

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kapal perikanan merupakan jenis kapal yang sangat sensitif terhadap gerak *rolling* akibat karakteristik bentuk lambung, rasio lebar terhadap sarat, serta aktivitas operasional seperti penangkapan dan pengolahan hasil tangkapan di laut. Gerak *rolling* yang berlebihan tidak hanya menurunkan kenyamanan awak kapal, tetapi juga berpotensi mengganggu keselamatan pelayaran, efektivitas operasi penangkapan, serta meningkatkan risiko kelelahan struktur kapal.

Pada kondisi gelombang laut, terutama gelombang irregular, respons olah gerak kapal dipengaruhi oleh karakteristik *spektrum* gelombang, arah datang gelombang (*heading*), kecepatan kapal, serta parameter hidrostatis dan hidrodinamik kapal. Salah satu upaya teknis yang umum digunakan untuk mereduksi gerak *rolling* adalah penerapan tangki *anti-rolling* (*anti-rolling tank*), yang bekerja berdasarkan perpindahan massa fluida di dalam tangki untuk menghasilkan momen lawan terhadap gerak *roll* kapal.

Meskipun tangki *anti-rolling* telah banyak diterapkan, efektivitasnya sangat bergantung pada kesesuaian desain tangki dengan karakteristik gerak alami kapal dan kondisi gelombang yang dihadapi. Oleh karena itu, diperlukan analisis kuantitatif untuk mengevaluasi pengaruh tangki *anti-rolling* terhadap respons gerak *roll* kapal perikanan. *Anti-rolling* merupakan suatu mekanisme stabilisasi gerakan *rolling* yang digunakan di dalam struktur kapal (Taskar dkk., 2014).

Pada dinamika kapal terdapat banyak macam gerakan yang dialami kapal pada saat berada di lautan yaitu gerakan rotasi (*rolling, yawing, dan Pitching*) dan juga gerakan translasi (*surgin, swaying, dan heaving*). Gerakan *rolling* merupakan salah satu fenomena dari olah gerak kapal, dimana ketika Amplitudo gerakan *rolling* besar, maka akan dapat menimbulkan *capsizing*. Sistem control dari gerakan kapal tersebut harus mempunyai spesifikasi mampu menstabilkan dinamika kapal.

Seiring berkembangnya perangkat lunak berbasis numerik, *Maxsurf Motions* menjadi salah satu tools yang banyak digunakan untuk menganalisis olah gerak kapal dalam domain frekuensi melalui pendekatan *Response Amplitude Operator* (RAO). Dengan menggunakan simulasi ini, pengaruh tangki *anti-rolling* terhadap Amplitudo, periode, dan karakteristik respons *roll* kapal dapat dianalisis secara sistematis. Berdasarkan hal tersebut maka dari itu kami



litan dengan skripsi yang berjudul “**Studi Efek Tangki Anti-*ap* Gerak *Rolling* Kapal Perikanan di Gelombang *Maxsurf Motion*”**. Dari hasil yang didapat akan menentukan kapal dari adanya tangki *anti – rolling* di setiap kondisi menggunakan simulasi *Maxsurf Motions*.

1.2. Teori

1.1.1. Kapal Penelitian Perikanan

Menurut Undang-undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, kapal perikanan adalah kapal, perahu, atau alat apung lain yang dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian atau eksplorasi perikanan. Menurut Jabar Soseba (2021) Kapal perikanan merupakan kapal khusus untuk penangkapan ikan, termasuk menampung, mengangkut, menyimpan, dan mengawetkan hasil tangkapan .

Soekarsono (1995) menyatakan Kapal perikanan adalah kapal perahu atau alat apung lain yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, budidaya ikan, pengangkut ikan pengolah ikan, pelatihan perikanan dan penelitian/eksplorasi perikanan. Griffin (1991) menyatakan bahwa kapal penelitian/riset telah ada sejak zaman penjelajahan oleh James Cook. Kapal penelitian adalah kapal yang didesain untuk membawa fasilitas penelitian hingga ke tengah lautan.



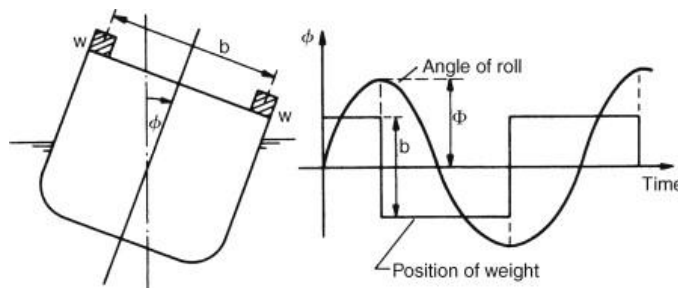
Gambar 1 Kapal New Fishery Researcher No.1
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Kapal penelitian memiliki peruntukannya masing-masing, dan peran tersebut menjadikan kapal penelitian memiliki beberapa jenis. Untuk kapal penelitian perikanan sendiri membutuhkan geladak yang dapat membawa berbagai alat penangkap ikan dan pengambil sampel air pada berbagai kedalaman, juga sonar untuk mendeteksi keberadaan ikan. Kapal riset perikanan sering kali dibangun dengan desain yang mirip dengan kapal penangkap ikan berukuran besar, namun ruang penyimpanan hasil tangkapan diganti menjadi ruang untuk laboratorium dan gudang peralatan. Dalam penamaanya, kapal riset perikanan memiliki awalan FRV yang memiliki arti *Fisheries Research Vessel*.



1.1.2. Response Amplitude Operator (RAO)

Response Amplitude Operator (RAO) atau yang disebut juga sebagai *Transfer Function* adalah fungsi respon struktur akibat beban gelombang yang mengenai struktur lepas pantai pada frekuensi tertentu. RAO disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur. Amplitudo respon terhadap amplitudo gelombang. Dapat dinyatakan dengan bentuk matematis yaitu ($\zeta_{\text{respon}} / \zeta_{\text{gelombang}}$). Amplitudo respon bisa berupa gerakan, tegangan, maupun getaran. RAO juga disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur



Gambar 2 Amplitudo of Rolling
Sumber : Wakidijo 1917

Untuk menganalisis respons gelombang digunakan RAO:

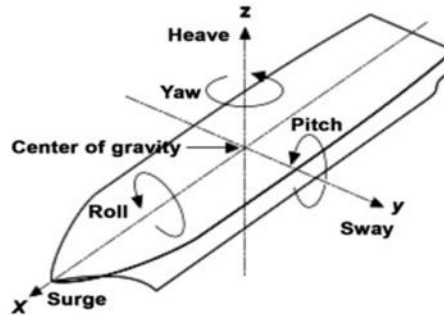
$$RAO(\omega) = \frac{\text{Gerak Kapal}}{\text{Amplitudo Gelombang}}$$

RAO menunjukkan seberapa banyak kapal bergerak akibat gelombang dengan frekuensi tertentu. Digunakan untuk:

1. Prediksi kenyamanan
2. Prediksi kerusakan muatan/kapal
3. Simulasi *seakeeping*
4. Perencanaan perjalanan (*voyage planning*)



1.1.3. Olah Gerak Kapal



Gambar 2 Olah Gerak Kapal
Sumber : yusrilishamahendra.wordpress.com

Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya external yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang. Dalam memperoleh perlakuan dari gelombang kapal mengalami 2 jenis gerakan yaitu gerakan rotasi, gerak ini merupakan gerak putaran yang meliputi *rolling*, *Pitching*, dan *yawing*. Kemudian gerakan linear, gerak ini merupakan gerak lurus beraturan sesuai dengan sumbunya yang meliputi *surgung*, *swaying*, dan *heaving*. Dimana :

X- axis adalah sumbu memanjang.

Y- axis adalah sumbu melintang.

Z- axis adalah sumbu vertical.

Keterangan :

- Rolling* yaitu gerakan bersudut sesuai dengan sumbu X berupa olengan ke arah *starboard-portside*.
- Pitching* yaitu gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Y berupa anggukan by the bow-by the stern.
- Yawing* yaitu gerakan bersudut sesuai dengan sumbu Z berupa putaran.
- Surgung* yaitu gerakan linear terhadap sumbu X.



akan linear terhadap sumbu Y.

can linear terhadap sumbu Z

1.1.4. Gerak Rolling

Gerakan *rolling* merupakan salah satu fenomena dari olah gerak kapal, dimana ketika Amplitudo gerakan *rolling* besar, maka akan dapat menimbulkan *capsizing* (Herbowo, Chrismiando & Iqbal, 2017). *Rolling* adalah gerakan putar pada sumbu memanjang kapal merupakan salah satu gerakan yang dominan dari pada waktu kapal berada di laut bebas. Gerakan ini merupakan gerak osilasi yang dialami oleh kapal. Gerakan *rolling* ini mempunyai karakteristik yang tidak menguntungkan bagi kapal yaitu dapat menimbulkan stres tambahan bagi struktur kapal, bisa menimbulkan suasana yang tidak menyenangkan bagi penumpang maupun awak kapal, dapat juga meningkatkan resiko putusnya pengikatan muatan serta naiknya biaya pengoperasian kapal. (Wibowo, Harso, & Nugroho, 2006)

Gerakan *rolling* kapal merupakan salah satu fenomena dari olah gerak kapal yang dapat berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Ketika Amplitudo gerakan *rolling* besar, maka akan dapat menimbulkan *capsizing*. Salah satu antisipasi bentuk anti-*roll* yang biasa digunakan adalah lunas bilga. Namun lunas bilga tidak terlalu efektif dibandingkan dengan active fins yang lebih efektif dalam mengurangi gerakan *rolling* kapal yang timbul pada saat kapal sedang berlayar (Imam, 2019)

1.1.5. Rolling Damping

Menurut Tanumoy (2019) *rolling* merupakan salah satu masalah besar dari berbagai gerak kapal di lautan. Kemajuan teknologi di bidang desain kapal merupakan salah satu keuntungan bagi para naval architects untuk mempelajari dampak gerak gelombang pada lambung kapal dan memberi desain terbaik untuk meminimalisir dampak dari gerak gelombang & memastikan pelayaran yang aman bagi para kru dan penumpang kapal. Salah satu kemajuan teknologi yang diterapkan pada kapal yaitu sebuah anti *rolling* system untuk mengurangi dampak dari gerak *rolling* kapal. Sistem ini terbagi menjadi 2 kelas, yakni :

1. Passive System : Sistem anti-*rolling* yang tidak memerlukan sumber tenaga terpisah atau sumber kontrol khusus. Contoh sistem ini yaitu bilge keel dan fins
2. Active system : Pada sistem ini, momen yang melawan gerakan *rolling* dihasilkan oleh massa yang bergerak atau permukaan kendali dengan bantuan tenaga. Contoh sistem ini yaitu anti-*rolling* tank

Menurunkan gerak *rolling* merupakan hal penting untuk meningkatkan keamanan dan kemudahan kapal dalam beroperasi. Cara terbaik untuk menurunkan



adalah dengan meningkatkan *roll* damping. Perangkat yang digunakan untuk meningkatkan *roll* damping adalah bilge keels, namun keels terbatas, sehingga diperlukan penambahan anti *roll* tank kontrol yang lebih dalam mengurangi gerakan *rolling* kapal. Passive tank merupakan salah satu jenis anti-*rolling* yang pada tank aliran fluida (Windén, 2009).

