

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baling-baling adalah komponen vital untuk keselamatan pengoperasian kapal di laut. Oleh karena itu penting untuk memastikan bahwa baling-baling kapal memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan gaya yang bekerja padanya (Sagar. 2013). Peningkatan dalam kekuatan dan kecepatan kapal menuntut perangkat propulsi yang dirancang untuk memberikan efisiensi maksimum dan menyerap daya minimum, dengan kavitasi, kebisingan, dan getaran minimum. Bilah baling-baling diberi bentuk sedemikian rupa sehingga ketika diputar di air, ia bertindak seperti pompa dan mendorong massa air ke belakang (Kekan, 2012). Propeller dengan prinsip kerjanya yaitu untuk memindahkan yang awalnya dari tenaga rotasi menjadi daya dorong (thrust) pada suatu fluida (air), menghasilkan perbedaan tekanan antara permukaan depan dan belakang. Dikarenakan pada foil tersebut terjadi perbedaan kecepatan menyebabkan adanya perbedaan tekanan pada daun yang akhirnya terjadi kavitasi, sedangkan kavitasi yaitu timbulnya atau terbentuknya suatu gelembung-gelembung gas pada bagian daun propeller dikarenakan tekanan menurun dengan suhu yang tetap akan menyebabkan terjadi penguapan walaupun air akan mendidih atau menguap pada suhu 100 derajat celcius. Apabila suatu daun propeller mengalami kavitasi maka akan sangat dirugikan seperti terjadi kerusakan material pada daun bisa berlubang ataupun patah yang akan menyebabkan menurunnya efisiensi propeller sehingga daya dorong berkurang, bisa terjadi kebisingan dan getaran. Secara umum suatu cairan dikatakan mengalami kavitasi jika didalam cairan tersebut terlihat adanya gelembung yang terbentuk akibat turunnya tekanan. Banyak penyebab yang dapat menimbulkan kavitasi. Contoh yang paling umum mengenai kavitasi adalah air yang mendidih. Dalam air yang mendidih tekanan uap naik akibat naiknya suhu air. Dalam hidrodinamika kelautan kavitasi umumnya disebabkan karena aliran. Aliran kavitasi demikian itu merupakan aliran dua fase yang terdiri dari cairan dan uap cairan itu, dan transisi fase tersebut ditimbulkan karena perubahan tekanan hidrodinamis (Arifin 2019). kavitasi adalah proses kerusakan permukaan dan hilangnya material akibat pembentukan dan runtuhnya kantong uap atau gas (gelembung) di dalam suatu cairan. Fenomena ini biasanya terjadi ketika tekanan lokal dalam cairan turun di bawah tekanan uap, menyebabkan gelembung terbentuk dan kemudian runtuh dengan hebat ketika bergerak ke daerah dengan tekanan lebih tinggi. Runtuhnya gelembung ini menghasilkan



Isif berdurasi pendek dengan amplitudo tinggi yang dapat n kerusakan signifikan pada permukaan, seperti lubang, deformasi, igan material (Pham-Thanh. 2014). Baling-baling secara terbuat dengan material baja, aluminium dan besi tuangan. ulai berganti ke material NAB (nikel aluminium perak), jenis material yak digunakan untuk pembuatan baling-baling kapal. Beberapa

dekade setelah itu kembali meneliti baling-baling dengan material Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP) Komposit polimer yang diperkuat serat alami (NFRP) secara khusus telah diteliti lebih luas dalam beberapa tahun terakhir untuk aplikasi potensial mereka di berbagai bidang (Kumar. 2020). Perbandingan yang paling relevan antara NFRP dan komposit sintetis dalam hal sifat mekanik dan kinerja, yang paling penting faktor pemilihan material di bidang manufaktur. Maka dengan ini penelitian saya akan menjelaskan bagaimana daun baling-baling untuk kapal ikan dapat menggunakan jenis baling-baling berbahan Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP) dengan tetap memperhatikan segala aspek dalam pembuatan baling-baling.

