

ANALISIS PENGARUH SAIL dan RIGGING TERHADAP STABILITAS KAPAL LAYAR

Jangka Rulianto¹, Anggra Fiveriati¹, Erlina Kusumawati¹

¹Politeknik Negeri Banyuwangi, Jurusan Teknik Mesin
Jalan Raya Jember No.KM13, Kawang, Labanasem, Kec. Kabat, Kabupaten Banyuwangi,
Jawa Timur 68461
Email: Jangka.rulianto@poliwangi.ac.id

Abstrak

Kapal layar merupakan jenis kapal dengan penggerak utama berupa layar yang memanfaatkan hembusan angin untuk menghasilkan gaya dorong sehingga mampu melaju sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Meskipun jenis penggerak layar sudah ditemukan sejak dahulu kala, namun penelitian tentang layar serta pengaruhnya terhadap kapal layar sangat jarang sekali dilakukan. Pada umumnya penelitian hanya berfokus pada perhitungan luasan layar agar kapal layar mampu melaju sesuai dengan kecepatan yang diinginkan tanpa mempertimbangkan hal lain yang mungkin terjadi pada kapal layar apabila layar digunakan. Oleh karena itu maka peneliti bermaksud meneliti analisa gaya pada layar dengan variasi sail and ringing serta pengaruhnya terhadap stabilitas kapal layar. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dengan mempertimbangkan kondisi angin pada daerah pesisir Banyuwangi, maka didapatkan hasil analisa data sebagai berikut diantaranya adalah ukuran utama sailboat yang sesuai adalah memiliki panjang 5 meter, lebar 2meter dan tinggi 1meter serta kedalaman sarat air sebesar 0,5 meter. Kondisi arah angin yang terbaik adalah pada saat berada pada 180^o atau bertiup dibelakang kapal layar. Kecepatan angin yang optimum bisa digunakan adalah 30 Knot atau 15 m/s. Serta heeling degree maksimum yang bisa ditoleril sebelum kapal layar terbalik adalah sebesar 25 arah port side maupun *starboard*.

Kata Kunci: Desain, Kapal layar, Layar, Tiang, Stabilitas

Abstract

Sailing ship is a type of ship with the main propulsion in the form of a sail that utilizes wind gusts to generate thrust so that it can go according to the desired speed. Although the type of sail propulsion has been discovered a long time ago, research on sails and their effects on sailing ships is very rarely carried out. In general, research only focuses on calculating the area of sails so that sailing ships can go at the desired speed without considering other things that might happen to sailing ships when sails are used. Therefore, the researcher intends to examine the analysis of the force on the sail with sail and ringing variations and their effect on the stability of the sailing ship. Based on the results of the research conducted, taking into account the wind conditions in the Banyuwangi coastal area, the results of the data analysis are as follows, including the main size of the appropriate sailboat, which is 5 meters long, 2 meters wide and 1 meter high and a draft depth of 0.5 meters. The best wind direction conditions are when it is at 180° or blowing behind a sailing ship. The optimum wind speed that can be used is 30 Knots or 15 m/s. And the maximum heeling degree that can be tolerated before the sailing ship capsizes is 25 towards the port side or *starboard*.

Keywords : Design, Sailing Ship, Mast, Stability, Sail

1. PENDAHULUAN

Kapal layar merupakan armada laut yang dibangun dengan tujuan mengangkut manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pada saat ini kapal layar sudah banyak menggunakan mesin sebagai daya penggeraknya berbeda dengan zaman dahulu yang masih menggunakan layar dengan tenaga angin sebagai tenaga pendorong kapal layar. Namun pada perkembangan era globalisasi saat ini berdampak pada kebutuhan konsumsi energi yang semakin

meningkat, contohnya penggunaan bahan bakar untuk mesin pendorong kapal layar.

Maka untuk menyalahi hal tersebut tidak banyak yang menggunakan kembali layar sebagai propulsi utama atau propulsi pembantu motor untuk mendorong kapal layar. Kapal layar menggunakan layar ada yang dijadikan sebagai kapal layar wisata maupun kapal layar nelayan, yang layarnya berfungsi ataupun hanya sebagai estetika saja.