1.1.6. Gondola

Gondola pada kapal penelitian perikanan adalah struktur tonjolan di bawah lambung kapal yang berfungsi sebagai tempat pemasangan *transduser* dan instrumen akustik, seperti *echosounder* dan *sonar*. Gondola dirancang agar sensor berada lebih jauh dari gangguan aliran turbulen dan kebisingan mesin kapal. Penggunaan gondola sangat penting dalam kegiatan riset perikanan karena berfungsi untuk:

1. Menempatkan *transduser echosounder (single beam, multibeam, split beam)*
2. Mendeteksi dan mengestimasi stok ikan secara akustik
3. Mengamati distribusi dan perilaku ikan
4. Pengukuran parameter oseanografi, seperti kedalaman, lapisan air, dan struktur kolom air
5. Meningkatkan kualitas data akustik dengan mengurangi noise dan gelembung udara

Hubungan Gondola dengan Olah Gerak Kapal adalah Karena gondola berada di bawah lambung:

1. Gondola dapat mempengaruhi hambatan (*resistance*)
2. Berpengaruh terhadap *Heave* dan *Pitch*, khususnya saat gelombang

1.1.7. Cara Kerja Tangki Anti – Rolling

Sistem tangki anti *rolling* (*Anti-Rolling Tank System*) merupakan salah satu metode stabilisasi kapal yang berfungsi untuk meredam gerakan miring (*rolling*) yang diakibatkan oleh gelombang laut. Salah satu jenis sistem ini adalah *U-Tank Roll Damping System*, yaitu sistem peredam gulungan yang bersifat pasif dan bekerja dengan prinsip perpindahan massa air di dalam tangki berbentuk huruf "U". Tangki ini terdiri dari dua tangki samping (*wing tanks*) yang terletak di sisi kiri dan kanan kapal, dan dihubungkan oleh pipa air (*crossover duct*) yang dapat terletak di bawah (melalui *double bottom*) atau di atas dasar kapal. Selain itu, terdapat juga sistem saluran udara tertutup (*closed air duct system*) yang dilengkapi dengan katup yang dapat dioperasikan dari jarak jauh (*remote operated valves*).

Tangki ini umumnya diisi dengan air ballast. Cara kerja sistem ini adalah sebagai berikut: ketika kapal mengalami gerakan *rolling* akibat gelombang, air di dalam tangki akan mengalir dari satu sisi ke sisi lainnya melalui pipa penghubung. Aliran air ini menciptakan momen stabilisasi yang arahnya berlawanan dengan momen yang ditimbulkan oleh gelombang, sehingga dapat meredam Amplitudo gerakan *rolling*



tertutup berfungsi untuk mengatur tekanan dan laju aliran air a proses redaman dapat berjalan dengan optimal.

Untuk meningkatkan efektivitas, sistem ini dilengkapi dengan perangkat kendali otomatis (*monitoring and control system*) yang mampu merespons tangki sesuai dengan kondisi operasional kapal.

Sistem dapat beroperasi dengan aman dan efisien pada berbagai jenis laut. Keunggulan utama dari sistem U-Tank ini adalah sifatnya

yang pasif dan ekonomis, karena tidak memerlukan komponen mekanis yang kompleks serta perawatan yang relatif rendah. Sistem ini sangat cocok diaplikasikan pada kapal-kapal dengan variasi kondisi muatan yang tidak terlalu besar, seperti kapal tanker, kapal curah, dan kapal pendukung lepas pantai

1.1.8. Maxsurf

Software *Maxsurf* Untuk memaksimalkan penggunaan kapal cepat, dibutuhkan aplikasi yang tepat untuk menganalisis pendesainan kapal. *Maxsurf for Academic* adalah software freeware dalam untuk menganalisis desain kapal yang dapat didownload langsung dari *Maxsurf* provider (formsys) dengan batas waktu yang ditentukan. *Software* ini satu paket dengan *hydromax*, *hull speed*, *seakeeper*, *workshop* dan *span*. Pada *Maxsurf* sendiri digunakan untuk membuat *lines plan* dalam bentuk tiga dimensi, yang dapat memperlihatkan potongan *station*, *buttock*, *shear* dan tampilan tiga dimensi pada pandangan depan, atas, samping dan prespektif. Selain digunakan untuk membuat *lines plan* kapal juga dapat digunakan untuk membuat bentuk 3D yang lain seperti pesawat, mobil dan produk industri lainnya. Menurut fungsinya *Maxsurf* dibedakan menjadi enam:

1. *Maxsurf Modeller*

Sesuai namanya aplikasi *Maxsurf Modeller* difokuskan untuk membangun kapal secara keseluruhan, tersedia juga tampilan tiga dimensi yang akan memudahkan pengguna.

2. *Maxsurf Resistance VPP*

Maxsurf Resistance VPP berfokus di prediksi resisten yang akan ditemui pada pembangunan kapal.

3. *Maxsurf Structure*

Aplikasi ini khusus dikembangkan untuk menyelesaikan desain kapal yang berkenaan dengan struktur dan perkembangan pembangunan plat kapal.

4. *Maxsurf Stability*

Biasa digunakan untuk mengetahui kondisi dan stabilitas suatu kapal yang akan dianalisa.

5. *Maxsurf Motion*

Maxsurf Motion digunakan untuk menganalisis perkembangan gerak kapal.

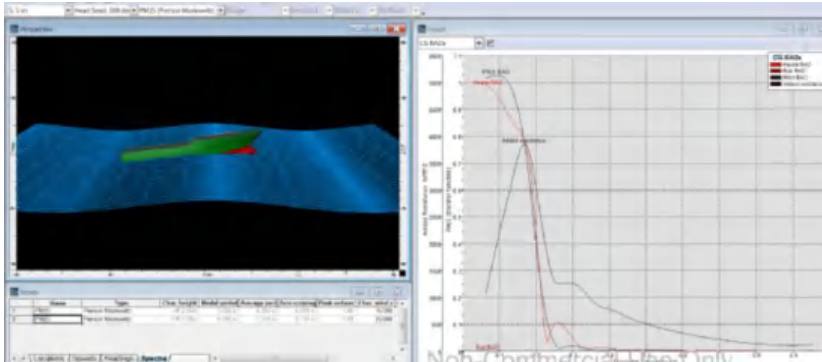
6. *Maxsurf Multiframe*

Maxsurf Multiframe berfokus untuk menghitung kekuatan struktur kapal.



1.1.9. Maxsurf Motion

Maxsurf Motion adalah program analisis *seakeeping* dengan menggunakan file geometri *Maxsurf* untuk menghitung respons kapal pada kondisi perairan yang telah ditentukan oleh pengguna. Dua metode yang tersedia untuk menghitung respon kapal, yaitu: metode teori strip linier dan metode panel. Sedangkan pilihan metode panel hanya tersedia di *Maxsurf* gerak maju (Bagiyo, 2019).



Gambar 4 Maxsurf Motion

Sumber : Bentley, 2013

Metode panel adalah analisis hidrodinamika difraksi orde pertama/radiasi di mana panel konstan menggunakan *Boundary Element Method* (BEM). Metode panel menghasilkan elemen analisis berdasarkan geometri dari permukaan NURBS pada file desain *Maxsurf*. Metode panel menghasilkan *Response Amplitude Operator* (RAO) untuk semua enam tingkat kebebasan (*6 degrees of freedom* atau 6DOF), meliputi: *surge*, *sway*, *Heave*, *roll*, *Pitch* dan *yaw*. Metode panel ini berlaku untuk rentang geometri yang sangat besar, namun dibatasi pada kecepatan maju nol (diam). Selain menghasilkan RAO, luaran metode panel juga mencakup massa dan redaman hidrodinamik, gaya gelombang dan momen, gaya dan momen drift, maupun tekanan pada permukaan basah kapal (Bagiyo, 2019).

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis respon gerak *rolling Heave* dan *Pitch* kapal perikanan pada kondisi gelombang tertentu.
2. Mengidentifikasi efek tangki anti-*rolling* terhadap Amplitudo dan periode *rolling* kapal.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Publikasi ilmiah mengenai eektivitas tangki anti-*rolling* pada kapal

keahlian akademik terkait analisis gerak kapal berbasis simulasi

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrodinamika Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan penelitian terhitung mulai dari bulan Maret 2024 sampai selesai.

2.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berbasis simulasi numerik, menggunakan *Maxsurf Motion*. Di mana analisis dilakukan melalui pemodelan kapal dan simulasi tinggi gelombang pada setiap perubahan sarat untuk mengetahui pengaruh tangki anti-rolling terhadap respon gerak kapal di gelombang.

2.3. Metode penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari bahan-bahan tertulis dari sumber data atau informasi lainnya yang terkait dengan penelitian. Adapun data sekunder adalah sebagai berikut:

1. Data sekunder adalah informasi yang diperoleh dari sumber yang sudah ada, data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis dari sumber data yang erat kaitannya dengan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini adalah:
 - A. Kajian Pustaka, merupakan metode pengambilan data dengan cara mempelajari literatur yang relevan dengan studi yang dilakukan.
 - B. Data Umum Kapal
 - C. Data Umum Tangki Anti-Rolling
 - D. Ukuran Utama Kapal
 - E. Ukuran Utama Tangki Anti-Rolling
 - F. Data Offset kapal Penelitian Ikan
 - G. Rencana Garis (Lines Plan) Kapal Penelitian Ikan

2.4. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan software *Maxsurf Modeller* untuk melakukan pemodelan kapal dan tangki serta *Maxsurf Motion* untuk mensimulasi dan run-up dari rekayasa penelitian yang dibuat, yaitu memasukkan data kapal dengan kesesuaian tinggi gelombang, arah datang gelombang dan

- a. Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, selanjutnya
- a.



