

PENGEMBANGAN MODEL MATEMATIKA LEAST SQUARE METHOD (METODE KUADRAT TERKECIL) TERHADAP BENTUK BADAN KAPAL IKAN

Raffles Willy Ompusunggu¹, Ali Munazid¹

¹⁾ Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hang Tuah Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim No. 150, Surabaya 60111

raffles.wo@hangtuah.ac.id

Abstrak: Pembangunan pada dunia perkapalan dilakukan perhitungan secara matematis untuk membuat bentuk badan kapal yang baik. Lengkungan bentuk badan kapal yang baik haruslah streamline. Untuk itu, kapal ikan 5 GT yang berada di pesisir Brondong akan dilakukan perhitungan secara matematis pada lengkungan *body plan* dengan menggunakan *Least Square Method* (Metode Kuadrat Terkecil) yang menghasilkan sebuah fungsi matematika setiap station, dimana fungsi ini akan meminimalisir nilai/harga antara lengkungan station sebelum dilakukan perhitungan matematis dengan lengkungan station sesudah dilakukan perhitungan secara matematis dan dapat dibuat model matematikanya dengan menentukan titik koordinat x dan y. Titik x akan mewakili sarat kapal ikan dalam satuan meter sedangkan titik y akan mewakili setengah lebar kapal ikan dalam satuan meter. Fungsi matematika yang memiliki nilai/harga paling mendekati nilai sebenarnya (dikatakan layak jika nilai fungsi harus kurang dari 5% dari nilai sebenarnya dengan koreksi kelayakan menggunakan *NRMSE*), tergantung pada jumlah dari pangkat ke-n/ordo. Jika ordo ke-n semakin besar maka nilai/harga semakin kecil atau mendekati nilai sebenarnya (< 5%).

Kata kunci: Least Square Method, Model Matematika, NRMSE, Kapal Ikan

PENDAHULUAN

Kapal perikanan adalah kapal perahu atau alat apung lain yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, budidaya ikan, pengangkut ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan dan penelitian/eksplorasi perikanan (Soekarsono N.A., 1995). Kapal perikanan adalah kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumberdaya perairan, serta penggunaan sumber daya perairan, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumber daya perairan (Nomura, Yamazaki, 1977). Kapal perikanan adalah kapal yang dibangun untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan usaha penangkap ikan dengan ukuran, rancangan bentuk dek, kapasitas muat, akomodasi, emsin serta berbagai perlengkapan yang secara keseluruhan disesuaikan dengan fungsi dalam rencana operasi. (Fyson J, 1985).

Di Indonesia bentuk badan kapal penangkap ikan itu berbeda di tiap daerahnya dan memiliki ciri khas masing-masing. Para pengrajin kapal di tiap daerah masih membuat kapal dengan mengandalkan ilmu pengetahuan pembuatan kapal secara turun-temurun dari nenek moyang, artinya kapal-kapal tersebut dibangun berdasarkan pengalaman tanpa perhitungan-perhitungan yang pasti sebagaimana layaknya pembuatan kapal secara modern. Pembuatan kapal secara tradisional biasanya tidak didasari pada perencanaan dan perhitungan yang jelas sehingga dalam pembuatannya selalu ada perubahan karakteristik pada bentuk kapal (Tangke, 2009), dan tentu saja kemampuan kapal saat beroperasi di laut.

Kapal penangkap ikan di daerah Brondong Lamongan sebagai salah satu contohnya. Lambung yang gemuk (*Coefficient Block/ Cb* besar) merupakan ciri khas dari kapal penangkap ikan di Brondong. Nilai *Cb* sendiri merupakan koefisien bentuk lambung kapal, dimana jika nilai *Cb* kecil maka kapal tersebut akan bergerak cepat sedangkan kapal dengan nilai *Cb* yang besar atau mendekati 1,0 merupakan kapal yang bergerak dengan kecepatan yang lambat. (Tangke,

2009). Bentuk badan kapal juga dipengaruhi oleh beberapa parameter: 1) Ukuran utama kapal (Displacement, L, B, H, T), 2) Perbandingan ukuran utama (L/B , B/T , $L/V^{1/3}$), 3) Koefisien bentuk badan kapal (C_b , C_w , C_m , C_p) (Harvald, 1983).

