiliki spesifikasi panjang 3 meter mempunyai lebar 0,7 meter, bahwa penggunaan sistem busbar trunking memiliki efisiensi ruangan yang kurang baik dari pada menggunakan kabel. Namun, jika dilihat dari segi konstruksi, sistem busbar trunking memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan kabel.

Selain itu jika dilihat dalam segi tempat yang digunakan saat pembelokan instalasi maka dapat dikatakan lebih baik menggunakan sistem busbar trunking dari pada menggunakan kabel. Hal ini dikarenakan pada busbar dilengkapi dengan fitting, Elbow dan T-Connection yang memberikan kerapian

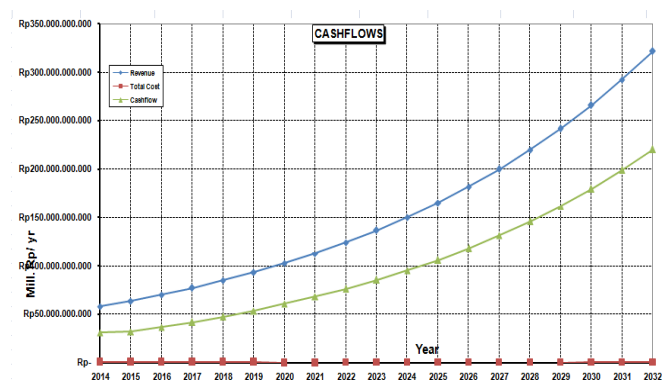
serta tidak membutuhkan tempat yang begitu luas dibandingkan menggunakan kabel.

Sistem busbar trunking dalam desainnya dapat diletakkan dimanapun sesuai keinginan tetapi tidak seperti sistem kabel yang harus menyesuaikan letak cable tray dan panel, sehingga



Gambar 7. Cash Flow (Kabel)

diperlukan box kedap untuk menjaga kedekatan ruangan saat busduct tersebut menembus sekat. Memastikan bahwasannya sebelum dilakukan pemasangan busbar trunking dilokasi tersebut, maka diharuskan terdapat pengait diatas lokasi tersebut untuk jalur sistem busbar trunking yaitu hanger yang



Gambar 8. Cash Flow (Busbar Trunking)

membutuhkan waktu lebih lama dalam desain maupun instalasi untuk kabel dibandingkan dengan menggunakan sistem busbar trunking.

Selanjutnya dilakukan analisa voltage drop yaitu

Berdasarkan hasil desain maupun pemilihan busbar trunking yang digunakan pada kapal KM. Bukit Siguntang maka dapat dikatakan bahwa dimensi luasan yang dimiliki oleh sistem busbar trunking lebih besar dibandingkan dengan sistem kabel. Hal ini dapat dibuktikan dengan spesifikasi busbar KBA 40 A memiliki 6000 mm² dan untuk kabel yang memiliki KHA 40 A membutuhkan luas penampang 78,5 mm².

Secara teori voltage drop dipengaruhi oleh tingkat luasan suatu instalasi, maka semakin luas suatu instalasi tersebut maka akan semakin kecil voltage drop yang ditimbulkan. Berdasarkan hal tersebut maka semakin kecil voltage dropnya maka dapat dikatakan instalasi tersebut memiliki keandalan sistem yang baik karena voltage drop berpengaruh pada losses power listrik yang dihantarkan. Adapun hal ini dapat dibuktikan dengan perhitungan voltage drop yang dihasilkan kabel dan busbar trunking dengan spesifikasi 20 A dan panjang 3 m, yaitu:

$$U = k \times \sqrt{3} \times (R1 \cos\phi + X1 \sin\phi) \times Ib \times L$$

(Sumber: *Catalog Busway 800A-6000A*)

Keterangan :

- U = Voltage Drop
- R1 dan X1 = Hambatan dan Reaktan (/m)
- Ib = Arus yang mengalir
- L = Panjang instalasi
- Cosφ = Load faktor instalasi
- K = Load faktor distribusi

Kemudian dilakukan analisa pemasangan pada sistem busbar trunking. Pada pemasangan sistem busbar trunking memiliki kesamaan pada syarat-syarat pemasangan, yaitu: Busbar Trunking tidak diperbolehkan untuk diletakkan pada tanki dengan volume fluida yang penuh karena nantinya dapat merusak sistem tersebut. Dalam pemasangan busbar trunking khususnya dilokasi sekat kedap ataupun avoid space maka

disarankan yaitu tiap 2 meter dan dengan meletakkan pengait 300-400 mm dari sumbu axis.