2.4.1. Data Kapal

A. Ukuran Utama Kapal

Tabel 1 Ukuran Utama Kapal New Fishery Researcher No.1

Keterangan	Ukuran	Satuan
Length Over All (LOA)	60.379	m
Length Water Line (LWL)	59.103	m
Breath (B)	14.800	m
Depth (D)	6.100	m
Draught (T)	4.500	m
Kecepatan (V)	12	Knot

Sumber: 855-G1(R8)(H80071)- General Arrangement (2022)

B. General Arrangement Kapal New Fishery Researcher

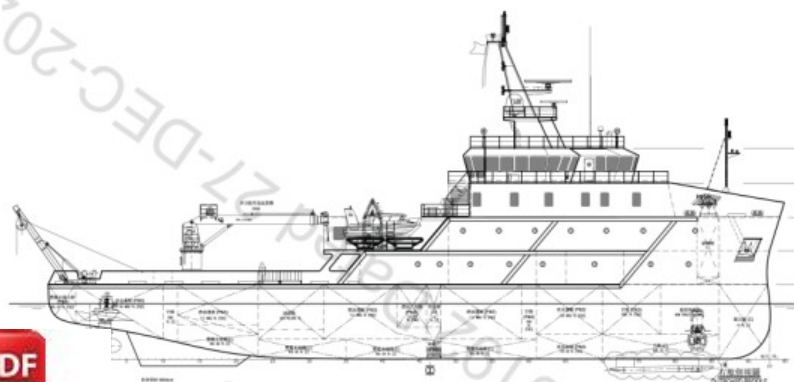
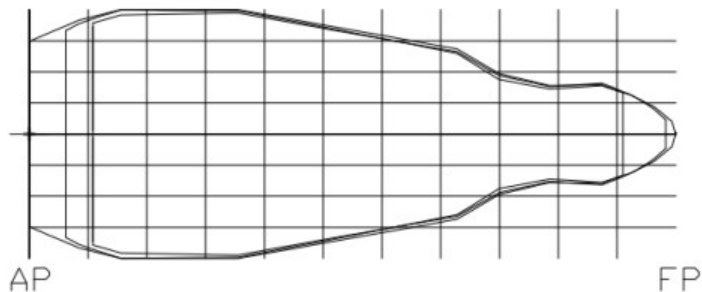
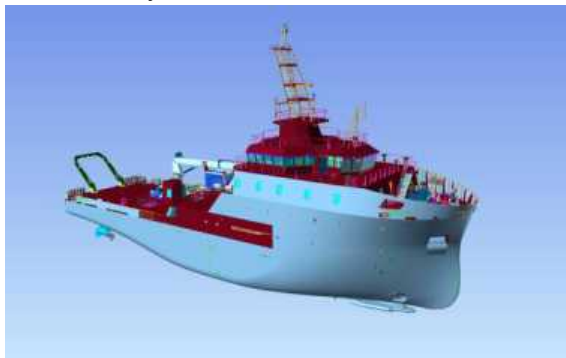


Diagram General Arrangement New Fishery Researcher No.1 (80071)-ABS GENERAL ARRANGEMENT.pdf



Gambar 8 Rencana Garis Air Gondola
 Sumber : Data olahan Maxsurf Modeller
 D. Model 3D New Fishery Researcher No.1



Gambar 10 3D Model New Fishery Researcher No.1
 Sumber : 60m_Fishery Research Vessel_USP H80071.Nwd

2.4.2. Data Tangki

A. Data Tangki Anti *Rolling*

Tabel 2 Ukuran Tangki Anti *Rolling*

<i>Keterangan</i>	Ukuran	Satuan
Panjang Tangki Longitudinal	5.4	m
Lebar Keseluruhan	14.8	m
AR	6.1	m
	2.8	m



B. Data Tangki Fuel Oil

Tabel 3 Ukuran Tangki Fuel Oil

Tank Name	Code	Spgr	Location	Load	Capacity	Weight	LCG	TCG	VCG	Max FSM
艙名	編碼	比重	肋位 (Frame)	裝載 (%)	容積 (m ³)	重量 (MT)	縱重心 (m)	橫重心 (m)	垂重心 (m)	最大自由液 面 (MT-m)
燃油日用艙(P)	FODAY.P	0.850	42~46	98.00%	23.0	19.52	26.400f	6.000p	4.326	3.69
燃油日用艙(S)	FODAY.S	0.850	42~46	98.00%	23.0	19.52	26.400f	6.000s	4.326	3.69
燃油沉澱櫃(P)	FOSETTL.P	0.850	48~52	98.00%	29.5	25.07	30.000f	6.000p	3.816	3.69
燃油邊艙(P)	FOWG1.P	0.850	52~59	98.00%	51.5	43.78	33.297f	5.997p	3.820	6.46
燃油邊艙(S)	FOWG1.S	0.850	48~59	98.00%	81.0	68.84	32.097f	5.998s	3.819	10.16
燃油邊艙(P)	FOWG2.P	0.850	32~46	98.00%	80.2	68.20	22.548f	6.000p	3.670	12.93
燃油邊艙(S)	FOWG2.S	0.850	32~46	98.00%	80.2	68.20	22.548f	6.000s	3.670	12.93
燃油邊艙(P)	FOWG3.P	0.850	12~23	98.00%	59.0	50.12	10.764f	5.986p	4.412	10.16
燃油邊艙(S)	FOWG3.S	0.850	12~23	98.00%	59.0	50.12	10.764f	5.986s	4.412	10.16
小計 Subtotals:				98.00%	486.3	413.37				



C. Data Tangki Fresh Water

Tabel 4 Ukuran Tangki Fresh Water

淡水艙 FRESH WATER TANKS

Tank Name	Code	Spgr	Location	Load	Capacity	Weight	LCG	TCG	VCG	Max FSM
艙名	編碼	比重	肋位 (Frame)	裝載 (%)	容積 (m ³)	重量 (MT)	縱重心 (m)	橫重心 (m)	垂重心 (m)	最大自由液 面 (MT-m)
淡水底艙(P)	FWDB1.P	1.000	61~70	100.00%	60.8	60.83	39.166f	2.943p	1.068	127.08
淡水底艙(S)	FWDB1.S	1.000	61~70	100.00%	47.1	47.06	39.053f	3.402s	1.087	92.59
淡水邊艙(P)	FWWG2.P	1.000	61~70	100.00%	53.9	53.92	39.151f	5.841p	4.153	8.55
淡水邊艙(S)	FWWG2.S	1.000	61~70	100.00%	53.9	53.92	39.151f	5.841s	4.153	8.55
淡水邊艙(P)	FWWG3.P	1.000	-2~10	100.00%	55.8	55.75	2.572f	5.915p	4.700	13.04
淡水邊艙(S)	FWWG3.S	1.000	-2~10	100.00%	55.8	55.75	2.572f	5.915s	4.700	13.04
小計 Subtotals:					327.3	327.25				

D. Data Tangki Ballast

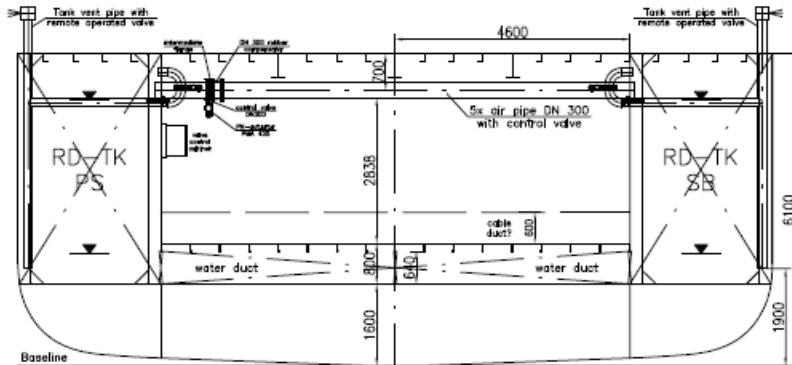
Tabel 5 Ukuran Tangki Ballast

海水壓載艙 BALLAST SEA WATER TANKS

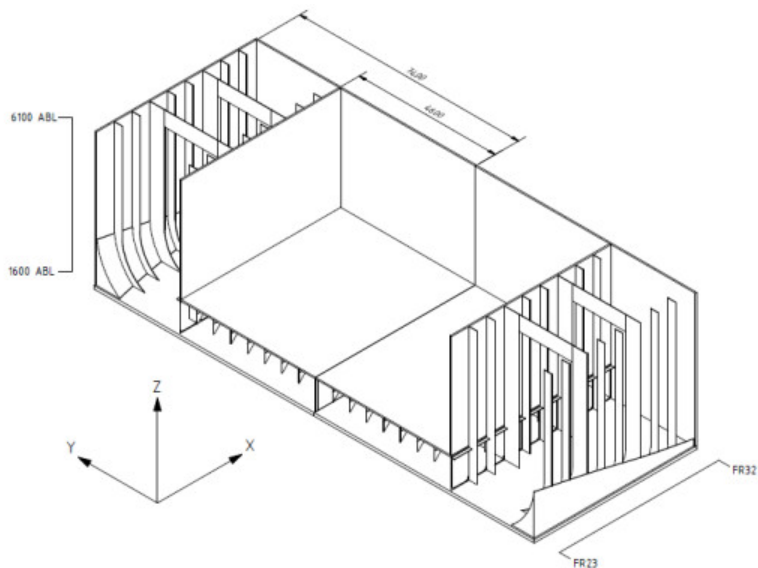
Tank Name	Code	Spgr	Location	Load	Capacity	Weight	LCG	TCG	VCG	Max FSM
艙名	編碼	比重	肋位 (Frame)	裝載 (%)	容積 (m ³)	重量 (MT)	縱重心 (m)	橫重心 (m)	垂重心 (m)	最大自由液 面 (MT-m)
壓載水底艙(C)	WBDB1.C	1.025	46~61	100.00%	135.5	138.93	32.603f	0	0.827	2,061.71
壓載水底艙(C)	WBDB2.C	1.025	35~46	100.00%	121.6	124.6	24.003f	0	0.825	1,761.59
壓載水底艙(C)	WBDB3.C	1.025	23~35	100.00%	133.3	136.63	17.668f	0	0.899	1,778.94
壓載水底艙(C)	WBDB4.C	1.025	12~23	100.00%	140.9	144.42	10.785f	0	1.913	1,003.85
壓載水艙尖艙(P)	WBAP.P	1.025	-6~-2	100.00%	38.9	39.87	2.195a	3.397p	4.878	70.57
壓載水艙尖艙(S)	WBAP.S	1.025	-6~-2	100.00%	38.9	39.87	2.195a	3.397s	4.878	70.57
小計 Subtotals:					609.1	624.32				



