

STUDI ALIRAN DAYA PADA SISTEM KELISTRIKAN KAPAL DYNAMIC POSITIONING DALAM SKALA LABORATORIUM

**Sardono Sarwito¹, Semin², M. Badrus Zaman³, Soedibyo⁴, Eddy Setyo K.⁵,
Catur Rizaldi F.⁶**

^{1,2,3,5,6}Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

⁴Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,

Abstrak: Peralatan yang menggunakan energi listrik di kapal sangatlah banyak, maka dari itu suplai yang tersedia harus dapat mencukupi kebutuhan pada kapal tersebut. Salah satu sistem yang membutuhkan energi listrik yang besar adalah sistem *Dynamic Positioning*, sistem ini merupakan teknologi yang berfungsi untuk mempertahankan posisi kapal pada suatu titik yang telah ditentukan secara otomatis ataupun dengan kontrol manual. *Dynamic Positioning* menggunakan sensor gerak dan sensor posisi sebagai penyalur informasi perpindahan kapal ke komputer yang mengendalikan *thruster* dan *rudder* secara otomatis sebagai usaha untuk mempertahankan posisi kapal pada titik yang telah ditentukan. Sistem *Dynamic Positioning* menggunakan motor listrik yang terpasang dengan *propeller* sebagai *thruster*, maka dari itu dibutuhkan distribusi tegangan dan daya yang baik agar komponen bekerja optimal dan mencegah kerusakan pada sistem. Studi aliran daya pada sistem *Dynamic Positioning* dibutuhkan untuk memastikan daya dan tegangan yang di suplai dari generator-generator yang ada di kapal menuju beban atau motor listrik memenuhi standard yang telah ditentukan. Pada studi aliran daya sistem *Dynamic Positioning* sistem tertutup ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan memodelkan rangkaian dari kapal yang memiliki *Dynamic Positioning* dengan peralatan laboratorium, dan juga dilakukan analisis terhadap besarnya rugi daya (*losses*) dan tegangan jatuh yang terjadi pada tiap jalur transmisi pada skenario yang telah ditentukan serta mencari apakah solusi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki permasalahan yang muncul pada aliran daya yang terjadi pada sistem *Dynamic Positioning*.

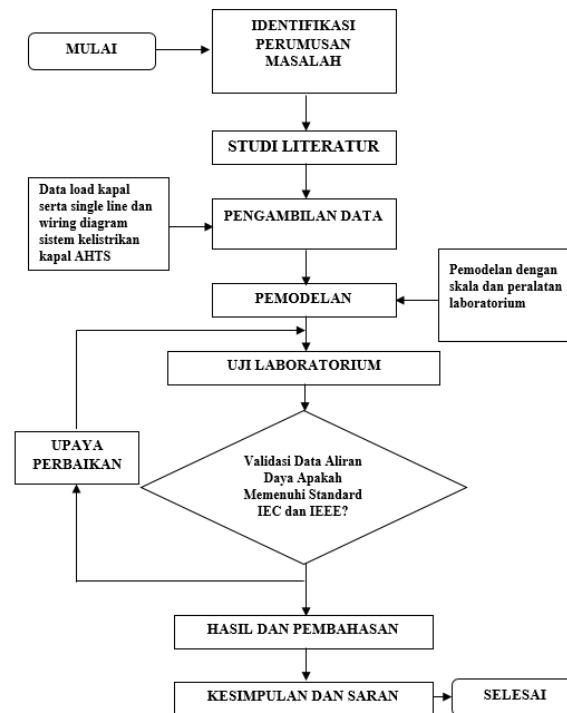
Kata kunci: Aliran Daya, *Load Flow*, *Dynamic Positioning*, *Electrical System*, *Losses*.

PENDAHULUAN

Di dunia maritim penggunaan energi listrik sangatlah besar dan banyak sekali peralatan di kapal maupun bangunan lepas pantai yang menggunakan energi listrik. Studi aliran daya dilakukan untuk mengetahui besarnya aliran daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) yang terjadi di dalam sistem dan rugi daya serta kondisi tegangan dari mulai pembangkitan hingga menuju beban. Pada sistem kelistrikan yang memiliki jalur transmisi tenaga rumit, rugi daya dan jatuh tegangan pasti terjadi. jatuh tegangan dan rugi daya dapat diakibatkann karena besarnya hambatan atau resistansi dari kabel dan reaktansi pada jalur transmisi tenaga, maka dari itu diperlukan studi akan aliran daya demi meminimalisir terjadinya kerusakan yang mungkin terjadi pada sistem akibat dari besarnya tegangan dan daya yang tidak sesuai dengan standard dan kebutuhan peralatan listrik. pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap kapal yang memiliki sistem *Dynamic Positioning*. Sistem *Dynamic Positioning* adalah sistem yang memungkinkan sebuah kapal untuk mempertahankan kedudukannya pada posisi yang telah ditentukan, selain itu sistem tersebut memungkinkan kapal dapat mengikuti jalur perjalanan yang telah ditentukan secara manual ataupun otomatis. Rangkaian asli dari sistem *Dynamic Positioning* dimodelkan dalam skala laboratorium dan dilakukan uji coba dengan skenario yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan

dari penelitian ini untuk mengetahui dimana terjadi rugi daya dan jatuh tegangan yang tidak memenuhi standard IEC.

METODE PENELITIAN



a. Identifikasi Perumusan Masalah

Observasi dan meneliti permasalahan yang muncul dari objek penelitian. Peneliti merumuskan masalah mengenai studi analisis aliran daya berbasis skala laboratorium: studi kasus thruster pada sistem dynamic positioning Anchor Handling Tug Supply Vessel.

b. Studi Literatur

Mencari informasi mengenai penelitian dengan cara mempelajari teori tentang topik dari penelitian, membaca, dan mencatat secara sistematis mengenai sistem dynamic positioning dan perhitungan aliran daya. Adapun beberapa macam teori yang mendukung dasar dari penelitian ini diantaranya jurnal, buku, internet, dan lainnya.

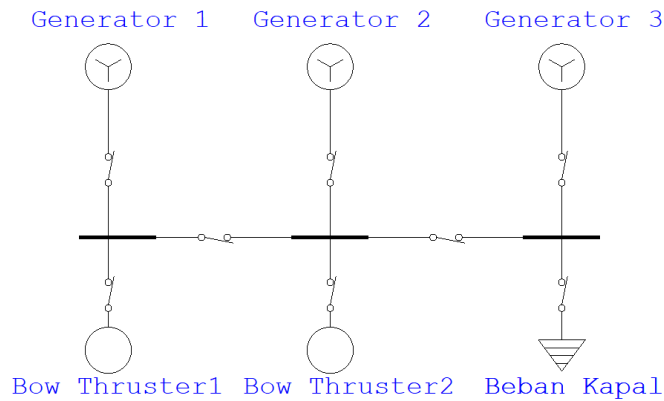
c. Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam pemodelan sistem *dynamic positioning* dalam skala laboratorium.

d. Pemodelan dalam Skala Laboratorium

Pada tahap ini dilakukan pemodelan sistem *dynamic positioning* menggunakan peralatan laboratorium Marine Electrical and Automation System. Pemodelan dilakukan dengan menggambar *single line diagram* sistem kelistrikan kapal AHTS BNI Castor dengan

dynamic positioning system. Berikut merupakan *single line diagram* dari pemodelan sistem *dynamic positioning* dalam skala laboratorium:



Gambar 2. Rangkaian Hasil Pemodelan

e. Uji Laboratorium

Pada tahap ini dilakukan simulasi terhadap sistem yang telah dimodelkan dan dirangkai dengan skenario dan variasi beban yang telah ditentukan. Tahap ini bertujuan untuk dapat menganalisis kondisi aliran daya (*load flow*) pada setiap skenario pembebanan dan juga menganalisis kondisi kritis dari aliran daya pada setiap variasi pembebanan.

f. Validasi Data

Pada tahap ini menjelaskan data-data yang tervalidasi apakah sudah sesuai dengan standard (IEEE dan IEC). Setelah itu dilakukan pembahasan terhadap data-data yang tidak memenuhi standard dan membahas faktor yang menyebabkan data tidak memenuhi standard. Pembahasan akan upaya perbaikan akan dibahas pada tahap ini.

g. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir, dimana pada tahap ini dilakukan pembuatan kesimpulan yang diambil dari proses-proses sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pemberian saran agar studi ini dapat dikembangkan di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukannya pengujian pada skala laboratorium didapatkan data dan hasil pengolahan data yang berupa daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan tegangan jatuh (ΔV) sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengolahan data pada skenario 1 (2 *Generator Thruster*, 2 *Bow Thruster*)

Jalur Transmisi	Variasi Pembebanan	Daya		Loses Daya (%)		Pengukuran		Perhitungan	
		P (W)	Q (VAr)	P	Q	Drop (ΔV)	%Drop	Drop (ΔV)	%Drop
bus 1 - bus 3	60% - 75%	379.53	284.65	11.51	11.51	30.67	8.07	1.33	0.35
	100% - 80%	406.15	304.61	6.37	6.37	30.00	7.89	0.96	0.25