Dari metodologi proses pembuatannya adalah bahwa kapal yang dibuat oleh galangan tradisional di Brondong tidak berdasarkan perencanaan dan desain kapal yang di jadikan acuan dalam pembuatan kapal, sehingga pemilik kapal tidak memiliki dokumentasi desain dan ukuran kapal.

Karena proses pembuatan kapal ikan di Brondong tidak menggunakan perencanaan, maka salah seorang peneliti (Permana et al., 2019), (Rohmad K., 2019) melakukan observasi ke galangan yang ada di Brondong dan mengumpulkan data ukuran utama kapal dari beberapa kapal ikan yang sudah jadi, yang selanjutnya akan di buatkan *lines plane* menggunakan software *Autocad* dan pemodelan menggunakan *Maxsurf*.

Dari pengumpulan data ukuran utama kapal dan pemodelan bentuk kapal ikan 5 GT di Brondong menghasilkan titik koordinat control point pada tiap-tiap station kapal. Plotting koordinat badan kapal secara langsung akan dihasilkan oleh kurva lengkungan bentuk badan kapal yang kurang mulus, di karenakan lengkungan bentuk kurva lambung badan kapal ikan tidak di lakukan pendekatan dengan fungsi matematika.

Fungsi least square approximation method atau yang lebih dikenal dengan metode pendekatan kuadrat terkecil merupakan salah satu pendekatan yang paling penting di dunia keteknikan untuk: a. regresi ataupun pembentukan persamaan dari titik-titik data diskretnya (dalam pemodelan), dan b. analisi sesatan pengukuran (dalam validasi model).

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian merupakan gambaran atau langkah-langkah dari penelitian yang disusun secara terperinci dan sistematis, dimana pencakupan metode penelitian ini dimulai dari persiapan, studi pustaka dan studi lapangan, data koordinat bentuk kapal, analisa data dan perhitungan, model matematika, nrmse, kesimpulan, berhenti yang akan di jelaskan seperti berikut:

Studi Pustaka dan Lapangan

Studi Pustaka dalam penelitian ini merupakan kegiatan untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan penelitian pengembangan metode least squared terhadap bentuk badan kapal ikan. Informasi ini bersumber dari beberapa karya ilmiah (skripsi), Modul, Wikipedia, Buku, Artikel (jurnal), dan Prosiding seminar. Sedangkan Studi lapangan dalam penelitian ini merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengukur badan kapal penangkap ikan yang akan menghasilkan ukuran utama kapal, dan selanjutnya dibuat linesplan. Kapal penangkap ikan yang diukur yaitu kapal penangkap ikan berukuran 5 GT di perairan Brondong kabupaten Lamongan, dimana pengukuran kapal penangkap ikan ini sudah diukur dan dibuat linesplannya pada penelitian sebelumnya (Permana et al. 2018) dan (Rohmad K. 2019).

Koordinat Bentuk Badan Kapal

Setelah melakukan studi pustaka dan studi lapangan, maka didapatlah data koordinat bentuk kapal yang berbentuk titik-titik koordinat x dan y dari masing-masing kapal penangkap ikan. Pada data koordinat bentuk kapal, titik x dan y hanya ditentukan untuk 2 kapal penangkap ikan dengan jumlah station dihitung setiap station yang berada antara *baseline* (garis dasar kapal) sampai dengan Sarat maksimum kappa ($T/draft$). Titik x menunjukan pada sarat kapal, sedangkan titik y menunjukan pada lebar kapal.

Analisa Data dan Model Matematika

Pada tahap ini dilakukan perhitungan hasil dari penentuan titik x dan y, dengan menggunakan fungsi matematika *least square method*. Langkah pada tahap ini diuraikan seperti berikut: a) Titik x dan y ; b) Least Square Method ; c) Eliminasi Guass Jordan dan d) Fungsi Matematika (dimasukkan kedalam model). Selanjutnya hasil dari perhitungan manual, akan di buat model matematikanya. Dimana model ini menampilkan perbandingan antara grafik station yang belum di lakukan fungsi matematika dengan grafik station yang sudah di lakukan fungsi matematika menggunakan *least square method* (metode kuadrat terkecil). Di dalam grafik tersebut akan diketahui fungsi matematikanya, error (kesalahan), dan luasan kurva.