E. Arrangement Anti *Rolling* Tank

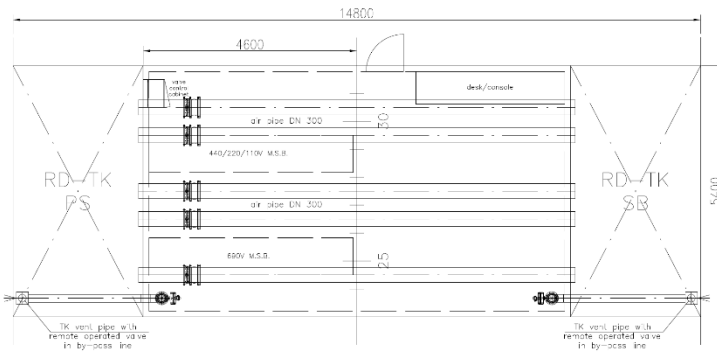


Gambar 11 Arrangement Tangki Anti *Rolling*
 Sumber : A-H80071_AntiRolling Approval.pdf



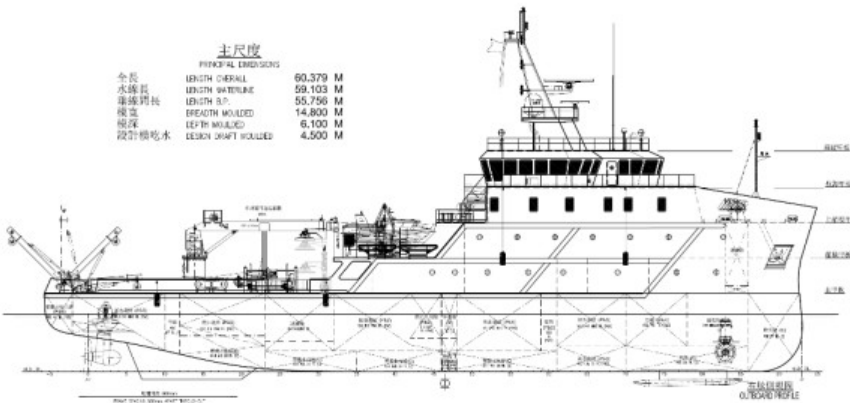
Gambar 12 3D Tangki Anti-*Rolling*
 Sumber : A-H80071 AntiRolling Approval.pdf



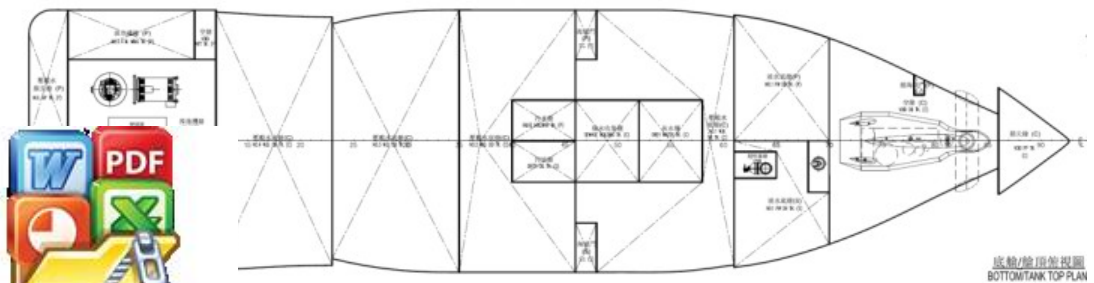


Gambar 13 Tampak Atas Keseluruhan Tangki Anti-Rolling
 Sumber : A-H80071_AntiRolling Approval.pdf

F. Capacity Plan Kapal New Fishery Researcher

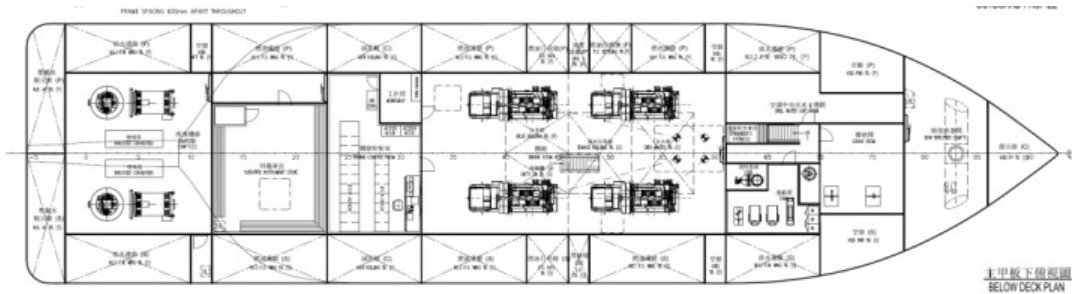


Gambar 14 Outboard Profile New Fishery Researcher No.1
 Sumber : A-H80071_AntiRolling Approval.pdf



an New Fishery Researcher No.1 Bottom/Tank Top
 tiRolling Approval.pdf

Optimized using
 trial version
www.balesio.com

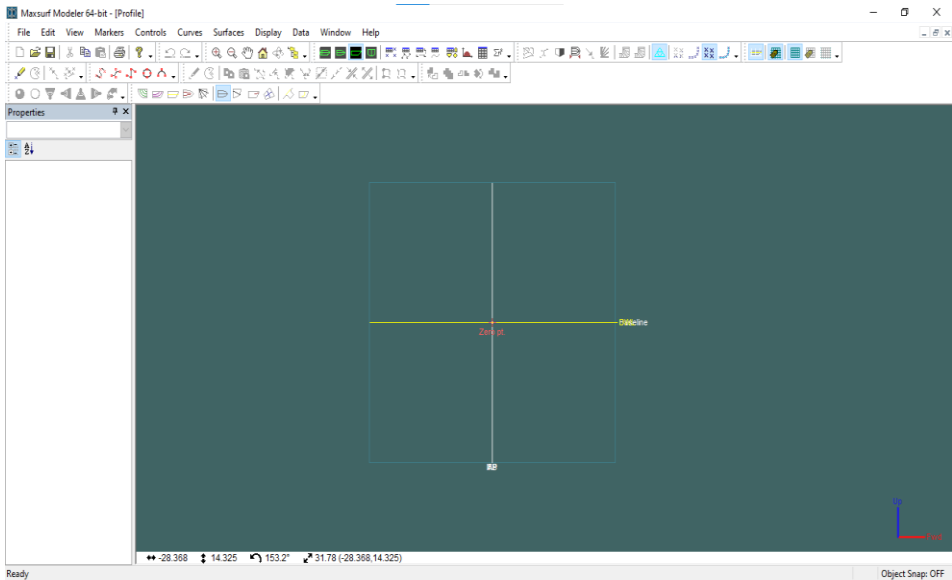


Gambar 16 Capacity Plan New Fishery No.1 Below Deck
 Sumber : A-H80071_AntiRolling Approval.pdf

2.4.3. Pemodelan Kapal Penelitian Perikanan

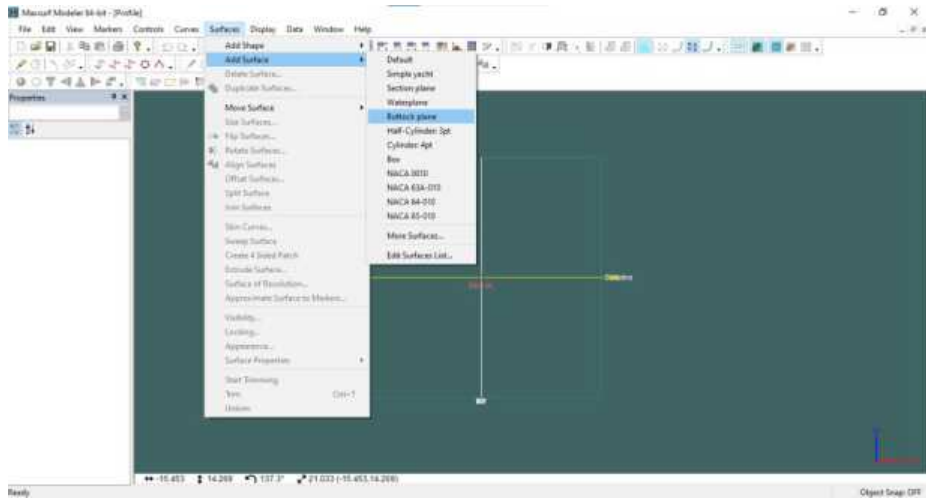
Pada tahapan ini, dilakukan pemodelan 3D kapal penelitian perikanan sesuai dengan lines plan. Adapun Langkah-langkah pembuatan model kapal penelitian perikanan di software *Maxsurf Modeller* yaitu sebagai berikut:

1. Membuka program *Maxsurf Modeller*, lalu pilih *profile* atau tampak samping



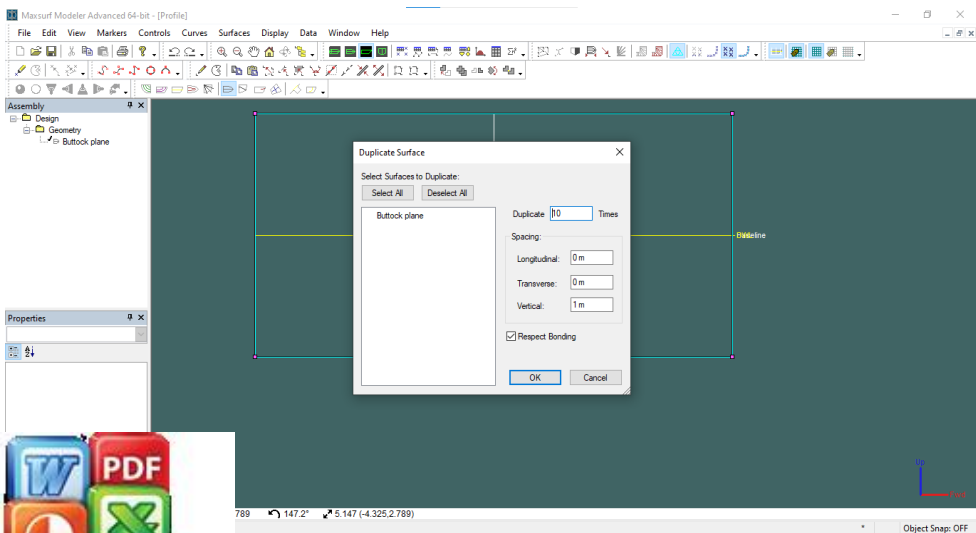
rofile
 1

- Pilih menu surface lalu add surface dan pilih *buttock plane*. Selanjutnya, masukkan ukuran panjang kapal LOA di tampilan *long pos*.



