

Analisa Data Hasil Pelatihan Pengukuran Kapal di Brondong dengan Pendekatan Fungsi Polinomial

Mohammad Abu Jami'in^[1], Edy Prasetyo Hidayat^[1], Urip Mujiono^[1], Eko Julianto^[2], I Putu Sindhu Asmara^[3]
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal^[1], Jurusan Teknik Permesinan Kapal^[2], Jurusan Teknik Bangunan Kapal^[3]
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS)
Surabaya, Indonesia
e-mail: jammysby@gmail.com

Abstract— Dalam makalah ini, kami memaparkan hasil pelatihan pengukuran kapal pada masyarakat pekerja galangan dan pemilik kapal di Desa Brondong kabupaten Lamongan. Hasil pelatihan pengukuran kapal tradisional di Brondong Kabupaten Lamongan akan diolah menjadi gambar rencana garis. Metode yang digunakan untuk menggambar rencana garis adalah pendekatan kurva koordinat *control point* dengan fungsi *polynomial* untuk memperhalus bentuk kurva rencana garis sehingga diperoleh garis garis lambung kapal yang halus atau *streamline*.

Keywords— *pelatihan pengukuran kapal; rencana garis; bentuk lambung kapal; fungsi polynomial*

I. PENDAHULUAN

Kapal tradisional adalah kapal yang dibangun secara tradisional, tidak berdasarkan disain dan gambar rencana garis yang dibuat dan diuji sebagaimana pembangunan kapal modern. Saat ini terdapat permasalahan pada Mitra pengabdian kepada masyarakat dalam hal ini adalah galangan kapal tradisional dan pemilik kapal yaitu: Mitra tidak memiliki keahlian pengukuran kapal tradisional untuk menghasilkan gambar rencana garis dari kapal yang dibangun. Selama ini, teknologi yang digunakan dalam proses pembangunan kapal tidak berdasarkan acuan disain dan ukuran utama (Principal Dimension) kapal sebagaimana layaknya pada pembangunan kapal modern. Oleh karena itu, hasil pembangunan kapal tidak memiliki dokumentasi gambar dan ukuran utama kapal yang seharusnya melekat pada identitas kapal tersebut pada saat selesai dibangun atau serah terima dari pihak galangan ke pihak owner.

Customer memesan kapal hanya berdasarkan ukuran panjang, dan lebar kapal saja. Bentuk kapal menyesuaikan pada saat proses pengerjaan. Ukuran tentang bentuk kapal tidak dijelaskan dikarenakan galangan kapal tidak memiliki keahlian tentang gambar rencana kapal dan ukuran utama kapal. Oleh karenanya, pada saat selesai pembangunan kapal terdapat permasalahan sebagai berikut:

- o Tidak tersedia ukuran dan spesifikasi tentang dimensi kapal (ukuran utama kapal).
- o Dokumen disain dan gambar kapal tidak ada.
- o Kapal dibangun hanya berdasarkan pengalaman dan bentuk kapal yang sudah dibangun sebelumnya. Akibatnya galangan kesulitan untuk menentukan penggerak kapal yang baik jika pesanan kapal berbeda ukuran lebih besar atau lebih kecil. Sehingga pemilihan

mesin penggerak kapal sering kali terjadi overload, over kapasitas, efisiensi sistem propulsi rendah dan kavitasasi propeller.

- o Ukuran kapasitas tonase kapal tidak dapat dihitung sehingga kesulitan untuk pendataan kapal dan sistem administrasi yang berkaitan dengan pajak, sewa pelabuhan, asuransi dan docking space.
- o Sulitnya pemasaran kapal oleh galangan tradisional karena tidak tersedia media tentang spesifikasi kapal sebagai informasi ke customer.

Akibat permasalahan tersebut dampaknya, perkembangan galangan kapal tradisional jalan ditempat karena belum ada sentuhan teknologi untuk menunjang kualitas dan meningkatkan daya jual dan pemasaran kapal oleh galangan tradisional. Melalui program pengabdian ini kami bermaksud untuk mengadakan pelatihan pengukuran kapal dan pengolahan data pengukuran kapal untuk menjadi data ukuran utama kapal dan gambar rencana garis. Manfaat yang diperoleh dari program pelatihan ini adalah peningkatan kemampuan galangan, pemilik kapal dan masyarakat untuk mampu menghitung ukuran utama kapal yang dibangun atau dimiliki. Galangan dan pemilik kapal akan dapat bersinergi dengan pemerintah daerah berkaitan dengan sertifikasi kesempurnaan kapal. Program-program untuk pengembangan kualitas dan peningkatan produksi kapal tradisional dapat berjalan seiring yaitu dengan memanfaatkan data ukuran utama kapal untuk analisa unjuk kerja kapal tradisional atau sebagai media pemasaran.