Umumnya kapal layar berlayar akan selalu berhadapan dengan cuaca yang selalu berubah-ubah, kadang buruk dan kadang baik. Diharapkan dalam keadaan apapun kapal layar tetap *survive* (tetap dapat beroperasi)

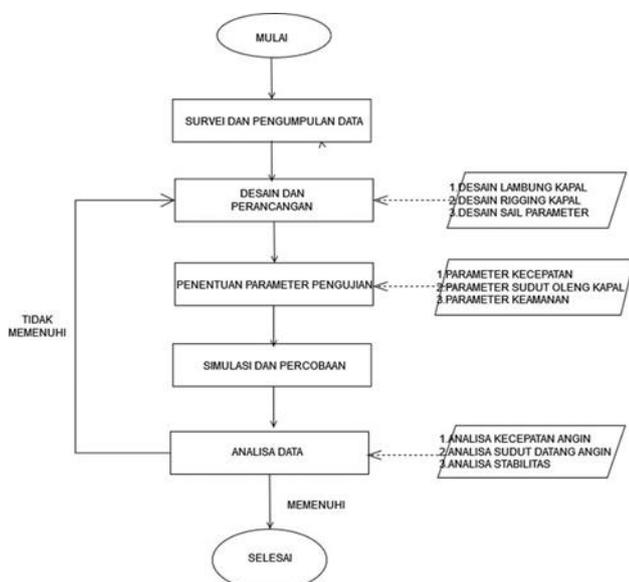
untuk menghadapi hal tersebut. Namun kenyataannya tidak semua kapal layar mampu bertahan menghadapi kondisi buruk tersebut, khususnya jenis kapal layar layar.

Besarnya hambatan dari luar yang diterima oleh kapal layar dapat menyebabkan kapal layar oleng, tentunya kondisi demikian sangat mempengaruhi stabilitas kapal layar dan dapat menurunkan performa dari kapal layar itu sendiri. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut pada penelitian ini penulis mencoba untuk melakukan analisa gaya yang terjadi pada layar dengan variasi *sail* dan *rigging* serta pengaruhnya terhadap stabilitas kapal layar.

2. METODE

2.1 Tahap Penelitian

Untuk mendapatkan hasil data baik, serta benar benar dapat diterapkan dalam industri manufaktur kapal layar layar, maka harus disusun metodologi penelitian. Adapun susunan metodologi penelitian terlampir pada bagian dibawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Validasi eksperimen dilakukan dengan rancangan sebagai mana yang ditampilkan pada Gambar 3.1

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

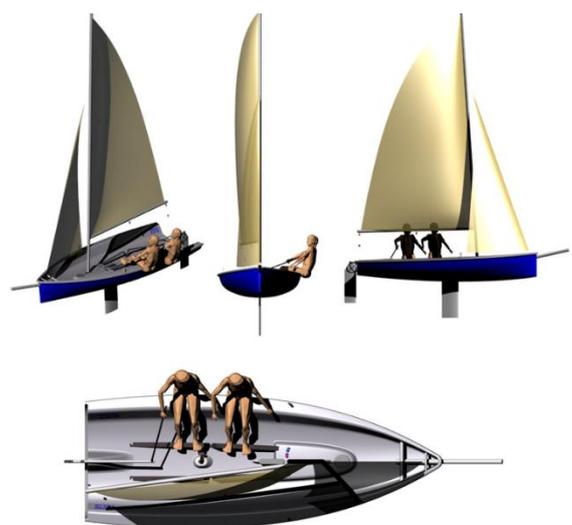
- a. Digital Anemometer
- b. Digital Anemometer
- c. Perangkat lunak Maxsurf VPP, Solidword dan Fluent/ANSYS
- d. Kayu Balsa, Resin, Fiber, Kain Parasut, Tongkat, Pylog.

2.3 Desain Eksperimen

Variabel proses pada penelitian ini adalah Kecepatan dan arah datangnya angin. Untuk kecepatan angin yang direncanakan adalah 3 m/s; 4 m/s dan 5 m/s. Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini akan dijelaskan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Variabel Proses pada Penelitian

Variabel Proses	1	2	3
Kecepatan Angin (m/s)	3	4	5
Sudut Datang Angin	0°, 15°, 30°, 45°, 90°	0°, 15°, 30°, 45°, 90°	0°, 15°, 30°, 45°, 90°

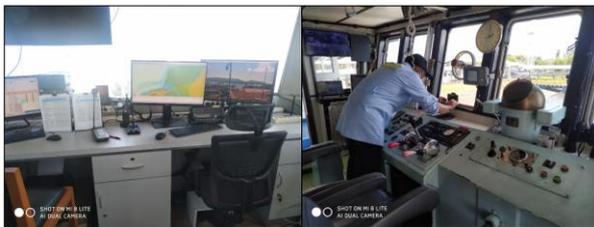


Gambar 2. Desain Umum Kapal Layar Layar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Survei Kondisi Perairan Selat Bali.