Seminar Nasional Kelautan XIV

"Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

	100% - 100%	358.08	268.56	1.36	1.36	26.33	6.93	0.96	0.25
	110% - 110%	401.96	301.47	9.79	9.79	30.00	7.89	0.96	0.25
bus 2 - bus 3	60% - 75%	118.24	88.68	6.37	6.37	31.00	8.16	1.02	0.27
	100% - 80%	160.19	120.15	6.37	6.37	31.00	8.16	0.96	0.25
	100% - 100%	170.21	127.65	1.36	1.36	27.00	7.11	0.96	0.25
	110% - 110%	176.88	132.66	9.79	9.79	30.67	8.07	0.96	0.25
bus 3 - bus 4	60% - 75%	120.90	90.67	1.93	1.93	31.00	8.16	1.02	0.27
	100% - 80%	175.70	131.78	12.04	12.04	31.00	8.16	0.96	0.25
	100% - 100%	141.85	106.39	5.13	5.13	27.00	7.11	0.96	0.25
	110% - 110%	171.03	128.27	16.42	16.42	30.67	8.07	0.96	0.25
bus 3 - bus 5	60% - 75%	311.11	233.33	1.93	1.93	31.00	8.16	1.32	0.35
	100% - 80%	290.71	218.03	12.04	12.04	30.33	7.98	0.96	0.25
	100% - 100%	352.51	264.38	5.13	5.13	26.67	7.02	0.96	0.25
	110% - 110%	265.37	199.03	16.42	16.42	29.67	7.81	0.96	0.25

Tabel 1 memperlihatkan hasil dari pengolahan data yang didapat pada skenario 1 (2 *Generator Thruster*, 2 *Bow Thruster*). Pada skenario ini terdapat empat variasi pembebanan, dapat dilihat bahwa losses daya yang ditimbulkan pada masing-masing jalur transmisi tenaga setiap variasi pembebanan yang ada bahwa losses yang paling besar terjadi pada variasi pembebanan 110%-110% dan 100%-80% besarnya losses yang timbul pada variasi pembebanan 110%-110% setiap jalurnya sebesar 9,79% hingga yang terbesar 16,42%, sedangkan pada variasi pembebanan 100%-80% besarnya losses yang terjadi sebesar 6,37% hingga yang terbesar adalah 12,04%. Besarnya tegangan jatuh yang terjadi pada masing- masing jalur transmisi tenaga lebih dari standard yang diperbolehkan menurut IEC yaitu kurang dari 5%. Terjadinya jatuh tegangan diakibatkan oleh impedansi (Z) yang timbul pada rangkaian sistem dan akibat pembebanan yang dilakukan pada setiap variasi pembebanan sedangkan rugi daya dapat terjadi akibat adanya pembebanan yang besar dan juga akibat resistansi (R) atau hambatan yang timbul pada jalur transmisi. Besarnya hambatan pada sebuah kabel dipengaruhi oleh besarnya penampang (A), panjang dari kabel (L), dan hambatan jenis yang dimiliki oleh kabel yang digunakan pada rangkaian kelistrikan.

Tabel 2. Hasil pengolahan data pada skenario 2 (1 *Diesel Generator*, 1 *Generator Thruster*, 2 *Bow Thruster*)

Jalur Transmisi	Variasi Pembebanan	Daya		Loses Daya (%)		Pengukuran		Perhitungan	
		P (W)	Q (VAr)	P	Q	Drop (ΔV)	%Drop	Drop (ΔV)	%Drop
bus 1 - bus 3	75% - 75%	414.79	311.09	11.02	11.02	3.67	0.96	0.96	0.25
	80% - 80%	441.90	331.42	20.46	20.46	3.33	0.88	0.96	0.25
	85% - 85%	438.38	328.78	1.11	1.11	7.33	1.93	0.96	0.25
bus 2 - bus 3	75% - 75%	794.36	595.77	11.02	11.02	4.33	1.14	0.96	0.25
	80% - 80%	863.89	647.92	20.46	20.46	4.00	1.05	0.96	0.25
	85% - 85%	679.04	509.28	1.11	1.11	8.00	2.11	0.96	0.25
bus 3 - bus 4	75% - 75%	76.35	57.26	56.14	56.14	4.33	1.14	0.96	0.25
	80% - 80%	140.67	105.50	49.90	49.90	4.00	1.05	0.96	0.25
	85% - 85%	149.48	112.11	47.83	47.83	8.00	2.11	0.96	0.25
bus 3 - bus 5	75% - 75%	395.58	296.69	56.14	56.14	6.00	1.58	0.96	0.25
	80% - 80%	379.66	284.74	49.90	49.90	4.67	1.23	0.96	0.25
	85% - 85%	427.06	320.30	47.83	47.83	8.67	2.28	0.96	0.25