Berdasar KEPMEN nomor : 130 – 67 tentang pengakuan kewenangan kabupaten, PEMDA lamongan mengeluarkan 14 peraturan daerah, di antaranya adalah retribusi pengukuran, pendaftaran, pemberian surat tanda kebangsaan kapal (Pas Kecil) dan sertifikasi kesempurnaan kapal. Materi pokok peraturan daerah ini antara lain 1) Ketentuan operasional, yang mengharuskan kapal berukuran kotor lebih kecil dari GT 7 harus memenuhi persyaratan keselamatan pelayaran. 2) Untuk dapat memenuhi persyaratan keselamatan kapal, setiap pemilik kapal harus memiliki surat pengukuran, pendaftaran, surat tanda kebangsaan kapal, dan sertifikasi kesempurnaan kapal dari kepala daerah.

Dan berdasarkan Rule IMO (International Maritime Organisation) menyebutkan bahwa semua kapal yang berbendera suatu negara harus di ukur tonase agar kapal tersebut dapat di registrasi oleh suatu badan Negara seperti Department Perdagangan, Department Perhubungan, atau biro

klasifikasi [1]. Tonase yang di jadikan refferensi adalah ton massa dan ton volume. Tonase kapal di gunakan sebagai dasar untuk menentukan retribusi biaya pengukuran, pendaftaran, pemberian surat tanda kebangsaan kapal (Pas Kecil) dan sertifikasi kesempurnaan kapal.

Dari metodologi proses pembuatannya adalah bahwa kapal yang di buat oleh galangan tradisional tidak berdasarkan perencanaan dan desain kapal yang di jadikan acuan dalam pembuatan kapal. Kapal di buat hanya berdasar muatan ton kapal, panjang, dan lebar. Sehingga pada saat setelah pembuatan maupun setelah kapal beroperasi, pemilik kapal tidak memiliki dokumentasi desain dan ukuran kapal [2]. Sehingga, Konfigurasi desain sistem penggerak kapal yang memberikan efisiensi tinggi sulit di tentukan dan akibatnya mesin penggerak kapal beroperasi pada titik yang memberikan efisiensi rendah sangat mungkin terjadi. Berdasarkan analisa yang telah di lakukan oleh peneliti bahwa efisiensi system mesin penggerak kapal tradisional saat ini sangatlah rendah hanya sekitaar 35% - 40%. Dan dengan perencanaan yang lebih baik efisiensi system mesin penggerak kapal dapat lebih di tingkatkan sampai 56% - 60% [3].

Dalam makalah ini kami melakukan analisa bentuk kapal tradisional dari hasil pengukuran kapal di Lapangan. Bentuk kapal dibagi dalam beberapa stasion penampang melintang kapal untuk diukur korrdinat sumbu x dan sumbu y berupa kurva lengkungan lambung kapal. Hasil pengukuran kapal tradisional berupa koordinat control point pada sumbu x dan y pada tiap tiap pengukuran stasion kapal. Plotting koordinat lambung kapal (koordinat control point) secara langsung akan dihasilkan kurva lengkungan lambung kapal yang kurang mulus. Untuk menghasilkan lengkungan yang mulus kurva lengkungan lambung kapal didekati dengan fungsi polynomial untuk memperhalus bentuk penampang melintang pada stasion lambung kapal.

II. DESKRIPSI PERMASALAHAN PADA GALANGAN KAPAL

Di lihat dari proses pembuatannya kapal ikan tradisional di bangun berdasar pengalaman dan perkiraan saja. Hal ini terlihat dari lebih kurang 8000 kapal tradisional yang sudah beroperasi tidak satupun mempunyai data ukuran dan gambar desain kapal. Tidak tersedianya data gambar dan ukuran kapal akan menyulitkan pendataan kapal, sehingga tidak dapat di berikan sertifikasi kesempurnaan kapal oleh PEMDA. Pemerintah daerah memberlakukan peraturan bahwa "Kapal yang lebih kecil dari GT 7 harus memenuhi persyaratan keselamatan kapal, dan untuk memenuhi persyaratan keselamatan kapal, setiap pemilik kapal harus memiliki surat pengukuran, pendaftaran, surat tanda kebangsaan kapal dan sertifikasi kesempurnaan kapal". Peraturan ini sudah di berlakukan pada tahun 2005, akan tetapi belum ada implementasi karena kapal tersebut tidak memiliki ukuran dan gambar desain.