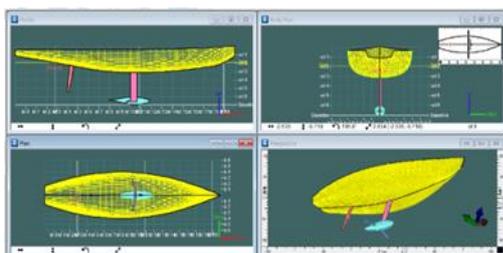
Tahapan awal sebelum melakukan perancangan sailing boat adalah mengetahui terlebih dahulu kondisi perairan tempat sailing boat akan dioperasikan, adapun tahapan survey kondisi perairan dilakukan dalam dua tahapan yaitu melalui stasiun BMKG Kelas III Banyuwangi dan VTS Pelabuhan Gilimanuk serta pengujian langsung padakapal yang beroperasi di area sekitar pelabuhan Ketapang Gilimanuk. Adapun gambaran umum *survey* yang dilakukan untuk mendapatkan data kondisi perairan selat bali adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Survei Kondisi Perairan Selat Bali

3.2 Desain Lambung Kapal layar

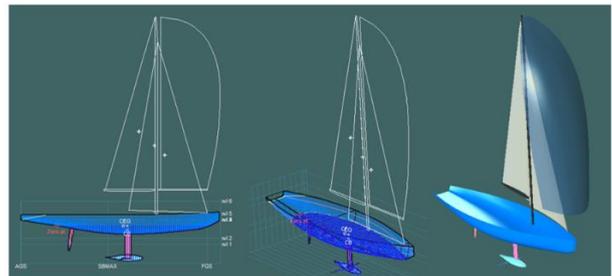
Berdasarkan hasil dari fesybility study dan referensi yang didapatkan pada penelitian sebelumnya, maka peneliti menentukan ukuran utama prahu layar yang akan dianalisa seperti panjang, lebar, tinggi dan sarat air. Selain itu, Faktior kondisi perairan dan angin yang cukup tidak setabil, maka peneliti menambahkan strud pada bagian lambung bawah lambung prahu cukup panjang, serta memberikan tambahan bentuk *cone bulb* dan sirip pada bagian bawah agar menambah kestabilan kapal layar apabila diterpa angin kencang. Adapun gambaran umum desain prahu layar yang akan dianalisa adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Desain Sailing Boat

3.3 Desain Layar

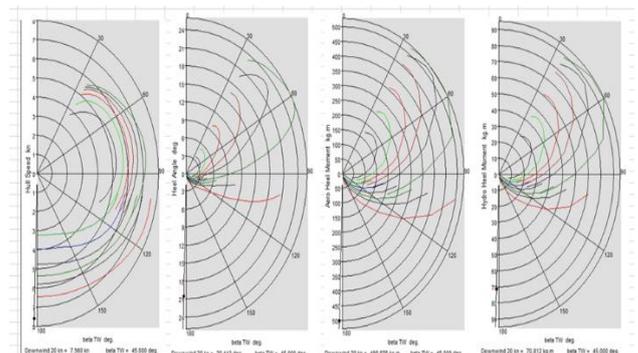
Bentuk layar ditentukan berdasarkan kebutuhan kecepatan prahu yang diinginkan serta kecepatan rata rata angin yang didapatkan dari hasil pengamatan intensitas angin selama beberapa tahun. Adapun prinsip utama dalam merancang layar ini adalah menggunakan gaya hambaht dan gaya gerak kedepan akibat dari gaya angina dari belakang. Adapun desain bentuk layar dan ukurannya disajikan pada gambar berikut :