Tabel 2 memperlihatkan hasil dari pengolahan data yang didapat pada skenario 1 (2 *Generator Thruster*, 2 *Bow Thruster*). Pada skenario ini terdapat tiga variasi pembebanan, dapat dilihat bahwa losses daya yang terjadi pada sistem pada jalur transmisi bus 3 ke bus 4 dan bus 5 mencapai 47,83% hingga 56,14% hal tersebut terjadi akibat ketersediaan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) yang dibangkitkan oleh generator sangatlah besar, namun kebutuhan dari beban pada motor *thruster* 1 (bus 4) untuk setiap variasi pembebanan sebesar 76,35 watt hingga 149,48 watt untuk daya aktif dan kebutuhan daya reaktif 57,26 VAr hingga 112,11 VAr. Besarnya tegangan jatuh yang terjadi pada masing-masing jalur transmisi telah memenuhi standard yang diperbolehkan menurut IEC yaitu kurang dari 5%. Jatuh tegangan yang terjadi pada skenario ini paling besar 2,28% hal ini diakibatkan karena generator yang di asumsikan sebagai generator diesel memiliki suplai tegangan yang baik dan efisien dalam pembangkitannya.

KESIMPULAN

Setelah melakukan uji laboratorium dan pengolahan data hasil uji laboratorium diambil kesimpulan nilai daya aktif (P) dan reaktif (Q) yang telah di ambil pada skenario 1 terjadi rugi daya 6,37% hingga 16,42% dan pada skenario 2 rugi daya yang terjadi sebesar 11,02% hingga 56,14%. Pada skenario 2 rugi daya yang sangat besar diakibatkan pembangkitan daya yang mencapai 794,36 watt (daya aktif) sedangkan kebutuhan daya yang di serap oleh beban hanyalah 149,48 watt (daya aktif) maka dari itu rugi daya yang terjadi pada sistem menjadi sangat besar. pada skenario 1 besarnya tegangan jatuh pada sistem pada masing-masing skenario setiap variasi sebesar 7,11% hingga 8,16% yang berarti masih belum memenuhi standard yang diperbolehkan oleh IEC yaitu kurang dari 5%. Pada skenario 2 nilai jatuh tegangan yang terjadi pada setiap variasi pembebanan telah memenuhi standard yang diperbolehkan oleh IEC, tegangan jatuh yang terjadi pada skenario 2 sebesar 0,88% hingga 2,28%. Perbaikan yang harus dilakukan pada skenario 1 adalah pemasangan kapasitor atau penggantian kabel karena besarnya jatuh tegangan dan rugi daya bisa disebabkan oleh resistansi (R) yang ditimbulkan pada kabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib Gustian Nigara & Yohanes Primadiyono. (2015). Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal menggunakan Software ETAP Power Station 4 . 0. *Teknik Elektro*, 7(1), 2–5. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/140428-ID-analisis-aliran-daya-sistem-tenaga-listr.pdf>
- Cerqueira, J. F., Corrêa, J. F., Lepkison, H., Bittencourt, A. C., Schnitman, L., & Jesus, A. B. (2002). Development of an Intelligent Distributed Management System for Automated Wells (SGPA). *Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, 2361–2371. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-1142302985&partnerID=40&md5=fdaa17b3c020d6e06bb993f0d67df5e5>
- classification of dynamics positioned vessels IMO.pdf. (n.d.).
- Darwanto, R., Arifin, A. Z., & Ciptaningtyas, H. T. (n.d.). Klasifikasi Online Dokumen Berita Dengan Menggunakan Suffix Tree Clustering. *Klasifikasi Online Dokumen Berita Dengan Menggunakan Suffix Tree Clustering*, 1–8.
- Elektro, J. T., Lhokseumawe, P. N., & Beban, K. (2014). Analisis Aliran Daya Tak Seimbang Pada Jaringan Distribusi Radial, (November), 1–7.
- Holvik, J. (1998). Basics of Dynamic Positioning Basics of DP - Definition : Basics of DP (model based systems).
- Prasetya, A. P., Hamid, A., & Nakhoda, Y. I. (2012). Analisis Perbandingan Sistem Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Wendit Malang. *Jurnal Elektro ELTEK*, 3(1).