NRMSE

Pada tahap ini hasil dari analisa dan model matematika di ukur kebenarannya. Seberapa besar *error* yang dihasilkan akan menentukan kelayakan model matematika. Model dikatakan layak jika hasilnya < 5% (range 0-1), dimana hasil tersebut semakin mendekati nol maka semakin baik. jika gagal maka pangkat (n-1) akan ditambah lebih besar. Metode ini dikatakan tidak layak digunakan jika sudah di lakukan percobaan minimal sebanyak Ordo/ Pangkat ke-4, dan hasilnya > 5%. Formula NRMSE seperti pada persamaan-1

$$NRMSE = \frac{RMSE}{(X_{obs,max} - X_{obs,min})} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Brondong adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kecamatan ini berjarak 50 kilometer dari ibu kota kabupaten Lamongan ke arah utara seperti pada gambar-1. Dilihat dari keadaan geografis, daerah bagian pantai Brondong ini sangat cocok untuk budidaya ikan (tambak udang, ikan kerapu, dan bandeng) serta usaha penangkapan ikan di laut oleh nelayan. Hasil laut yang sudah ditangkap oleh nelayan akan diperjual belikan di beberapa Tempat Pelelangan Ikan (TPI). TPI terbesar di lamongan terdapat di Dusun Brondong, Kecamatan Brondong, dimana TPI ini salah satu pusat perikanan terbesar di Indonesia. adapun data ukuran kapal seperti pada tabel 1 berikut.



Gambar 1. TPI Brondong Lamongan (Sumber: Google Maps, 2019)

Tabel 1. Data Kapal yang ada di TPI Brondong.

No	Nama Kapal	Vol. Displ.	L	B	H	T
1	Putra Mandiri	13,758 M ³	9,50 M	3,1 M	1,2 M	0,95 M
2	Barokah Ilahi 1	13,164 M ³	9,20 M	3,2 M	1,2 M	0,95 M