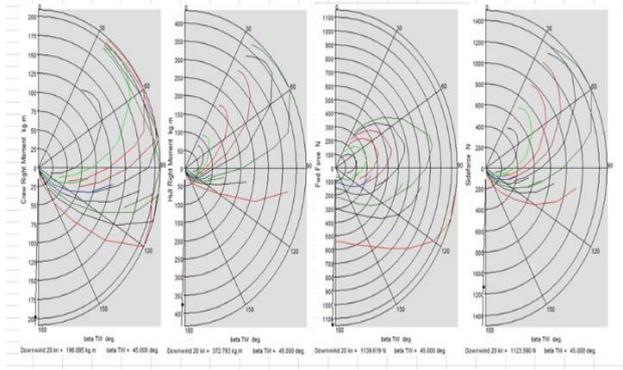
Gambar 5. Desain Sailing dan Rigging

3.4 Stabilitas kapal layar layar

Stabilitas pada kapal layar layar merupakan hal utama yang harus diperhatikan karena berkaitan langsung dengan keselamatan saat kapal layar berlayar. Adapun beberapa kondisi stabilitas yang harus diperhatikan adalah kondisi stabilitas dengan parameter perubahan sudut angin dan kondisi stabilitas saat terjadi perubahan kecepatan angina. Adapun Hasil analisa stabilitas kapal layar adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Hull Speed, HellAngel, Aero Hell Moment, Hydro Hell Moment

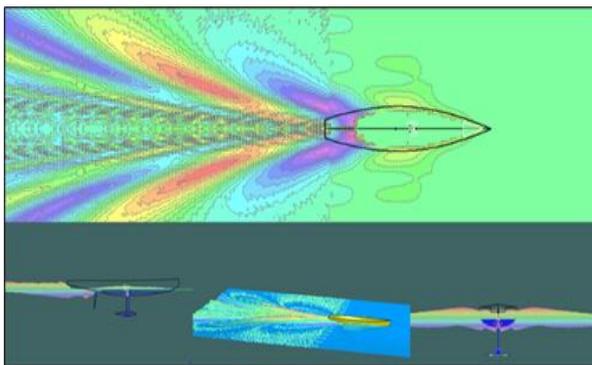


Gambar 7. Crew and Hull Right Moment, Fwd Force, Side Force

3.5 Kecepatan Kapal layar

Kecepatan pada kapal layar layar secara spesifik sangat bergantung pada kecepatan angin, sudut datangnya angin serta arah kemiringan layar. Adapun tahapan dalam menentukan kecepatan layar adalah sebagai berikut:

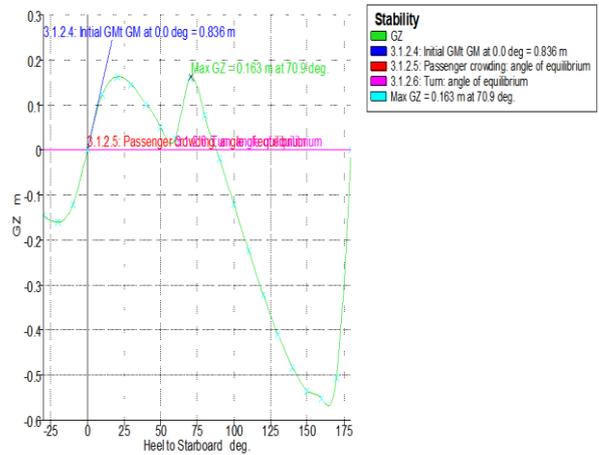
1. Tentukan kondisi angina di area perairan tempat kapal layar berlayar.
2. Tentukan dimensi layar yang digunakan dengan menentukan target prediksi kecepatan kapal layar.
3. Lakukan analisa hambatan kapal layar layar dengan memasukkan parameter kecepatan angina dan arah angina
4. Lakukan evaluasi berdasarkan hasil analisa hambatan dan kecepatan kapal layar



Gambar 8. Hasil Pengujian Hambatan Kapal Layar

3.6 Analisa Stabilitas

Hasil analisa stabilitas kapal adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Analisa Stabilitas Kapal

Tabel 2. Analisa Stabilitas Kapal

Item Name	Quantity	Unit Mass kg	Total Mass kg	Unit Volume m ³	Total Volume m ³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM kg.m	FSM Type
Lightship	1	200.0	200.0			2.800	0.000	0.000	0.000	User Specified
Driver	1	80.0	80.0			3.000	0.000	0.000	0.000	User Specified
Sail and Rigging	1	50.0	50.0			2.800	0.000	2.000	0.000	User Specified
Cone	1	20.0	20.0			2.800	0.000	-1.000	0.000	User Specified
Total Loadcase			350.0	0.000	0.000	2.846	0.000	0.229	0.000	
FS correction								0.000		
VCG fluid								0.229		