Ukuran dan gambar desain kapal adalah data yang sangat vital bagi perencanaan system propulsi/penggerak kapal. Dari data ini dapat di hitung nilai tahanan kapal melalui uji model ataupun perhitungan numeric dengan software "MAXSURF" [3]. Nilai tahanan kapal di jadikan dasar untuk perhitungan

system propulsi kapal dengan constrain desain adalah maksimum efisiensi dan non kavitasi propeller [4].

Dokumen ukuran dan gambar desain kapal sangat penting artinya bagi galangan dan pemilik kapal. Data atau dokumen ini dapat di jadikan sebagai data refferensi untuk perencanaan system penggerak kapal, penentuan besar sewa dan harga kapal. Bagi galangan data ini sangat di butuhkan sebagai penawaran terhadap kapal yang di bangun. Dengan hanya menawarkan gambar desain, ukuran dan spesifikasi kelengkapan kapal calon pembeli dapat langsung mengetahui dan menilai kesesuaian harga dengan ukuran spesifikasi kapal [5].

Data ukuran dan gambar rencana garis dapat di jadikan sebagai data awal pembuatan SKKB (Standar Kualitas Kapal Baru) kapal oleh galangan. SKKB kapal sebagai jaminan dari galangan kapal terhadap kualitas kapal yang akan di buat, sehingga pemesan atau calon pemilik kapal dapat mengetahui standar perencanaan kapal beserta kelengkapannya. Dengan demikian galangan kapal tradisional dapat memiliki daya saing tinggi untuk memasarkan produknya.

III. PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat dengan judul Pelatihan Pengukuran dan Perhitungan Ukuran utama Kapal Tradisional terdiri dari dua bagian yaitu 1) metode pengukuran dan perhitungan ukuran utama kapal dengan ceramah teori, 2) Pengukuran kapal yang dilaksanakan di Galangan. Tahapan pengabdian masyarakat untuk pengidentifikasian masalah pada MITRA adalah sebagai berikut:

- Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penggalian masalah terhadap mitra yaitu identifikasi permasalahan pada masyarakat, hal hal yang terkait kebudayaan dan nilai nilai social pada masyarakat dan solusi dari permasalahan tersebut yang disesuaikan dengan kondisi masyarakat. Selanjutnya dibuat rancangan solusi untuk malasah tersebut.

- Survey Kelayakan

Pada tahap ini dilakukan survey pada masyarakat agar di dapatkan tingkat pengetahuan masyarakat tentang pengukuran kapal. Untuk itu diperlukan data-data seperti apakah ada dukungan dari pihak kepala desa, dinas perikanan dan kabupaten terhadap masalah yang dialami oleh masyarakat dan sejauh mana perannya. Apakah nantinya program ini dapat berkelanjutan, karena kegiatan ini akan di selaraskan dengan Program pemerintah tentang Program pelatihan pengukuran kapal.

- Implementasi

Setelah melakukan survey dilaksanakanlah kegiatan sosialisasi dan pelatihan pengukuran dan pengolahan sata hasil pengukuran kapal dengan output ukuran utama kapal dan gambar rencana garis untuk mendukung produktifitas galangan kapal tradisional. Tujuannya adalah agar solusi yang ditawarkan dapat segera di terapkan. Setelah diselesaikannya kegiatan sosialisasi dan pelatihan ini diharapkan masyarakat:

1. Mempunyai ketrampilan pengukuran kapal
2. Mempunyai ketrampilan pengolahan data ukuran

utama kapal dari hasil pengukuran.

3. Mempunyai ketrampilan menggambar bentuk carena kapal yang disebut Gambar rencana garis.

Dokumentasi kegiatan pengabdian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat.