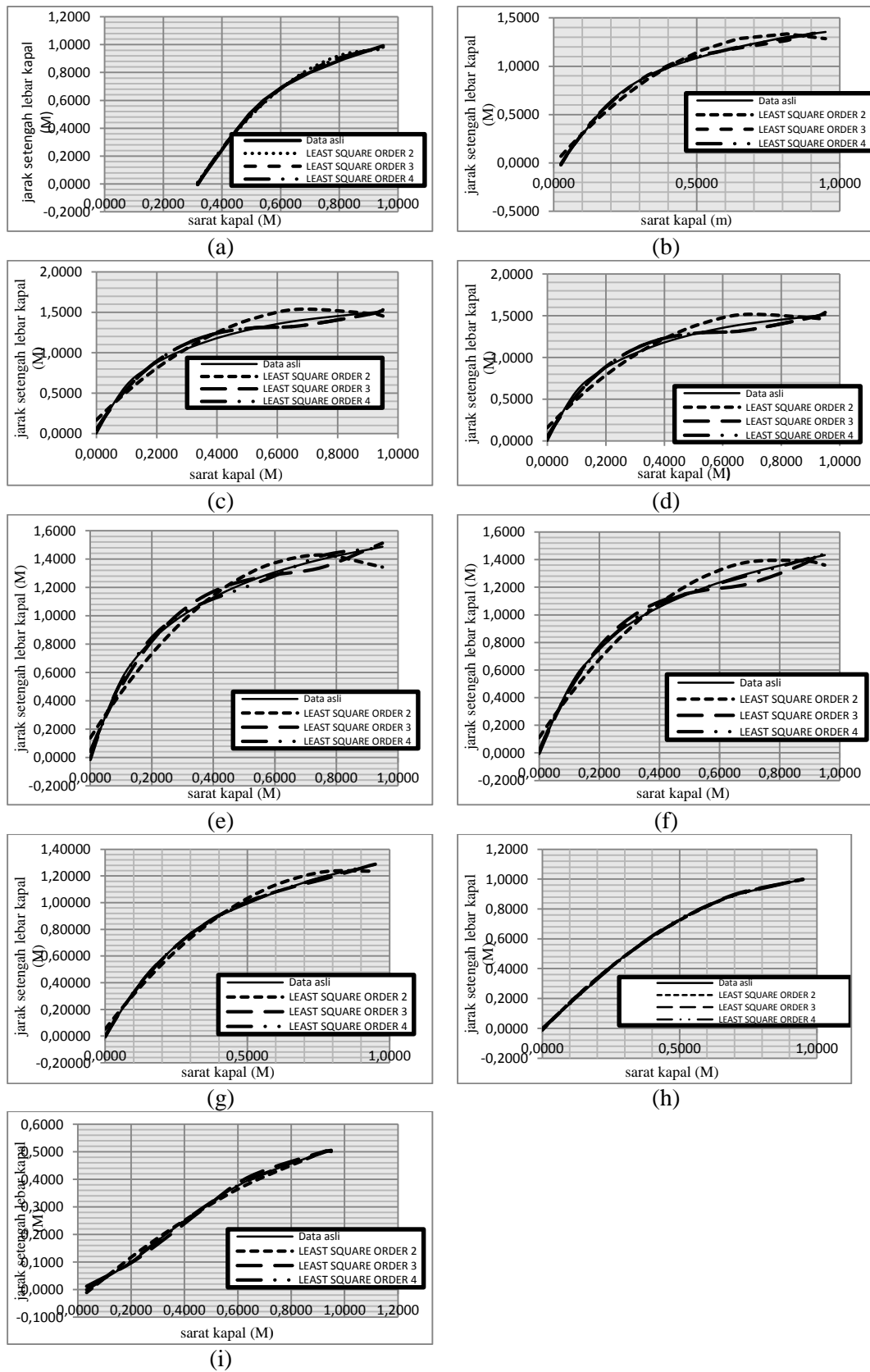
Analisa Data dan Model Matematika

Analisa data dilakukan terhadap titik koordinat (x,y) yang sudah diukur pada *Body Plan*, dengan Pendekatan *Least Square Method* untuk menghasilkan sebuah fungsi matematika. Fungsi matematika bentuk badan kapal setiap station masing-masing kapal seperti pada tabel 2 dan tabel 3:

Tabel 2. Model Matematika Bentuk Station Kapal Barokah Ilahi 1.

Station	Ordo	Model Matematika
2	2	$Y = -1.212 + 4.639x - 2.466x^2$
	3	$Y = -1.5518 + 6.509x - 5.663x^2 + 1.705x^3$
	4	$Y = -1.5603 + 6.506x - 5.482x^2 + 1.320x^3 + 0.220x^4$
3	2	$Y = -0.0158 + 3.3797x - 2.1164x^2$
	3	$Y = -0.1356 + 5.02617x - 6.7134x^2 + 3.26x^3$
	4	$Y = -0.1512 + 5.4481x - 9.18x^2 + 7.8198x^3 - 2.5621x^4$
4	2	$Y = 0.1666 + 3.6958x - 2.4634x^2$
	3	$Y = 0.0493 + 5.8646x - 9.1493x^2 + 4.863x^3$
	4	$Y = -0.1512 + 5.4481x - 9.18x^2 + 7.8198x^3 - 2.5621x^4$
5	2	$Y = 0.1594 + 3.6208x - 2.3845x^2$
	3	$Y = 0.1594 + 3.6208x - 2.3845x^2$
	4	$Y = 0.0083 + 7.2869x - 18.3510x^2 + 22.565x^3 - 10.0952x^4$
6	2	$Y = 0.1377 + 3.416x - 2.26x^2$
	3	$Y = 0.0443 + 5.2609x - 7.7098x^2 + 3.9976x^3$
	4	$Y = -0.013 + 6.9774x - 17.1986x^2 + 20.69x^3 - 9.0247x^4$
7	2	$Y = 0.11 + 3.2334x - 2.0172x^2$
	3	$Y = -0.0034 + 5.3497x - 8.3321x^2 + 4.5734x^3$
	4	$Y = 0.0161 + 5.2224x - 9.3242x^2 + 8.2793x^3 - 2.73x^4$
8	2	$Y = 0.0538 + 2.7490x - 1.5836x^2$
	3	$Y = 0.0028 + 3.6212x - 4.1543x^2 + 1.863x^3$
	4	$Y = -0.0054 + 0.3.8651x - 5.4948x^2 + 4.2128x^3 - 1.2673x^4$
9	2	$Y = -0.0122 + 1.9264x - 0.9061x^2$
	3	$Y = -0.0089 + 1.8743x - 0.7574x^2 - 0.1053x^3$
	4	$Y = -0.0009 + 1.6369x + 0.4913x^2 - 2.2403x^3 + 1.133x^4$
10	2	$Y = -0.0387 + 0.8313x - 0.2682x^2$
	3	$Y = 0.0013 + 0.2885x + 1.1382x^2 - 0.9354x^3$
	4	$Y = -0.0162 + 0.4169x + 1.2209x^2 - 1.7913x^3 + 0.6866x^4$

Berdasarkan model matematika pada tabel 2 pada setiap ordo di bandingkan dengan data sebenarnya di lapangan pada kapal barokah ilahi 1. Hasil perbandingan sebagaimana pada gambar 2.