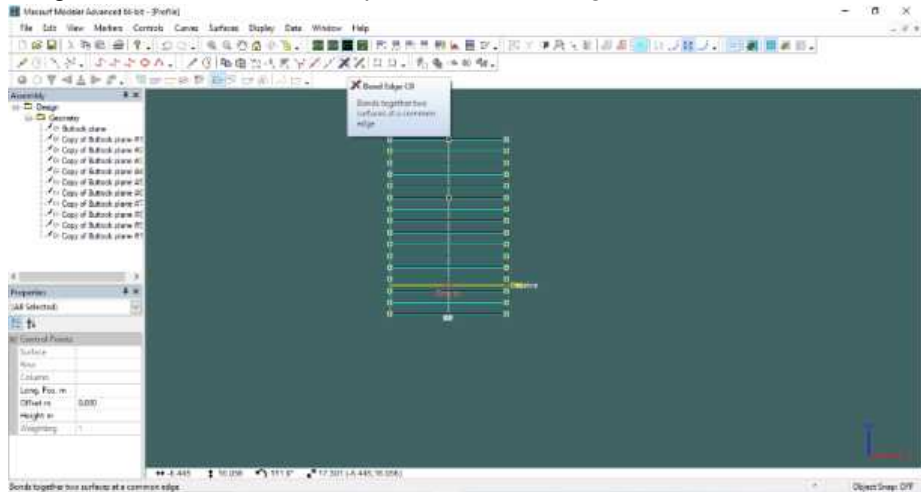
Gambar 18 Tampilan Add Surface
Sumber: Hasil olah data

- Selanjutnya tambahkan *add control point*. Setelah itu, pilih menu *surface* lalu *duplicate surface* sebanyak 10 karena yang di desain adalah kapal penelitian perikanan maka harus diperbanyak *surface*



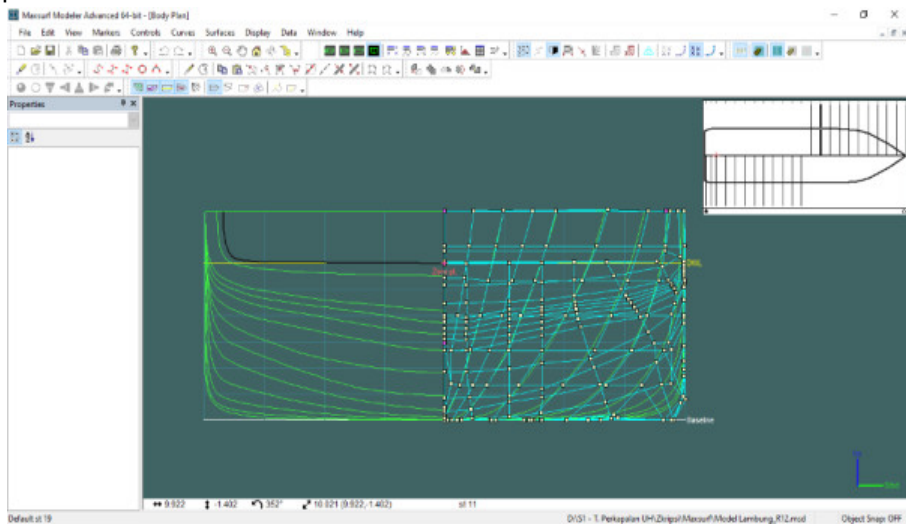
uplicate Surface

4. Setelah *duplicate surface* kemudian disambungkan masing-masing surface dengan memblok surface lalu pilih menu *bond edge*



Gambar 20 Tampilan Setelah Bond Edge Setiap Surface
Sumber: Hasil olah data

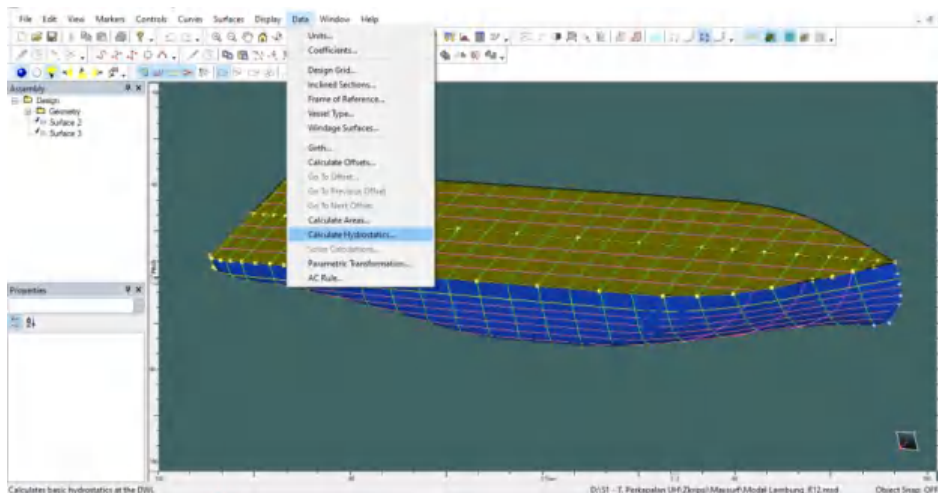
5. Selanjutnya masuk ditampak *body plan*, lalu *surface* tersebut kita buka satu persatu. Selanjutnya kita sesuaikan bentuk lambung pada kapal penelitian perikanan.



Gambar 21 Pembangunan Model Lambung



- Setelah bentuk lambung atau *body plan*-nya sudah jadi. Pilih menu data lalu *Calculate Hidrostatic*, pastikan nilai yang ada pada tabel telah sesuai dengan data yang dimiliki



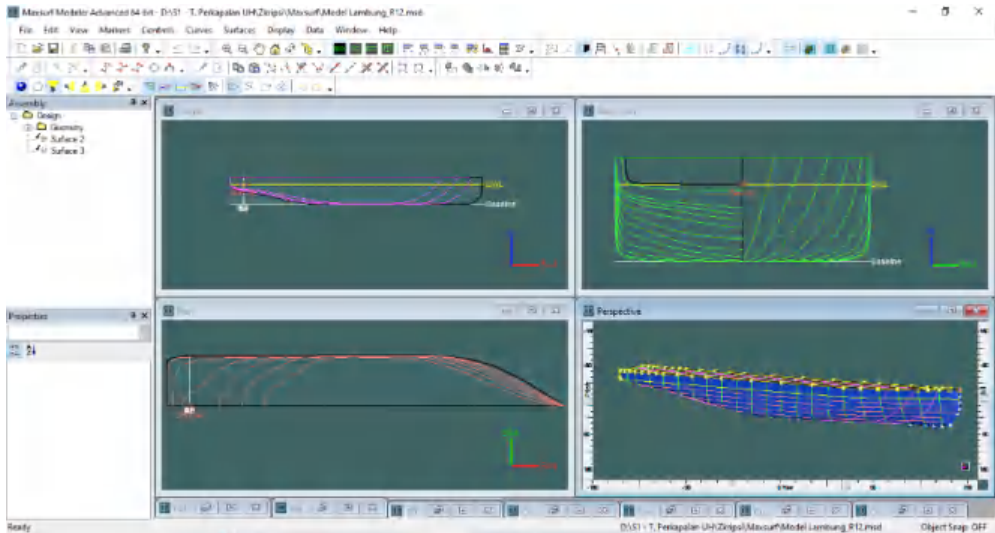
Gambar 22 Tampilan data untuk melakukan calculate hidrostatic
 Sumber: Hasil olah data

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	2623	t
2	Volume (displaced)	2558.569	m ³
3	Draft Amidships	4.500	m
4	WL Length	59.103	m
5	Beam max extents o	14.800	m
6	Wetted Area	1079.154	m ²
7	Max sect. area	65.372	m ²
8	Waterpl. Area	761.022	m ²
9	Prismatic coeff. (Cp)	0.662	
10	Block coeff. (Cb)	0.650	
11	Max Sect. area coeff	0.982	
12	Waterpl. area coeff.	0.870	
13	LCB length	26.125	from z
14	LCF length	22.857	from z
15	LCB %	44.202	from z

Gambar 23 Tampilan data Calculate Hidrostatic Hasil Permodelan



7. Jadilah model 3D kapal penelitian perikanan sesuai dengan *lines plan* kapal tersebut

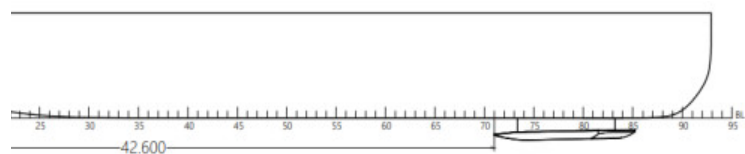
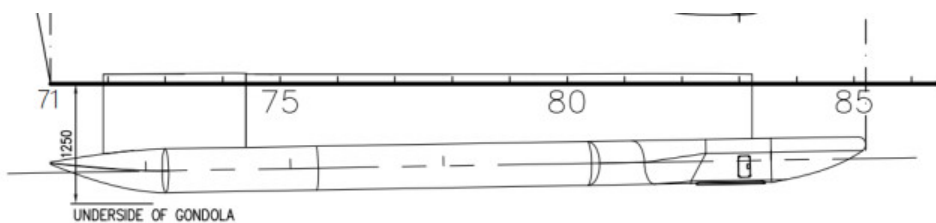


Gambar 24 Tampilan model Kapal New Fishery Researcher No.1

Sumber: Hasil olah data

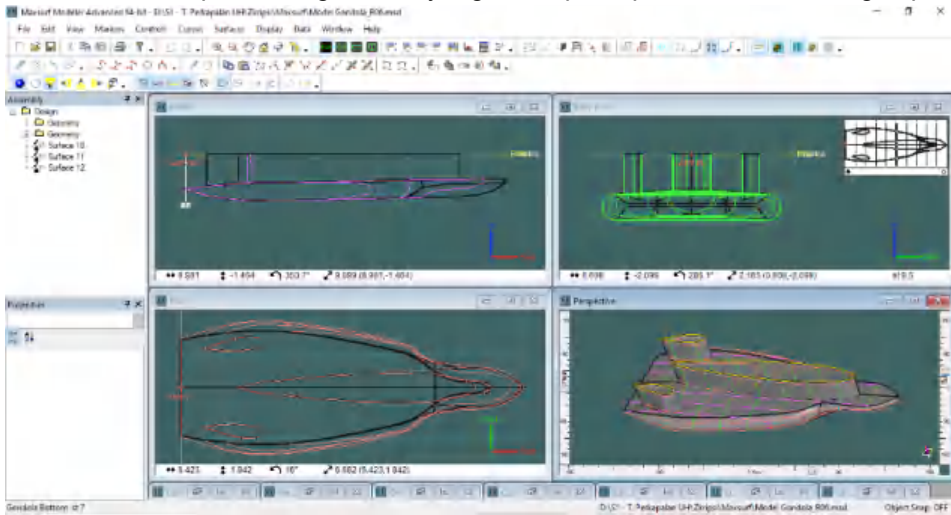
i. Pemodelan Kapal Penelitian Perikanan dengan Gondola

Setelah model kapal selesai dibuat dengan *Maxsurf Modeller*, tahapan selanjutnya adalah penambahan gondola. Gambar 21 mengilustrasikan letak gondola yang dipasang pada bagian *haluan* kapal penelitian perikanan, membentang dari frame 72 hingga 85. Posisi ini setara dengan 42,6 meter di depan Titik AP (After Perpendicular), sebagaimana tertera pada gambar. Penempatan ini didasarkan pada pertimbangan desain untuk mengakomodasi kebutuhan operasional sonar. Lebih detail lagi, sisi terendah gondola berjarak 1,25 meter dari baseline kapal.