IV. UKURAN UTAMA KAPAL

Ukuran Utama Kapal (Ship Principal Dimension) adalah data yang merepresentasikan bentuk dan dimensi kapal, yang mana dijadikan acuan sebagai identitas kapal. Merujuk pada peraturan IMO menyebutkan bahwa, semua kapal yang berbendera suatu negara harus di ukur oleh suatu badan seperti Departemen Perdagangan, Departemen Perhubungan, dan Biro Klasifikasi [6]. Diskripsi dari ukuran kapal tersebut adalah sebagai berikut,

- Data Panjang Kapal
 1. LOA (Length Over All) adalah panjang keseluruhan kapal
 2. LWL (Length Water Line) adalah panjang horizontal kapal garis air muatan penuh.
 3. LPP (Length Between Perpendicular) adalah panjang kapal di ukur dari AP (After Perpendicular) dan FP (Fore Perpendicular)
 4. Bm adalah lebar kapal pada sisi dalam kapal (Breadth Molded)
 5. Bem adalah lebar sisi luar kapal (Breadth Extreem)
 6. Hm (Height Moulded) adalah tinggi kapal di ukur dari bagian atas lunas (keel) sampai bagian dalam sisi geladak
 7. He (Height Extreme) adalah tinggi kapal dari bagian atas lunas sampai ke sisi atas geladak.
 8. T Sarat (Draft) adalah tinggi kapal dari bagian atas lunas sampai pada garis air kapal muatan penuh.

- Koefisien Bentuk Kapal

Koefisien bentuk kapal memberikan gambaran bentuk badan kapal berbentuk gemuk (U) atau langsing (V). Macam koefisien bentuk kapal :

1. Koefisien bidang garis air (C_w) adalah perbandingan luas garis air dengan luas segi empat

$$C_w = \frac{A_w}{L_{wl}} \dots\dots\dots(1)$$

2. Koefisien bidang midship (C_m) adalah perbandingan luas midship dengan segi empat

$$C_m = \frac{A_m}{B \times T} \dots\dots\dots(2)$$

3. Koefisien Block (C_b) : Perbandingan antara volume carena atau volume displacement dengan volume kotak.

$$C_b = \frac{VolumeCarena}{L_{wl} \times B \times T} \dots\dots\dots(3)$$

4. Koefisien prismatic memanjang (C_{pm}) : Perbandingan volume carena dengan volume prismatic

$$C_{pm} = \frac{VolumeCarena}{A_m \times L_{wl}} \dots\dots\dots(4)$$

5. Koefisien prismatic tegak (C_{pt}) : Perbandingan volume carena dengan volume prismatic

$$C_{pt} = \frac{VolumeCarena}{A_{wx} \times T} \dots\dots\dots(5)$$

- Data pengoperasian Kapal

1. Kecepatan Kapal (Knot)
2. Range Operasi (Mill)

- Data Sistem Penggerak Kapal

1. Daya mesin penggerak (HP) dan spesifikasi
2. Tipe dan diameter propeller
3. Rasio reduksi gearbox

- Data Tonase kapal

1. Volume Displacement (Volume Carena) : Adalah volume air laut yang di pindahkan oleh bagian badan kapal yang terbenam dan di singkat V.

2. Displacement : Adalah Volume Carena di kalikan dengan massa jenis air dan di lambangkan dengan D. Displacement adalah jumlah dari berat kapal kosong (LWT : Light Weight Tonase) dengan bobot mati (DWT : Dead Weight Tonase)

$$D = DWT + LWT \dots\dots\dots(6)$$

3. LWT : Adalah berat kapal kosong yang terdiri dari berat struktur kayu, berat mesin dan system propulsinya, berat perlengkapan dan out fitting.

4. DWT : Adalah jumlah dari berat muatan, bahan baker, minyak pelumas, air tawar, perbekalan selama pelayaran, berat ABK dan berat bagasi.

5. Freight Tonnage (FT) : Kapasitas kapal yang tersedia untuk mengangkut muatan (kapasitas yang tersedia 1.13 m³ sama dengan 1 ton muatan)

6. Gross Tonnage (GT) : Adalah jumlah volume under deck tonnage di tambah over deck tonnage di tambah volume dari hatch way (0.5% GT).

7. Under deck tonnage : Adalah total volume di ukur dari bagian sisi dalam gading ke sisi dalam gading, bagian atas plat dasar ganda dan sampai bagian bawah plate geladak teratas (Baik kapal mempunyai satu atau dua geladak).

8. Over Deck Tonnage : Adalah total volume dari bagian sisi dalam gading, plate geladak pada geladak ke dua dan bangunan atasnya.
9. Register Tonnage atau Net Tonnage (NT) : adalah Gross Tonnage (GT) di kurangi ruangan yang tidak memiliki keuntungan/profit. Pengurangannya seperti berikut :
 - a. Ruang akomodasi dari master, Crew , dan gudang provision store (di batasi 15% dari tonnage master dan dan akomodasi crew).
 - b. Ruang bawah geladak berhubungan dengan steering gear, navigasi perlengkapan keselamatan, dan layer (jika penggeraknya layer di batasi 25% GT)
 - c. Ruang di bawah geladak yang penggunaannya semata mata hanya untuk ballast (19% GT), tangki bahan bakar minyak.
10. Grain Capacity : Volume muatan di ukur dari bagian dalam plate dasar ganda, plate kulit dan plate geladakdi kurangi volume struktur dalam ruangan (gading, balok geladak dll).