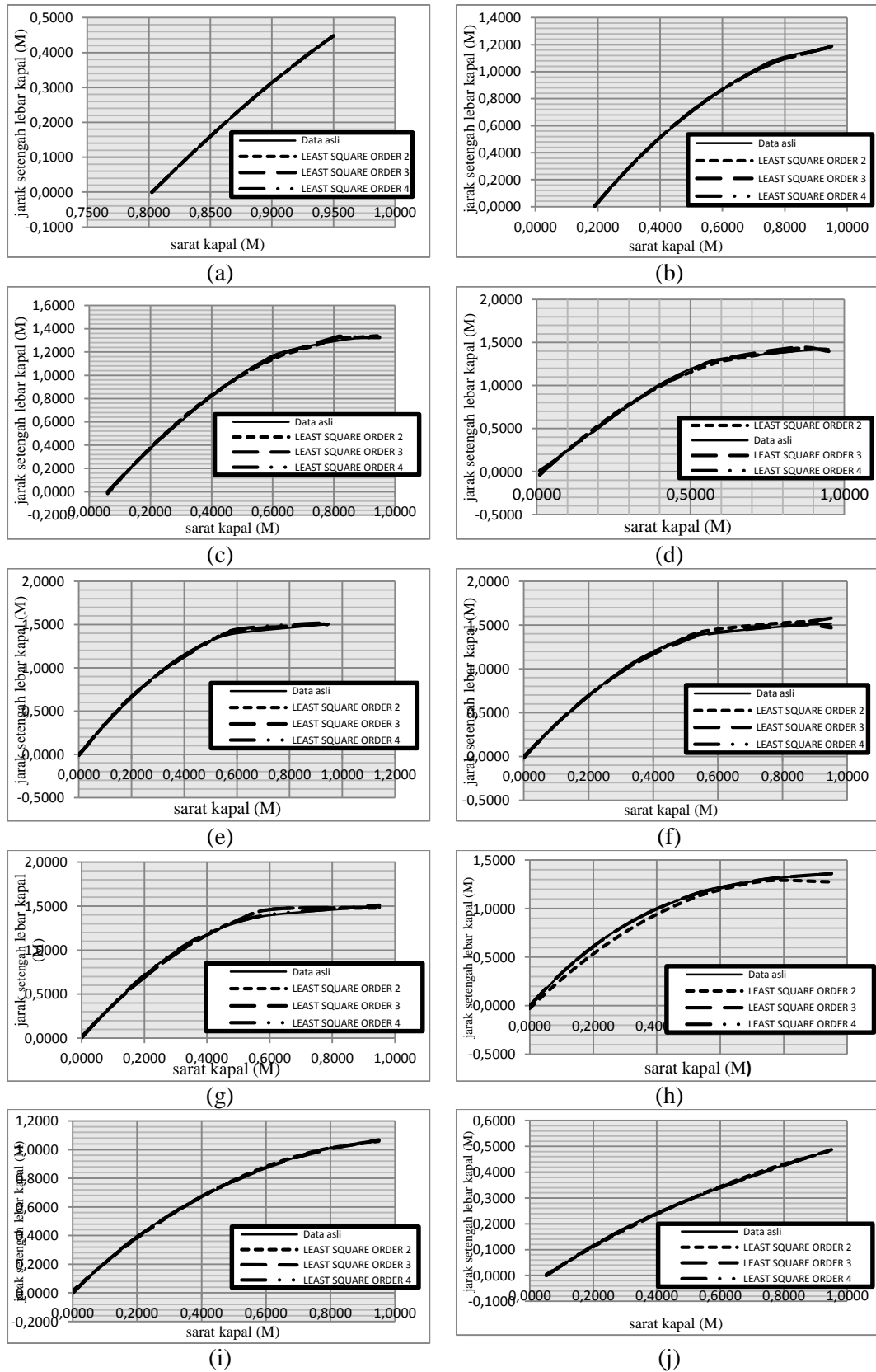
Gambar 2. Grafik bentuk badan kapal kapal barokah ilahi 1 (a) station 2, (b) station 3, (c) station 4, (d) station 5, (e) station 6, (f) station 7, (g) station 8, (h) station 9, (i) station 10.