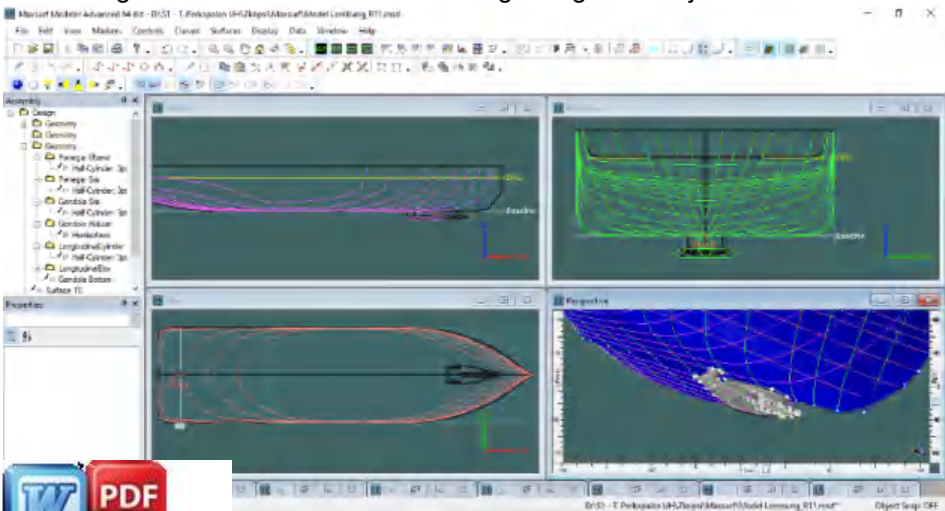
Langkah-langkah dalam menambahkan gondola menggunakan program *Maxsurf Modeller* yaitu sebagai berikut:

1. Setelah model kapal dibuat dengan menggunakan *Maxsurf* modeler, gondola akan dibuat terpisah dengan cara yang sama pada pembuatan lambung kapal.



Gambar 26 Tampilan Model Gondola
Sumber: Hasil olah data

2. Setelah gondola dibuat maka file akan digabungkan menjadi satu.

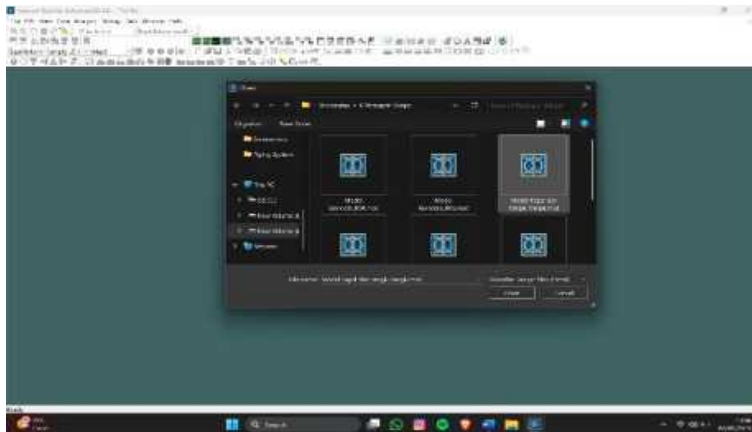


model setelah penambahan gondola

2.4.5 Membuat Tangki Tangki Untuk Model Kapal dengan *Maxsurf Stability*

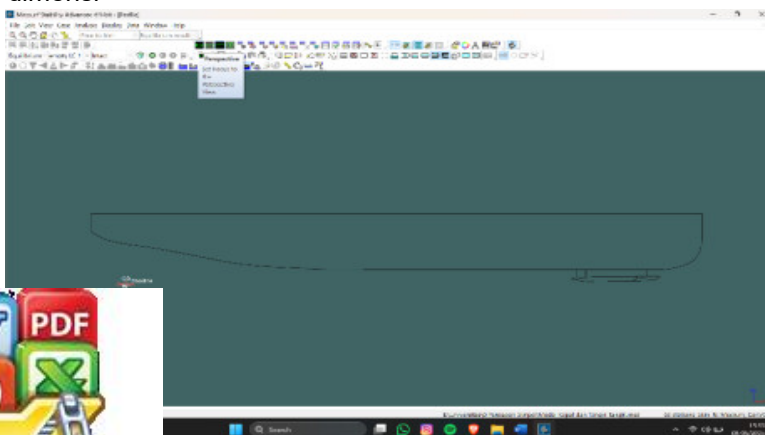
Pada tahap ini model kapal yang sudah dibuat akan dibuatkan tangki tangki dengan membuat kompartemen kompartemen tangki New Fishery Researcher No.1. Adapun langkah langkah pengerjaannya sebagai berikut:

1. Membuka program *Maxsurf Stability* dan membuat lembar kerja baru dengan memilih file lalu open design. Selanjutnya, membuka file yang telah dibuat di *Maxsurf Modeller*

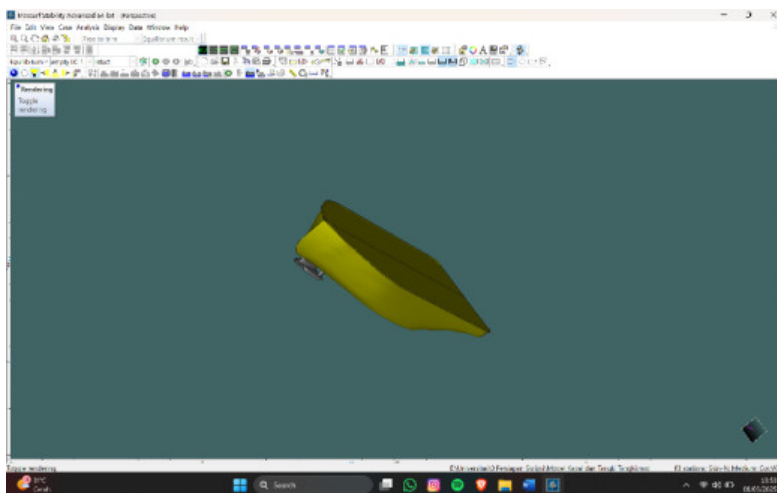


Gambar 28 Tampilan awal *Maxsurf stability*
 Sumber: Hasil olah data

2. Setelah membuka file model kapal, tampilan modelnya akan seperti gambar di bawah. Pindahkan tampilan model menjadi 3D agar lebih mudah melihat model dan hasil pembuatan tangki nantinya. Pilih *Perspective* di bagian atas yang memiliki lambang berwarna hijau agar berpindah perspektif tampak model, kemudian pilih rendering agar tampilan garis model menjadi 3 dimensi

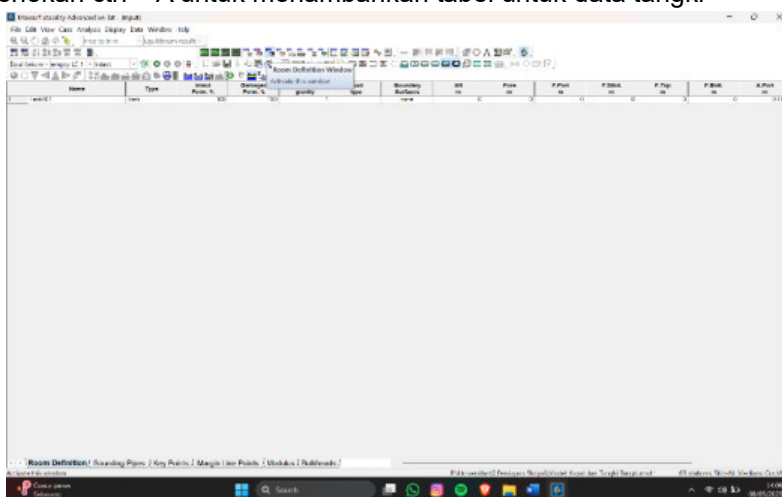


odel kapal di *Maxsurf stability*



Gambar 30 Tampilan model kapal 3D di *Maxsurf Stability*
 Sumber: Hasil olah data

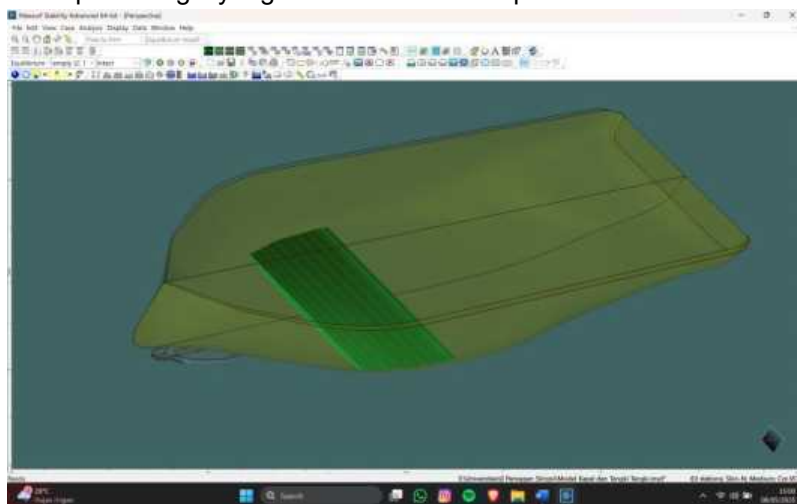
- Langkah berikutnya yaitu mengisi data data tangki yang ada di kapal *New Fishery Researcher No.1* dengan membuka *Room Definition Window*. Lalu menekan *ctrl + A* untuk menambahkan tabel untuk data tangki