• **Data Payload, Kapasitas, Crew, Cabin**

1. Jumlah Crew (Person)
2. Jumlah Cabins (berths)
3. Volume Fresh Water Tank (M³)
4. Volume Fuel Tank (M³)
5. Volume Fish Holds (m³) [ton tuna + ton ice]
6. Ice Holds / jumlah balok es (M³ [6000 pcs])

V. METODE PENGUKURAN GAMBAR RENCANA GARIS

Gambar rencana garis (lines plan) adalah gambar yang mendiskripsikan bentuk kapal secara melintang (body plan), memanjang (Half breadth plan), dan menyamping (sheer plan).

Integrasi Numerik

Integrasi numerik adalah fungsi persamaan matematis untuk menentukan luas, volume, dan momen inersia dari bentuk dan bidang kapal. Variabel untuk perhitungan luas adalah koordinat kontrol point yaitu dengan integrasi garis yang dibentuk dari sekumpulan titik koordinat kontrol point. Variabel untuk perhitungan volume adalah luas bidang penampang melintang kapal / body plan yaitu dengan integrasi numerik luas body plan.

Beberapa teknik integrasi numeric diantaranya adalah metode trapezoid, metode simpson ke satu dan kedua, Metode integrasi numeric adalah sebagai berikut,

1. Metode Trapezoide

Metode ini mengasumsikan lengkungan luas bidang di asumsikan seperti luas trapezium $A = h/2(y_0 + y_1)$, formulasi integrasi numerik dengan n titik adalah,

$$A = h(0.5y_0 + \sum_{k=1}^{n-1} y_k + 0.5y_n) \dots\dots(7)$$

Note : Jumlah station sembarang

2. Metode Simpson I

Metode ini mengasumsikan bahwa lengkungan tiga ordinat berjarak sama y_0, y_1, y_2 , adalah merupakan polynomial derajat dua (fungsi kuadrat)

$$y = ax^2 + bx + c, \text{ dimana } A = h/3(y_0 + 4y_1 + y_2)$$

$$A = h/3(y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_{n-1} + y_n) \dots\dots(8)$$

Faktor pengali = 1,4,2,4,2,4,1

3. Metode Simpson II

Metode ini mengasumsikan bahwa lengkungan empat ordinat berjarak sama y_0, y_1, y_2, y_3 adalah merupakan polynomial derajat tiga $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$

$$A = 3h/8(y_0 + 3y_1 + 3y_2 + y_3) \dots\dots\dots(9)$$

Faktor pengali = 1,3,3,2,3,3,2,3,3,2,3,3,1

Metode Pengukuran Kapal

Prosedur dan metode pembuatan gambar rencana garis dijelaskan dengan tahapan tahapan sebagai berikut [6]:

1. Pengukuran titik titik koordinat lambung kapal atau koordinat kontrol point yang dilakukan di galangan kapal atau tempat reparasi kapal.
2. Pengolahan data koordinat kontrol point menjadi ukuran utama kapal dan gambar rencana garis.

Dua tahapan diatas dapat dijelaskan dalam flowchart Gambar 2. Flowchart pada Gambar 2 menunjukkan aliran diagram metode pengukuran data ukuran utama kapal dan gambar rencana garis. Data yang dijadikan dasrperhitungan ukuran utama kapal dan gambar rencana garis adalah hasil pengukuran secara manual pada kapal yang diperoleh dari hasil pengukuran kapal tradisional.

VI. PEMODELAN BENTUK LAMBUNG KAPAL DENGAN FUNGSI POLINOMIAL

Interpolasi Polinomial

Data koordinat control point dari hasil pengukuran kapal dilakukan interpolasi polinomial untuk mendapatkan koordinat kontrol point yang baru dengan jarak sampling konstan. Data koordinat kontrol point yang telah diinterpolasi dihitung luas dan posisi titik titiknya dan dibandingkan hasilnya dengan luas kurva dan titik titik sebelum diinterpolasi, Data dianggap valid jika luas dan error posisinya kurang dari 2% dengan melakukan iterasi dengan mengubah derajat polynomial fungsi pendekatan. Data yang telah diinterpolasi selanjutnya dijadikan dasar perhitungan untuk memperoleh gambar rencana garis.