Pada gambar 2 tersebut, dapat di lihat bahwa perbandingan antara model matematika yang dikembangkan dengan data sebenarnya tidak berbedah jauh pada setiap ordonya dari setiap station, ini menandakan secara umum bentuk badan kapal barokah ilahi 1 dapat didekati dengan model matematika yang dikembangkan dengan metode kuadrat terkecil. Adapun model matematika sebagaimana pada tabel 2.

Tabel 3. Model Matematika Bentuk Station Kapal Putra Mandiri 1.

Station	Ordo	Model Matematika
1	2	$Y = -5.139 + 9.243x - 3.539x^2$
	3	$Y = 0.649 - 10.670x + 19.253x^2 - 8.679x^3$
	4	$Y = 20.178 - 100.185x + 172.920x^2 - 125.773x^3 + 33.417x^4$
2	2	$Y = -0.578 + 3.364x - 1.583x^2$
	3	$Y = -0.564 + 3.271x - 1.399x^2 - 0.108x^3$
	4	$Y = -0.5944 + 3.5713x - 2.4182x^2 + 1.2788x^3 - 0.6466x^4$
3	2	$Y = -0.2092 + 3.3025x - 1.7595x^2$
	3	$Y = -0.1356 + 5.02617x - 6.7134x^2 + 3.26x^3$
	4	$Y = -0.1417 + 2.4211x + 1.3387x^2 - 3.9654x^3 + 1.6749x^4$
4	2	$Y = -0.075 + 3.4532x - 1.978x^2$
	3	$Y = -0.0624 + 3.1486x - 0.9878x^2 - 0.7447x^3$
	4	$Y = -0.0838 + 3.8738x - 1.2209x^2 - 1.7913x^3 + 0.6866x^4$
5	2	$Y = -0.0094 + 3.8236x - 2.3608x^2$
	3	$Y = -0.0117 + 3.8675x - 2.5068x^2 + 0.1102x^3$
	4	$Y = -0.0358 + 4.5416x - 6.2783x^2 + 7.0617x^3 - 3.9092x^4$
6	2	$Y = -0.0021 + 3.9792x - 2.5445x^2$
	3	$Y = -0.00182 + 4.2551x - 3.4049x^2 + 0.6366x^3$
	4	$Y = 0.0019 + 3.6631x - 0.0359x^2 - 5.5918x^3 + 3.5918x^4$
7	2	$Y = 0.0134 + 3.8925x - 2.4756x^2$
	3	$Y = -0.0194 + 4.4493x - 4.1884x^2 + 1.2480x^3$
	4	$Y = 0.0161 + 5.2224x - 9.3242x^2 + 8.2793x^3 - 2.73x^4$
8	2	$Y = 0.028 + 3.1857x - 1.91x^2$
	3	$Y = -0.00331 + 3.7131x - 3.4787x^2 + 1.1398x^3$
	4	$Y = -0.00316 + 3.7087x - 3.4546x^2 + 1.0969x^3 + 0.0234x^4$
9	2	$Y = 0.0134 + 2.0433x - 0.9925x^2$
	3	$Y = 0.0035 + 2.2066x - 1.4581x^2 + 0.3314x^3$
	4	$Y = -0.0021 + 2.379x - 2.3879x^2 + 1.9462x^3 - 0.866x^4$
10	2	$Y = -0.0358 + 0.7833x - 0.2486x^2$
	3	$Y = -0.0358 + 0.7833x - 0.2486x^2$
	4	$Y = -0.0463 + 0.9208x - 0.6206x^2 + 0.2899x^3 - 0.0367x^4$

Berdasarkan model matematika pada tabel 3 pada setiap ordo di bandingkan dengan data sebenarnya di lapangan pada kapal putra mandiri 1. Hasil perbandingan sebagaimana pada gambar 3.