Gambar 31 Tampilan *Room Definition Window*
 Sumber: Hasil olah data



4. Inilah tampilan tangki yang sudah selesai di isi pada tabel.



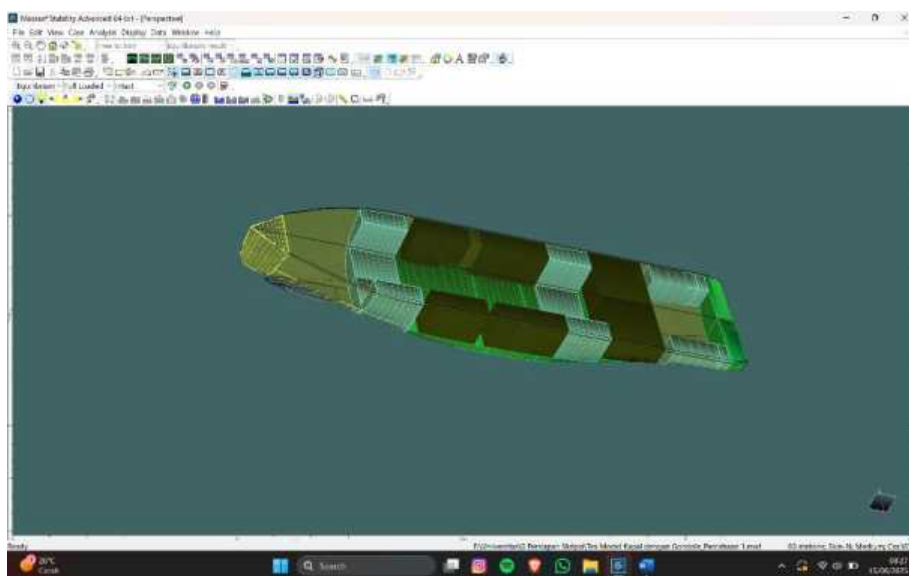
Gambar 32 Tampilan 3D tangki water ballast yang sudah selesai dibuat
 Sumber: Hasil olah data

5. Lanjutkan mengisi semua data tangki pada Room Definition Window, dan inilah hasilnya apabila semua tangki sudah selesai di isi semua

Name	Type	Material	Density	Specific Gravity	Fluid Name	Boundary Condition	g0 m	g1 m	F Area m ²	F Volume m ³	F Top m	F Bot m	g Point m
1. Anti-Kolig Kamar A	Yes	100	100	-	Fresh Water	none	10.0	10.1	0.001	7.4	0.0	1.00	2.01
2. Anti-Kolig Kamar B	Yes	100	100	-	Fresh Water	none	10.0	10.2	0	0.001	1.00	1.00	2.01
3. Anti-Kolig Kamar C	Yes	100	100	-	Fresh Water	none	10.0	10.2	-7.001	-6.001	1.00	1.00	2.01
4. Anti-Kolig Kamar D	Yes	100	100	-	Fresh Water	none	10.0	10.2	-4.001	0	1.00	1.00	2.01
5. Water Ballast (Kamar A) Port 1	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	37	39.0	1.4	7.4	1.01	0	2.01
6. Water Ballast (Kamar B) Port 2	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	7	37	7.4	7.4	1.01	0	2.01
7. Water Ballast (Kamar C) Port 3	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	10.0	21	-7.4	7.4	1.01	0	2.01
8. Water Ballast (Kamar D) Port 4	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	7.4	10.0	-6.001	6.001	1.01	0	2.01
9. Fresh Water Tank (S1) Port 1	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	30.0	42	0	1.12	2.01	0	2.01
10. Fresh Water Tank (S2) Port 2	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	30.0	42	-1.12	0	2.01	0	2.01
11. Fresh Water Tank (S3) Port 3	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	30.0	42	4.001	7.4	4.001	2.01	2.01
12. Fresh Water Tank (S4) Port 4	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	30.0	42	7.401	4.001	4.001	2.01	2.01
13. Water Ballast (Kamar A) Port 5	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	-3.378	-1.0	0	7.4	0.01	2.01	2.01
14. Water Ballast (Kamar B) Port 6	Yes	100	100	1.025	Sea Water	none	-3.378	-1.7	0.001	0	0.01	2.01	2.01
15. Fuel Oil (Kamar A) Port 7	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	31.2	30.4	-0.801	7.4	0.01	1.01	2.01
16. Fuel Oil (Kamar B) Port 8	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	30.8	30.4	0.001	-0.001	1.01	1.01	2.01
17. Fuel Oil (Kamar C) Port 9	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	18.7	20.2	-7.4	4.001	4.001	1.01	2.01
18. Fuel Oil (Kamar D) Port 10	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	18.7	20.2	0.001	1.401	0.01	1.01	2.01
19. Lubricant Oil	Yes	100	100	0.9	Lubric Oil	none	27.0	28.4	0.001	7.4	4.01	0.01	2.01
20. Fuel Oil Day (Kamar A)	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	25.2	27.0	-0.001	1.401	1.01	0.01	2.01
21. Fuel Oil Day (Kamar B)	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	23.2	27.0	-7.4	0.001	1.01	0.01	2.01
22. Fuel Oil Day (Kamar C)	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	7.4	10.0	0	0.0	0.01	0.01	2.01
23. Fuel Oil Day (Kamar D)	Yes	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	7.4	10.0	-0.001	0	0.01	0.01	2.01
24. Fresh Water Tank (S1) Port 1	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	1.2	0	0.001	7.4	0.01	1.00	2.01
25. Fresh Water Tank (S2) Port 2	Yes	100	100	1	Fresh Water	none	-1.2	0	-7.401	-6.001	0.01	1.00	2.01

Gambar 33 Tampilan Room Definition Windows setelah di isi semua data
 Sumber: Hasil olah data





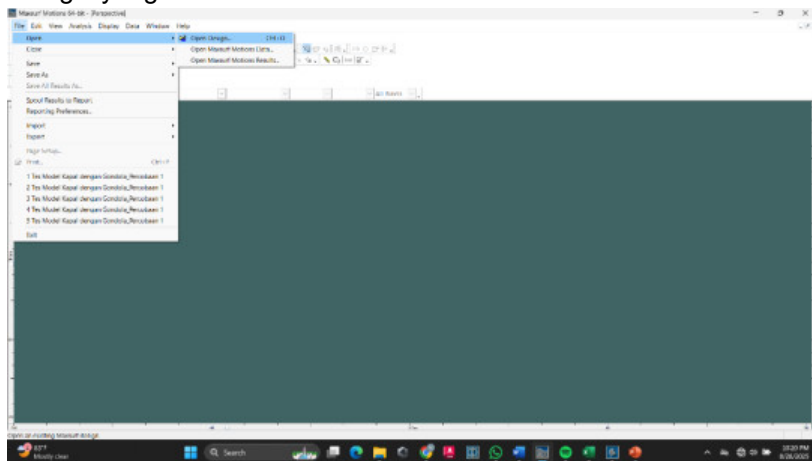
Gambar 34 Tampilan 3D seluruh tangki kapal New Fishery Researcher No.1
Sumber: Hasil olah data



2.4.6 Perhitungan *Motion*

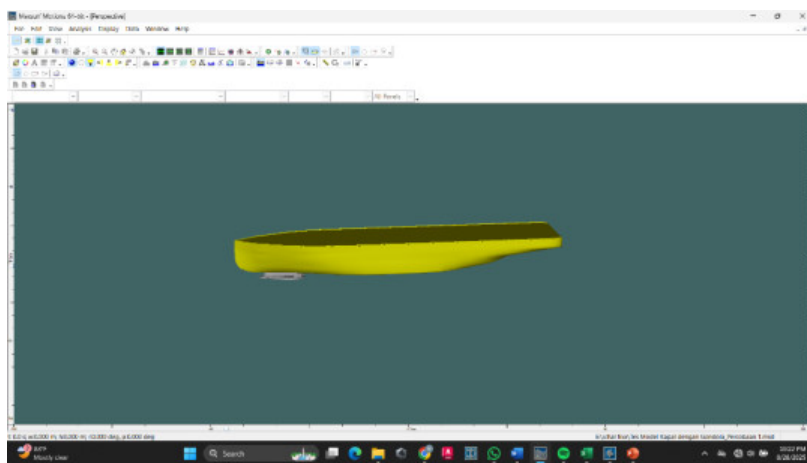
Setelah pemodelan kapal dan tangki di lakukan, selanjutnya penentuan Parameter tinggi gelombang. Untuk tinggi gelombang yang di gunakan yaitu setinggi 0,8 meter dan 1,6 meter. dengan arah datang gelombang *Following Sea* (180°).

1. Pertama yaitu membuka *Maxsurf Motion* memilih *open design* untuk membuka model kapal dan tangki yang telah di buat.



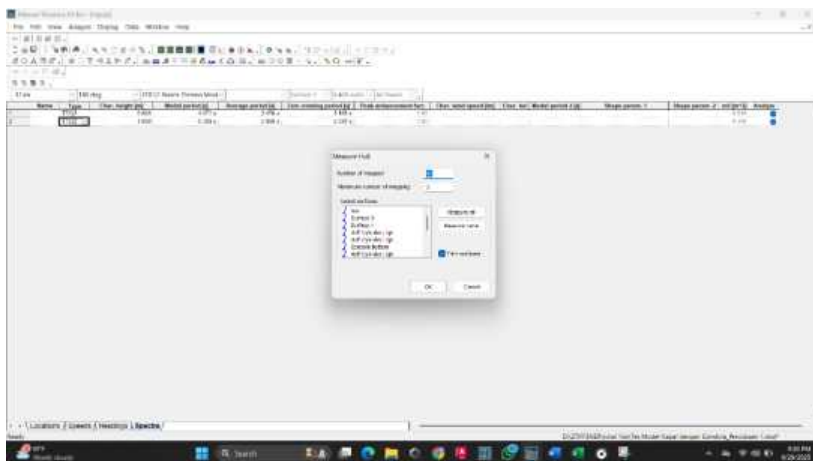
Gambar 35 Tampilan maxurf *Motion*

Sumber : Hasil olah data



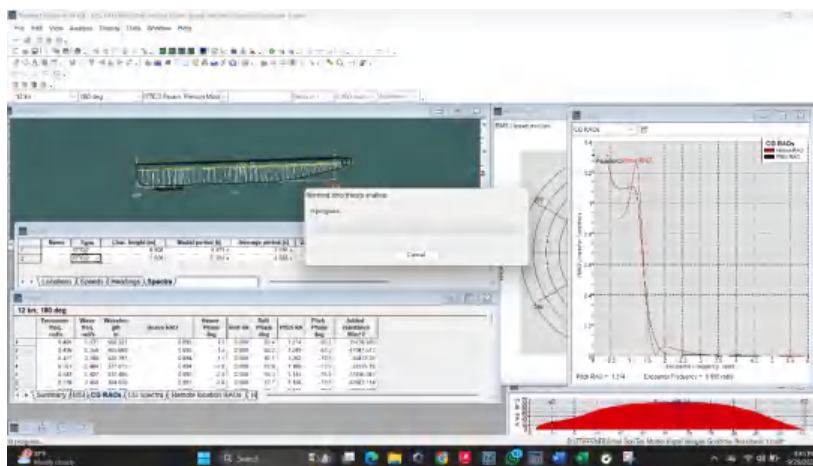
odel kapal New Fishery Researcher
a

2. Kemudian, masukkan nilai tinggi gelombang, *headings*, *speed*, *spectra*, draf kapal dan memilih metode yang di gunakan untuk *Analysis*.