Dilatar belakangi oleh permasalahan tersebut seperti yang dijelaskan di atas, maka peneliti tertarik melakukan sebuah penelitian dengan judul **“Penggunaan Material Natural-Fiber-Reinforced Polymer (NFRP) Terhadap Kavitasi Propeller”**.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menunjukkan pengaruh Material Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP) terhadap kavitasi propulsi.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk Adapun manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian ini untuk Memberikan Gambaran Tentang Pengaruh Material Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP) Terhadap Kavitasi Propeller

1.3 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, maka permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada hal-hal berikut:

- a) Penelitian menggunakan software Ansys CFX R23.2
- b) Tipe propeller Wageningen B-Series
- c) Material Propeller Menggunakan Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)
- d) Perbandingan hasil simulasi CFX dengan material Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)
- e) Tidak mengikutsertakan pengaruh kemudi kapal
- f) Model yang dirancang dalam keadaan “Open Water”

1.4 Teori

1.4.1. Propeller

Baling-baling atau yang dikenal juga propeller merupakan alat penggerak yang
 1 Gerakan relative dengan memaksa fluida yang ada disekitarnya
 2 ar secara aksial dengan memanfaatkan sudu berputar secara
 3 dipasang pada poros serta dibantu oleh mesin (Matinez, Isidoro.



- i. baling-baling pitch yang dapat dikontrol (CPP), juga dikenal sebagai pitch variable baling-baling (VPP), Baling-baling tipe CPP memiliki hub yang relatif lebih besar dibandingkan dengan baling-baling FPP karena hub harus memiliki ruang untuk Mekanisme yang diaktifkan secara hidrolik untuk mengontrol pitch (sudut) sudu. Selain itu, karena hub yang relatif lebih besar, efisiensi baling-baling sedikit lebih rendah. (Kekan. 2012). CPP dapat memutar setiap bilah di sekitar poros spindelnya. Bilahnya duduk di atas telapak bilah yang memiliki dasar melingkar berpusat pada sumbu putarnya. Telapak tangan membentuk sebagian dari hub. Pisau itu dibaut ke hub melalui lubang baut di telapak tangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 CPP untuk sistem propulsi dirancang untuk memberikan efisiensi propulsi tertinggi untuk segala kondisi beban. Saat kapal terisi penuh dengan kargo, propulsi yang dibutuhkan pada kecepatan kapal tertentu jauh lebih tinggi daripada saat kapal kosong. Dengan menyesuaikan pitch blade, efisiensi optimal dapat diperoleh dan bahan bakar dapat dihemat. CPP juga meningkatkan kemampuan manuver kapal oleh karena itu sebagian besar digunakan untuk kapal, kapal tanker ulang-alik, feri, dan kapal serupa yang membutuhkan kemampuan manuver tingkat (Kekan. 2012).



Gambar 1 Controllable Pitch Propeller
Sumber: Propellers (2023)

- ii. baling-baling pitch tetap (FPP), ditunjukkan pada Gambar 2 Di sisi lain, FPP memiliki bilah yang dibaut ke hub ditunjukkan pada Gambar 2. Posisi bilah aling tipe FPP dalam hal ini tetap dengan demikian pitch baling-baling yang tidak dapat diubah dalam operasi. Ini berarti saat mengoperasikan sebagian besar kapal tidak memiliki kemampuan manuver yang baik. Untuk kapal biasa seperti kapal peti kapal curah, dan kapal tanker minyak mentah yang berlayar lama



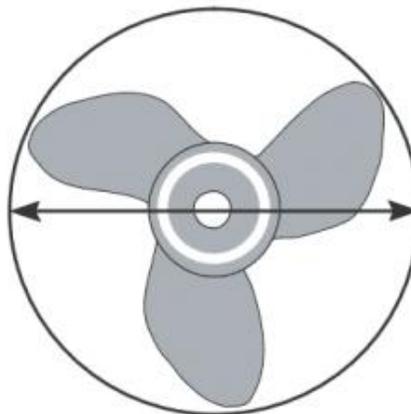
dalam layanan laut normal dengan kecepatan kapal tertentu lebih cocok menggunakan tipe FPP (Kekan. 2012).