Metode interpolasi menggunakan metode persamaan polinomial lagrange yang direpresentasikan dalam rumus sebagai berikut,

$$y(x) = x^{n-1} + a_1x^{n-2} + a_2x^{n-3} + \dots + a_n \dots\dots(1)$$

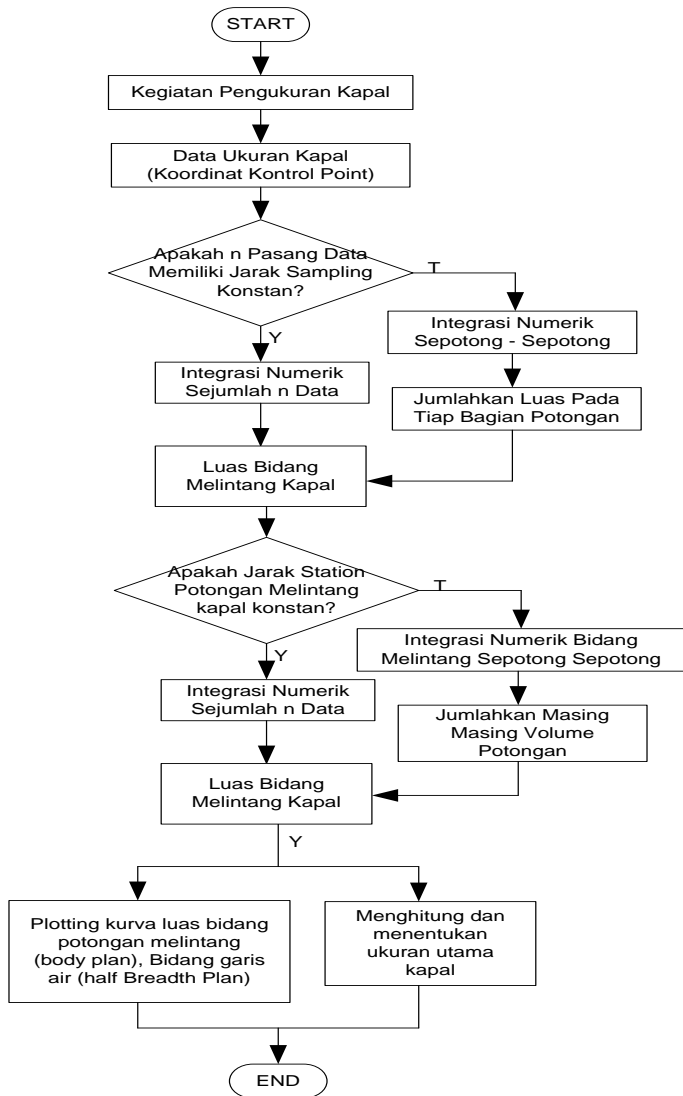
$$p_{n-1}(x) = \sum_{k=1}^n f(x_k)L_k(x) \dots\dots\dots(2)$$

$$L_k(x) = \prod_{j=1}^n \frac{(x - x_j)}{x_k - x_j} \dots\dots\dots(12)$$

Representasi dari substitusi Persamaan (11) dan Persamaan (12) dengan n pasangan data, dapat di dekati dengan fungsi polinomial dengan derajat pangkat tertinggi maksimal adalah (n-1). Validasi data dilakukan berdasarkan kriteria error antara hasil interpolasi model persamaan lagrange dan data pengukuran kapal dengan formulasi normalized rooted mean square error (NRMSE),

$$NRMSE = \frac{\sum_{k=1}^n \sqrt{(x_k - x_{mk})^2}}{n \cdot \bar{x}} \dots\dots\dots(13)$$

Data akan dianggap valid jika NRMSE kurang dari 2%.