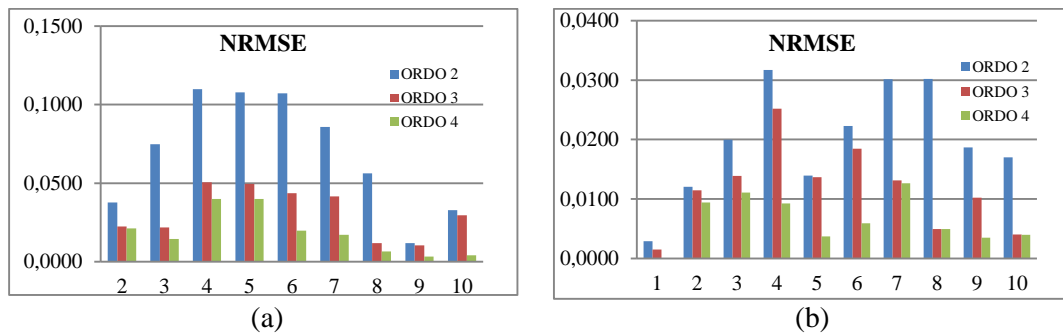


Gambar 3. Grafik bentuk badan kapal kapal putra mandiri 1 (a) station 1, (b) station 2, (c) station 3, (d) station 4, (e) station 5, (f) station 6, (g) station 7, (h) station 8, (i) station 9, (j) station 10

Pembahasan

Berdasarkan grafik bentuk badan kapal yang digambarkan pada gambar 2 dan 3 masing-masing kapal, memperlihatkan bahwasanya bentuk badan kapal yang digambarkan model matematika bentuk setiap station yang dikembangkan seperti pada tabel 2 dan 3 secara umum memiliki kesamaan bentuk dan ukuran dengan bentuk sebenarnya di kapal penangkap ikan di perairan Brondong, hal ini dapat dilihat dari grafik model matematika setiap ordo pada setiap station itu hamper berhimpit dengan grafik bentuk sebenarnya.

Adapun untuk mengukur nilai error dari model matematika tersebut dapat dilihat NRMSE masing-masing station seperti pada gambar 4.

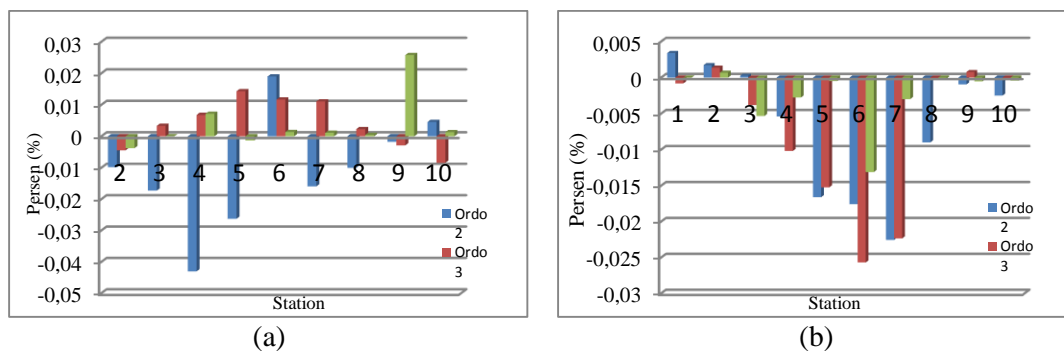


Gambar 4. NRMSE (a) Barokah Ilahi 1 (b) Putra Mandiri 1

Pada gambar gambar 4 NRMSE Barokah ilahi 1 dan Putra Mandiri 1 nilai ordo ke- 2, ke- 3, ke- 4 secara umum berada dibawah 5 %, Artinya fungsi matematika sudah memenuhi syarat. Secara umum nilai setiap station pada ordo ke- 2, ke- 3, ke-4 mengalami perubahan turun yang artinya, jika semakin tinggi pangkat dari sebuah fungsi maka akan sedikit pula nilai kesalahan prediksi atau mendekati nilai dari data aslinya .

Selain itu untuk memastikan bahwa hasil model matematika tersebut dapat digunakan dalam perencanaan bentuk badan kapal, bahwasanya dalam perencanaan bentuk badan kapal adalah selisih antara hasil perencanaan dan yang dihasilkan dari bentuk badan kapal yang diijinkan adalah $\pm 5\%$. Dengan menerapkan aturan perencanaan tersebut pada model tersebut diatas, dimana selisih luas setiap station yang dibuat model dengan luas sebenarnya dari kedua kapal tidak kurang dan tidak lebih dari 5% dari luas sebenarnya adalah layak digunakan model tersebut.