Tabel 3. Analisa Stabilitas Kapal Berdasarkan Kriteria

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	31.513	m.deg	36.986	Pass	+17.37
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	51.566	m.deg	49.425	Pass	-4.15
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	17.189	m.deg	12.439	Pass	-27.64
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.163	Pass	-18.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	70.9	Pass	+183.64
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMt	0.150	m	0.836	Pass	+457.33
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.5: Passenger crowding: angle of equilibrium	10.0	deg	0.0	Pass	+100.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.6: Turn: angle of equilibrium	10.0	deg	0.0	Pass	+100.00

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa penelitian, didapatkan bahwa kapal layar layar dengan ukuran panjang 5 meter, lebar 2 meter dan tinggi 1 meter, serta ukuran layar panjang 2 meter, tinggi 4 meter dan diapater span 3 meter sangat cocok dengan kondisi perairan di sekitar pesisir Banyuwangi dengan kecepatan optimum yang diijinkan adalah 30 knot arah 180^0 atau dibelakang kapal layar. Adapun kemiringan maksimum kapal layar yang diijinkan adalah 25^0 arah *portside* ataupun *starboard*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kepada seluruh tim peneliti kami ucapkan banyak terimakasih atas kontribusi dalam penelitian ini. Kepada Jurusan Teknik Mesin yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Saputro, P. Manik, and E. S. Hadi, "Studi Perancangan Kapal Layar Layar Katamaran Sebagai Kapal Layar Pariwisata Di Kepulauan Seribu," *Jurnal Teknik Perkapal layaran*, vol. 2, no. 3, pp. 1–5, Aug. 2014.
- [2] M. Viola, S. Bartesaghi, T. Van-Renterghem, and R. Ponzini, "Detached Eddy Simulation of a sailing yacht," *Ocean Engineering*, vol. 90, pp. 93–103, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.OCEANENG.2014.07.019.
- [3] Y. Yoshimura, "A Prospect of Sail-Assisted Fishing Boats," *Fisheries Science*, vol. 68, pp. 1815–1818, 2002, doi: 10.2331/FISHSCI.68.SUP2_1815.
- [4] K. Graf, A. v. Hoeve, and S. Watin, "Comparison of full 3D-RANS simulations with 2D-RANS/lifting line method calculations for the flow analysis of rigid wings for high performance multihulls," *Ocean Engineering*, vol. 90, pp. 49–61, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.OCEANENG.2014.06.044.
- [5] Andilala, W. Amiruddin, and A. W. Budi Santosa, "Analisa Beban Muatan Maksimum Yang Diperbolehkan Untuk Keselamatan Penumpang Pada Kapal layar Kharisma Jaya," *Jurnal Teknik Perkapal layaran*, vol. 5, no. 4, pp. 792–799, Oct. 2017.
- [6] P. Wakidjo, *Stabilitas Kapal layar*, 2nd ed., vol. 2. Jakarta, 2AD.
- [7] "Flotation and stability," *The Maritime Engineering Reference Book*, pp. 75–115, Jan. 2008, doi: 10.1016/B978-0-7506-8987-8.00003-2.
- [8] M. W. Whittle, "Three-dimensional motion of the center of gravity of the body during walking," *Human Movement Science*, vol. 16, no. 2–3, pp. 347–355, Apr. 1997, doi: 10.1016/S0167-9457(96)00052-8.
- [9] D. Motta, R. G. J. Flay, P. J. Richards, D. J. L. Pelley, J. Deparday, and P. Bot, "Experimental investigation of asymmetric spinnaker aerodynamics using pressure and sail shape measurements," *Ocean Engineering*, vol. 90, pp. 104–118, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.OCEANENG.2014.07.023.
- [10] R. Leloup, K. Roncin, G. Bles, J. B. Leroux, C. Jochum, and Y. Parlier, "Kite and classical rig sailing performance comparison on a one design keel boat," *Ocean Engineering*, vol. 90, pp. 39–48, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.OCEANENG.2014.06.043.