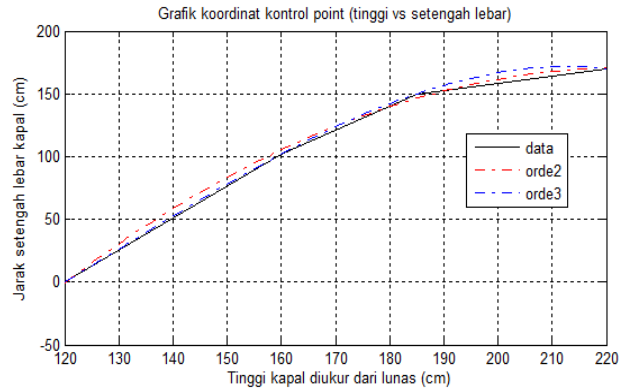


Gambar 2. Flowchart Metode Pengukuran Kapal

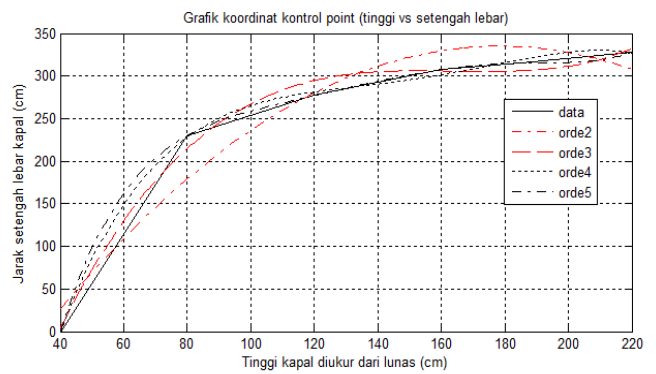
VII. ANALISA DATA MODEL BENTUK LAMBUNG KAPAL

Data hasil pengukuran bentuk lambung kapal selanjutnya dilakukan analisa pemodelan dengan pendekatan fungsi

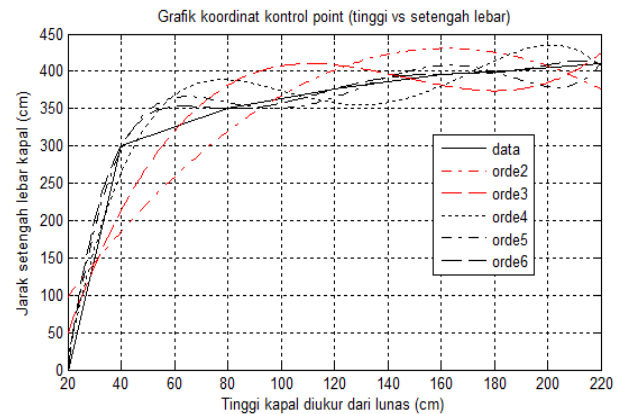
polynomial. Hasil pemodelan bentuk lambung kapal ditunjukkan pada Gambr 3 sampai Gambar 8 yaitu pada stasion 1, stasion 2, stasion 3, stasion 8, stasion 11 dan stasion 13.



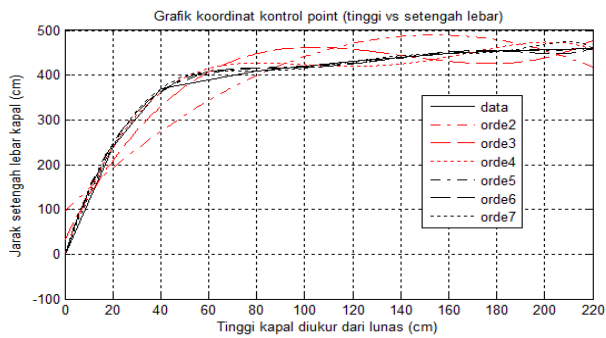
Gambar 3. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 1



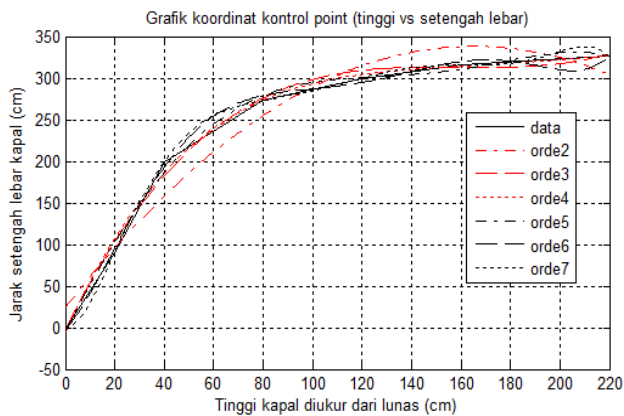
Gambar 4. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 2