Selain itu diberikan tempat untuk peletakan tap off untuk jenis Canalis dan plug in untuk jenis I Line. Hal ini diperlukan sebagai tempat penghubung busduct dengan komponen listrik tersebut. Selanjutnya untuk jenis ruangan yang terbatas maka sistem busbar trunking diperlukan accessories seperti elbow, dan T Connection untuk membantu flexibilitas busbar trunking.

Berdasarkan penjelasan dari setiap sistem diatas maka dapat dibandingkan antara cara pemasangan sistem kabel dengan sistem busbar trunking, yaitu: Dalam segi efisiensi kemudahan dalam pemasangan, sistem busbar trunking memiliki kemudahan saat melakukan pemasangan dibandingkan sistem kabel karena tahap-tahap pemasangan lebih simple dan sedikit merumitkan pekerja sebab tidak ditarik dari setiap panel.

Kemudian untuk kelengkapan accessories saat pemasangan lebih banyak kabel sehingga kecepatan pemasanga lebih efisien menggunakan sistem busbar trunking dibandingkan dengan kabel. Sistem busbar trunking juga memiliki kelemahan jika pada satu deck membutuhkan lebih dari satu saluran maka akan lebih rumit karena mengatur keseimbangannya. Jika dilakukan penambahan beban disetiap lokasi maka hanya memerlukan penambahan tap off atau plug in untuk busbar trunking sehingga pemasangan lebih mudah dibandingkan kabel.

Dalam pendesainan sistem busbar trunking lebih praktis dari sistem kabel dikarenakan setiap komponen pendukung sistem busbar trunking lebih praktis dan sudah dilengkapi pengaman yang terdapat didalamnya sehingga tanpa melakukan perhitungan lebih detail. Namun sistem busbar trunking tidak tepat untuk kapal yang membutuhkan daya kecil karena spesifikasi yang dimiliki minimal 25 A sehingga efisiensi daya kurang dimanfaatkan dan begitu sebaliknya pada kabel.

Selanjutnya dalam segi ekonomi dapat dianalisa bahwa bersarkan *simplicity* sistem busbar trunking dibandingkan dengan sistem konvensional, maka didapatkan nilai harga yang lebih besar menggunakan sistem busbar trunking dibandingkan dengan sistem wiring. Selain itu yang mendasari sistem busbar trunking lebih mahal dibandingkan dengan sistem wiring adalah

Tabel 3.
Voltage Drop Busbar Trunking

Installation supplied by:	Lighting	Other use
Low voltage public distribution network	3 %	5 %
High voltage distribution network	6 %	8 %

harga setiap busbar dengan kapasitas minimal 25 A didapat dengan harga setiap 3 meternya 400 ribu, maka berdasarkan hal tersebut dapat dijadikan pedoman bahwasannya sistem busbar trunking lebih mahal dibandingkan dengan sistem wiring.

Pada Gambar 4.24 dan 4.25 merupakan hasil grafik *cash flow* antara sistem kabel dan sistem busbar trunking pada kapal KM Bukit Siguntang. Berdasarkan gambar 8 dan 9 dapat dianalisa bahwa sistem kabel memiliki tingkat ekonomis yang lebih murah dibandingkan dengan menggunakan sistem busbar trunking, dari kedua sistem tersebut tidak merugikan pihak pemilik kapal karena aliran pendapatan dan aliran operasional sistem masih berbeda jauh sehingga secara keuangan kedua sistem bisa dikatakan tidak merugikan, sistem busbar trunking memiliki tingkat investasi yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan sistem kabel, aliran investasi (NPV) keduanya dapat dikatakan sehat karena menunjukkan grafik yang selalu keatas untuk setiap tahunnya, dan jika dilihat dari segi investasi awal, sistem busbar trunking lebih mahal dibandingkan dengan sistem kabel karena sistem busbar trunking memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi dan efisiensi waktu pemasangan maupun perawatan yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem kabel, sehingga relevan jika harga yang diberikan lebih mahal dari pada sistem kabel