Dengan membandingkan antara luas sebenarnya dengan luas hitung model dari setiap station dan ordo didapatkan hasil sebagaimana pada gambar 5.



Gambar 5. Selisih luas bidang dari kapal sebenarnya dengan model matematika (a) Barokah Ilahi 1 (b) Putra Mandiri 1

Dari gambar 5 dapat dijelaskan bahwa selisih luas antara luas bidang badan kapal dengan hasil hitung luas model matematika bentuk badan kapal yang telah dikembangkan adalah kecil sekali dibawah 5%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan model tersebut rancangan bentuk badan kapal tersebut selisih dengan yang direncanakan dengan bentuk yang digambar tidak akan jauh dan memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Dengan hasil tersebut diatas kedepannya memungkinkan perencanaan bentuk badan kapal dengan menggunakan metode numeric atau model matematika dalam menghitung bentuk badan kapal. Dan jika penggunaan model matematika dalam perencanaan bentuk besar kemungkinan kedepannya untuk perhitungan lanjutan misalnya menentukan volume atau momen inersia dan lain-lain dengan menggunakan metode matematika pada umumnya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengembangan model matematika *least square method* terhadap bentuk badan kapal ikan dapat disimpulkan bahwa, Pendekatan matematika *least square method* dikatakan "LAYAK". Karena secara umum hasil uji kelayakan NRMSE dan koreksi luasan kurva ordo/pangkat ke-2, 3, dan 4 adalah kurang dari 5% (memenuhi syarat) dimana semakin tinggi pangkatnya maka, nilai/harga akan semakin kecil atau mendekati nilai sebenarnya.

Dengan pengembangan model matematika tersebut kedepannya bentuk badan kapal akan mudah ditentukan dengan metode matematik dan untuk menyelesaikan tahap selanjutnya dapat menggunakan metode matematika umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Dalijo G., Sihabuddin .A, 2012. *Rencana Kegiatan Belajar Mingguan*. Interpolasi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Ilmu Teknik Komputer, Universitas Gadjah Mada.
- Evans, J., 1959. Basic Design Concepts. *Naval Engineers Journal*. pp. 671-678.
- Fyson, J. 1985. *Design of Small Fishing Vessels*. Fishing News Book Ltd. UK
- Green, P.J. dan Silverman, B.W. (1994). *Nonparametric Regression and Generalized Linear-Models: A Roughness Penalty Approach*, London: Chapman & Hall.
- Harvald, Sv. Aa., 1983. *Resistance and Propulsion of Ship*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Hosmer, D.W. dan S. Lemeshow, (2000) : *Applied Logistic Regression*. Second Edition, New York : John Willey & Sons.
- James Stewart (2002). *Calculus: Early Transcendentals*, 5th ed., Brooks Cole. ISBN 978-0-534-39321-2.
- Munazid, A., Wardhana, W. and Aris, S., 2010. Studi Parametric Hullform Design dalam Kaitan dengan Tahanan Kapal. In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan VII Universitas Hang Tuah Surabaya*.
- Nomura, M., Yamazaki T. 1977. *Fishing Techniques*. Japan: Japan International Cooperation Agency.
- Permana, A. 2018. Hubungan Parameter Bentuk Badan Kapal Ikan Tradisional Terhadap Tahanan Kapal. [Tugas Akhir]. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Dan Ilmu Kelautan-Universitas Hang Tuah Surabaya.
- Permana, A., Munazid, A., Suwasono, B. and Awwalin, R., 2019. Pengaruh Ukuran Utama Kapal Terhadap Tahanan Kapal Penangkap Ikan 5 GT di Perairan Brondong Kabupaten Lamongan. *Prosiding Seminakel*, 1(1)..
- Rohmad, K. and Munazid, A., 2019. Karakteristik Teknis Bentuk Kapal Penangkap Ikan Tradisional di Perairan Paciran. *Prosiding Seminakel*, 1(1).

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

Soekarsono, N.A. 1995. Pengantar Bangunan Kapal dan Ilmu Kemaritiman. PT. Panator Presindo, Indonesia.

Tangke, Umar. 2009. *Evaluasi Dan Desain Kapal Pole And Line Di Pelabuhan Dufa- Dufa Provinsi Maluku Utara*. <http://www.scribd.com/doc/29263647/Umar-Tangke>. [23 Januari 2011].