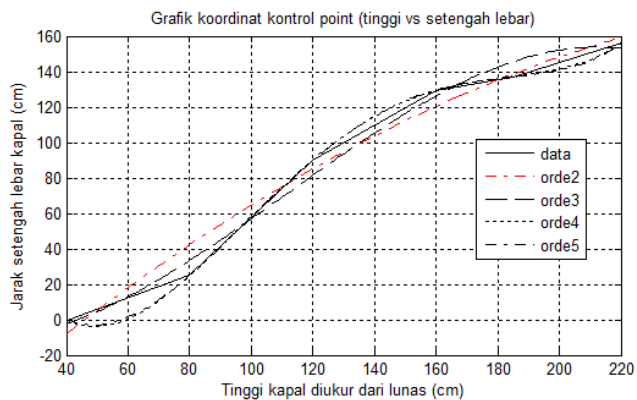
Gambar 5. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 3



Gambar 6. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 8



Gambar 7. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 11



Gambar 8. Pendekatan Fungsi Polynomial Stasion 13

Hasil analisa pemodelan lambung kapal ditunjukkan pada Table 1. Setiap stasion kapal dimodelkan dengan orde tertinggi $n-1$, dengan n adalah jumlah data pengukuran lambung kapal pada tiap stasion. Terlihat pada Table 1, bahwa model polynomial mampu memodelkan hasil pengukuran bentuk lambung kapal secara baik dengan nilai RMSE dibawah 2%. Sehingga pendekatan bentuk lambung kapal dapat dipilih dengan salah satu fungsi polynomial. Namun demikian perlu dipertimbangkan bahwasanya pemilihan bentuk model yang dihasilkan mampu membentuk lambung kapal yang smooth atau streamline perlu kajian lebih lanjut.

Tabel 1. NRME Pemodelan Bentuk Lambung Kapal dengan Fungsi Polinomial

Normalized Rooted Mean Square Error (NRMSE) model lambung kapal dengan fungsi polinomial orde 1 sampai orde 6							
s n	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
orde 1	0.0121	0.0465	0.0739	0.0578	0.0576	0.0586	0.0623
orde 2	0.0000	0.0175	0.0514	0.0303	0.0305	0.0316	0.0359
orde 3	0.0000	0.0060	0.0287	0.0092	0.0115	0.0120	0.0161
orde 4	0.0000	0.0000	0.0087	0.0046	0.0023	0.0025	0.0061
orde 5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0041	0.0006	0.0008	0.0040
orde 6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
s n	S8	S9	S10	S11	S12	S13	
orde 1	0.0628	0.0665	0.0653	0.0352	0.0084	0.0410	
orde 2	0.0367	0.0409	0.0384	0.0140	0.0038	0.0290	
orde 3	0.0172	0.0200	0.0171	0.0127	0.0013	0.0010	
orde 4	0.0073	0.0088	0.0054	0.0113	0.0012	0.0000	
orde 5	0.0039	0.0039	0.0004	0.0068	0.0000	0.0000	
orde 6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

VIII. KESIMPULAN

Dari analisa yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk lambung kapal dapat dimodelkan dengan pendekatan fungsi polynomial dengan sangat baik dengan akurasi NRMSE kurang dari 2%
2. Pemilihan bentuk model polynomial perlu dipertimbangkan bahwa kurva model polynomial yang diperoleh membentuk lambung yang streamline. Oleh karenanya perlu kajian lebih dalam untuk memilih bentuk lambung kapal yang sesuai dengan mempertimbangkan arus air yang streamline pada bagian lambung kapal tercelup air.

REFERENCES

- [1] Muckle W, Naval Architecture, Butterworths, London, 1987.
- [2] Jami'in, M.A., dkk. , "Metode Pengukuran Kapal Tradisional", Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat, PPNS – ITS, Surabaya, 2005.
- [3] Edy. P.H & Jami'in, M.A., Analisis desain sistem penggerak utama kapal ikan tradisional dan upaya peningkatan efisiensinya, Laporan Penelitian, Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, PPNS-ITS, Surabaya, 2003.
- [4] Purwonugroho, S., Jami'in, M.A., "Perancangan Software Data Ukuran Utama dan Gambar Rencana Garis Sebagai Acuan Sertifikasi Kesempurnaan kapal", Laporan Penelitian Dosen Muda DP2M DIKTI, ITS Surabaya, 2005.
- [5] Edward.V.Lewis, Principles of Naval Architecture Second Revision, Published by The Society Of Naval Architects & Marine Engineers, 1988.
- [6] Mahfud, M., Julianto, E. dan Jami'in, M.A., "Mohammad Abu. Analisis Bentuk dan Ukuran Utama Kapal Tradisional Berbasis Data Pengukuran Koordinat Kontrol Point". Volume 8 Nomor 2, Nopember 2010, halaman 96-107, 2010.