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mendapatkan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil perhitungan dan desain sistem tersebut bahwa Berdasarkan hasil analisa, instalasi busbar trunking tidak mengganggu kesehatan manusia yang berada didekatnya karena terbuat dari lembaran baja. Pada sisi instalasi, sistem busbar trunking memiliki efisiensi tempat dan flexibility yang tepat diaplikasikan pada kapal penumpang karena memiliki accessories pendukung dan tidak membutuhkan banyak komponen pendukung lainnya. Memiliki spesifikasi arus yang besar yaitu dari 25 A – 6000 A yang tepat jika diplikasikan pada kapal-kapal penumpang yang membutuhkan spesifikasi arus besar. Secara segi pemasangan, sistem ini memiliki waktu instalasi yang relatif cepat karena lebih simple dan efisien. Pada operasional busbar trunking, sistem ini memiliki sistem perawatan yang lebih simple dan

dapat menjaga *continuity* kerjanya sebagai media penghantar listrik dibandingkan dengan kabel karena terdapat tap off disetiap penyaluran beban. Sementara itu untuk analisa ekonomi yang didapat sistem wiring tersebut, memiliki perbedaan yang signifikan antara kabel dengan busbar trunking karena lebih mahal sistem busbar trunking dibandingkan dengan sistem wiring. Berdasarkan hasil perhitungan investasi awal sistem kabel Rp. 13.469.623.498,00 dan sistem busbar trunking Rp. 6.675.733.000,00. Kedua sistem secara *cash flow* tidak memiliki kerugian pada sistem keuangan operasional kapal karena NPV yang dimiliki masih dapat dikatakan sehat. Jika dilakukan perhitungan investasi dalam jangka waktu 20 tahun *cash flow* sistem busbar trunking masih dalam daerah relevan dengan tingkat pendapatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan, Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga pembuatan Tugas akhir ini mendapatkan kemudahan dari Allah SWT, Bapak Ir. Sardono.S, M.Sc dan Bapak Indra Ranu Kusuma, ST. M.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, Seluruh karyawan dan staff PT. PELNI Pusat yang telah banyak membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, dan Teman-teman seperjuangan di Laboratorium MEAS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alf Kare Adnanes.2003."Maritime Electrical Installations and Diesel Electric Propulsion". ABB.
- [2] Y. Du , J. Burnett, Z.C. Fu. 1997. "Experimental and numerical evaluation of busbar trunking impedance", Elsevier, 11 November 1997V.
- [3] Anonim. 2000." Test And Installation Of Busbar Trunking Systems". Html, http://www.iacs.org.uk/document/public/publications/guidelines_and_recommendations/pdf/REC_67_pdf207.pdf.
- [4] _____. 2006." Busbar Trunking System Canalis". Html, http://www.engineering.schneider-electric.se/Attachments/ed/guide/cruise_ships_trunking_guide.pdf.
- [5] _____. 2008." Busbar Trunking Systems for Safe and Flexible Power Distribution". Html, <http://www.rappell.co.uk/downloads/403501-busbar-shortform.pdf>.
- [6] _____. 2009."Analisa Teknis Ekonomi Busbar Trunking Kapal Niaga". Html, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-7488-420710052-bab1.pdf>.
- [7] _____. 2009."Definisi Ilmu Ekonomi". Html, <http://maschooseoneisstatiscian.wordpress.com/2009/06/28/definisi-ilmu-ekonomi-dan-analisa-ekonomi/>.
- [8] _____. 2011."Analisis Finansial dan Ekonomi". Html, <http://irtuss.blogspot.com/2011/02/analisis-finansial-dan-ekonomi.html>.
- [9] _____. 2011." Busbar Trunking System For Electrical Power". Html, <http://blog.esds.co.in/busbar-trunking-system-for-electrical-power-distribution/>.
- [10] _____. 2012."Busbar Trunking System". Html, http://www.larsentoubro.com/Intcorporate/uploads/product/Busbar_Trunking_System.pdf.

- [11] _____. 2012. "Busbar Trunking System". Html, http://www.electrical-installation.org/enwiki/Busbar_trunking_systems.
- [12] Chang-Chou Hwang a, J.J. Chang a, Y.H. Jiang b. 1997. "Analysis of electromagnetic and thermal fields for a bus duct system", Elsevier, 11 November 1997.
- [13] Edy Setyo Koeshardiono, Agoes Santoso, Muhammad Izzudin. 2008. "Analisa Teknis Dan Ekonomis Perencanaan Instalasi Listrik Menggunakan Sistem Busbar Trunking Pada Kapal Patroli 40 M". ITS, Surabaya.
- [14] Sardono Sarwito, Agoes Santoso, Dian Arif Wicaksono. 2009. "Analisa Tekno Ekonomis Penerapan Sistem Busbar Trunking [CANALIS] Pada Sistem Kelistrikan Kapal Niaga (MT. AVILA)". ITS: Surabaya.
- [15] Electric, Schneider. 2008. "Schneider Busway From 800A-6000A". China: Schneider Electric .
- [16] Electric, Schneider. 2011. "Schneider Canalis". Jakarta: Schneider Electric.