Gambar 37 Tampilan data tinggi gelombang, headings, speed, spectra, draf kapal
 Sumber : Hasil Pengolahan data

3. Setelah seluruh data dimasukkan, dilakukan proses *Start Solve Seakeeping Analysis*



Gambar 38 Proses *Analysis solve seakeeping*



No.	Item	m0	Units	RMS	Units	Significant amplitude	Units	Modal (peak) T_0 (w_0)	Mean (centroid) T_bar (w_bar)	Mean zero-crossing T_z (w_z)	Period units (Frequency units)
1	Modal period	4.472	s	--	--	--	--	--	--	--	
2	Characteristic wave height	0.8	m	--	--	--	--	--	--	--	
3	Spectrum type	ITTC(2 Param. Pierson Moskowitz)		--	--	--	--	--	--	--	
4	Wave heading	180	deg	--	--	--	--	--	--	--	
5	Vessel Speed	12	kn	--	--	--	--	--	--	--	
6	Vessel displacement	2397.503	m ³		Monohull	--	--	--	--	--	
7	Vessel GMT	2.625	m	--	--	--	--	--	--	--	
8	Vessel trim	0.7	deg	--	--	--	--	--	--	--	
9	Vessel heel	0	deg	--	--	--	--	--	--	--	
10	Transom method	Transom terms		--	--	--	--	--	--	--	
11	Wave force method	Arbitrary wave heading		--	--	--	--	--	--	--	
12	Added res. method	Salvesen		--	--	--	--	--	--	--	
13	Pitch gyradius	14.75	m	--	--	--	--	--	--	--	
14	Roll gyradius	5.953	m	--	--	--	--	--	--	--	
15	Wave spectrum	0.04	m ²	0.2	m	0.4	m	4.473 (1.40)	3.456 (1.82)	3.197 (1.97)	s (rad/s)
16	Encountered wave spectrum	0.04	m ²	0.2	m	0.4	m	2.479 (2.53)	1.479 (4.25)	1.089 (5.77)	s (rad/s)
17	Added resistance	1562.161	N	--	--	--	--	2.767 (2.27)	2.082 (3.02)	1.980 (3.17)	s (rad/s)
18	Heave motion	0	m ²	0.008	m	0.016	m	4.429 (1.42)	3.511 (1.79)	3.372 (1.86)	s (rad/s)
19	Roll motion	0	deg ²	0	deg	0	deg	2.827 (2.22)	2.250 (2.79)	2.143 (2.93)	s (rad/s)
20	Pitch motion	0.002	deg ²	0.045	deg	0.09	deg	4.110 (1.53)	3.565 (1.76)	3.407 (1.84)	s (rad/s)
21	Heave velocity	0	m ² /s ²	0.015	m/s	0.03	m/s	4.388 (1.43)	2.951 (2.13)	2.800 (2.24)	s (rad/s)
22	Roll velocity	0	(rad/s) ²	0	rad/s	0	rad/s	2.395 (2.62)	1.849 (3.40)	1.763 (3.56)	s (rad/s)
23	Pitch velocity	0	(rad/s) ²	0.00145	rad/s	0.00291	rad/s	4.014 (1.57)	2.868 (2.19)	2.653 (2.37)	s (rad/s)
24	Heave acceleration	0.001	m ² /s ⁴	0.034	m/s ²	0.068	m/s ²	2.834 (2.22)	2.367 (2.65)	2.225 (2.82)	s (rad/s)
25	Roll acceleration	0	(rad/s) ²	0	rad/s/s	0	rad/s/s	1.663 (3.78)	1.547 (4.06)	1.494 (4.21)	s (rad/s)
26	Pitch acceleration	0.00001	(rad/s) ²	0.00344	rad/s/s	0.00688	rad/s/s	3.876 (1.62)	2.089 (3.01)	1.947 (3.23)	s (rad/s)

Gambar 39 Hasil *Summary Analysis*
 Sumber : Hasil olah data



Hasil *running Motion* telah selesai selanjutnya adalah melakukan analisis Amplitudo gerak kapal dan RAO untuk mengevaluasi pengaruh efek tangki anti-rolling di berbagai kondisi perubahan draf kapal pada ketinggian gelombang 0.8 meter dan 1.6 meter.

1. Langkah pertama adalah memasukkan semua data hasil running ke dalam excel untuk menentukan perbandingan periode dan frekuensi gelombang dan Amplitudo gerak kapal
2. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai frekuensi gelombang di gunakan persamaan matematis yaitu $\omega_w = \sqrt{\frac{2\pi g}{L_w}}$
Sedangkan untuk frekuensi kapal terhadap gelombang di gunakan persamaan matematis yaitu $\omega_e = \omega_w - \frac{\omega_w}{g} v \cos\mu$
3. Selanjutnya mengkonversi setiap perubahan kondisi kapal menjadi draf kapal

Tabel 6. Konversi Perubahan Kondisi ke draft kapal

Kondisi	Draf	Keterangan	Δ
1	4.296	100% full tangki anti rolling, full consumable	2397.503
2	5.104	100% level air anti rolling, full ballast	3031.124
3	3.227	100% level air anti rolling, 10% consumable	1622.915
4	4.710	50% level air anti rolling, full consumable	2651.642
5	5.029	50% level air anti rolling, full ballast	2967.221
6	3.144	50% level air anti rolling, 10% consumable	1558.005
7	4.176	20% level air anti rolling, full consumable	2294.762
8	4.984	20% level air anti rolling, full ballast	2928.91
9	1.304	20% level air anti rolling, 10% consumable	511.476

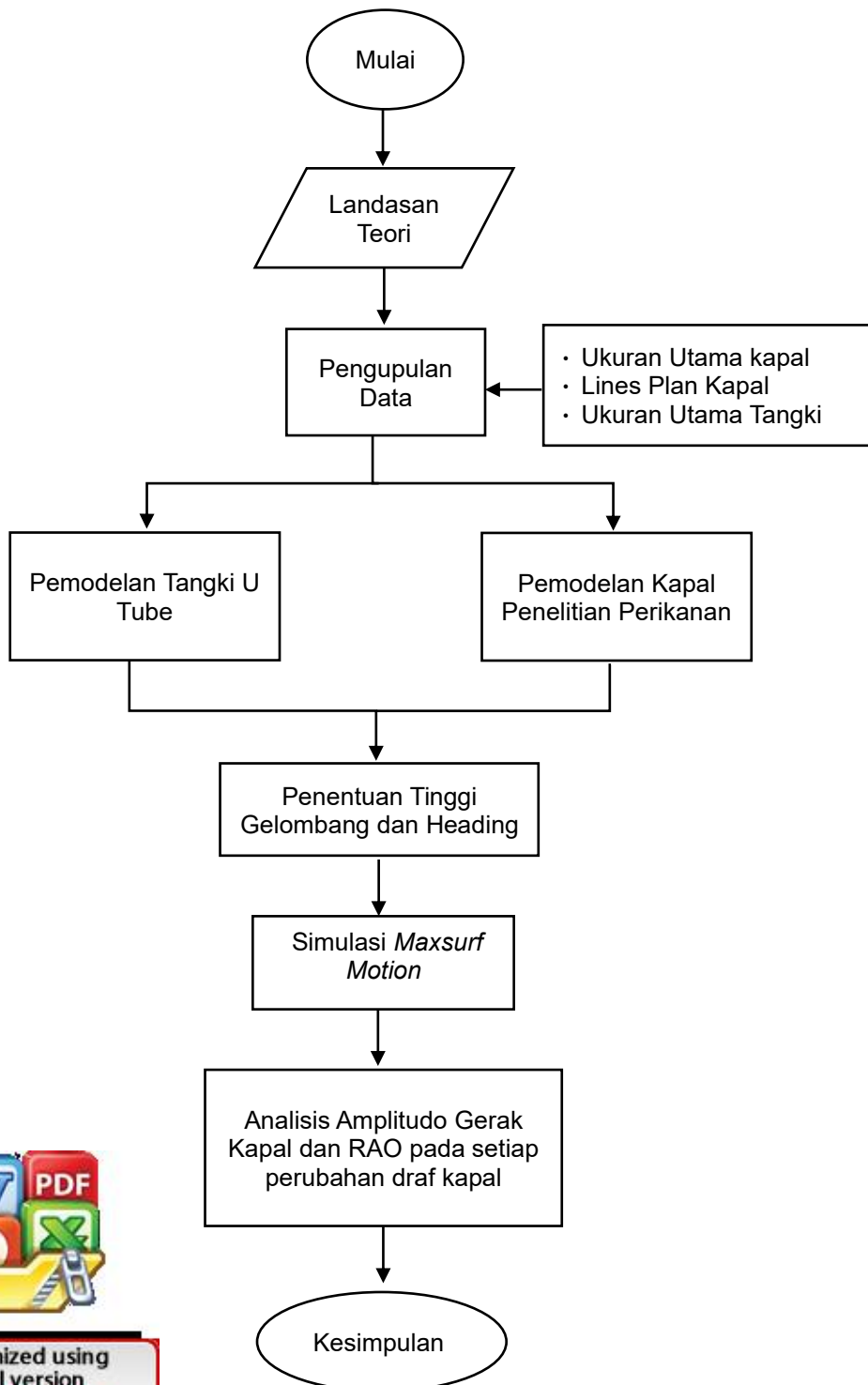
4. Setelah proses analisis data selesai, hasil perbandingan Amplitudo *Pitch* dan *Heave* pada ketinggian gelombang 0,8 meter dan 1,6 meter

Tabel 6. Perbandingan Amplitudo Gerak Kapal dengan perubahan draft

Draf	Amplitudo <i>Pitch</i> (0,8)	Amplitudo <i>Pitch</i> (1,6)	Units	Amplitudo <i>Heave</i> (0,8)	Amplitudo <i>Heave</i> (1,6)	Units
1.304	0.35	2.14	deg	0.058	0.401	m
3.144	0.14	1.54	deg	0.026	0.372	m
3.227	0.13	1.5	deg	0.025	0.361	m
4.176	0.094	1.32	deg	0.017	0.342	m
4.296	0.09	1.33	deg	0.016	0.335	m
5.029	0.079	1.27	deg	0.014	0.343	m
5.104	0.073	1.38	deg	0.012	0.315	m
5.029	0.072	1.39	deg	0.012	0.312	m
4.710	0.07	1.4	deg	0.011	0.308	m



2.5 Kerangka Pikir





Optimized using
trial version
www.balesio.com