Gambar 2 Fixed Pitch Propeller
Sumber: Propellers (2023)

B. Parameter Propeller

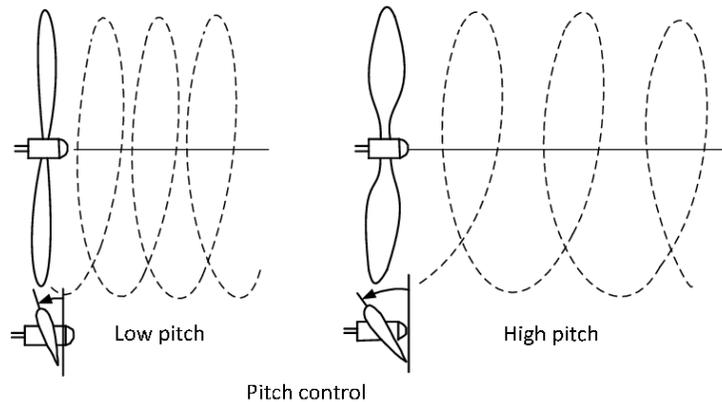
- i. Diameter, (D) ialah lebar dari lingkaran yang akan menjadi daun baling-baling (Kekan. 2012).



Gambar 3 Diameter Propeller
Sumber: Propellers (2023)

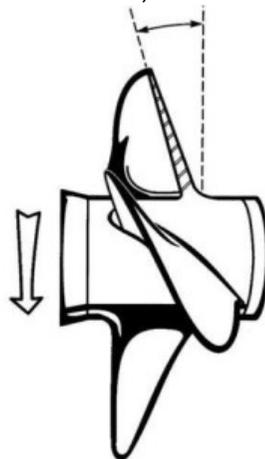


h , (p) adalah perpindahan aksial teoretis dalam satu putaran lah-olah bagian bilah referensi disekrup pada benda padat (dapat diarahkan dalam baling-baling pitch variabel; dalam baling-baling pitch variabel dengan bilah bengkok, pitch bervariasi secara radial di sepanjang h) (Matinez. 2023).



Gambar 4 Pitch Propeller
Sumber: Propellers (2023)

- iii. Rake, adalah pengukuran sudut kemiringan sudut baling-baling. Sudut diukur pada garis yang memanjang dari tengah hub melalui bagian tengah satu blade (Kekan. 2012).



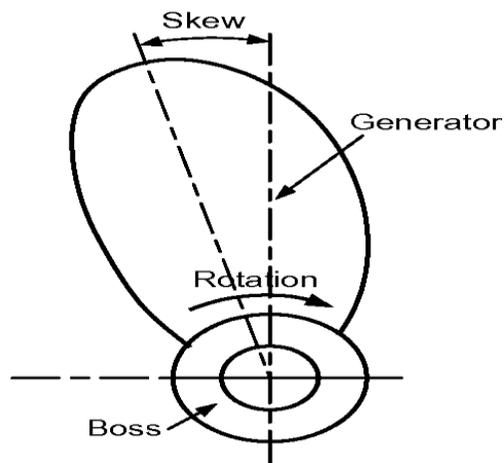
Gambar 5 Rake
Sumber: Propellers (2023)

- iv. Arah Putar Baling-baling
Putaran berlawanan arah jarum jam, baling-baling berlawanan arah jarum jam memiliki keunggulan termasuk torsi asimetris yang lebih dah, efisiensi yang lebih tinggi, dan piringan baling-baling yang lebih il (memungkinkan roda pendaratan lebih pendek). Tetapi kerumitan g disebabkan oleh mekanisme roda gigi dan biaya perawatan yang al (Kravitz. 2005).



Jumlah daun yang ideal ialah 1 baling-baling karena Satu bilah tidak memiliki bilah lain yang mengganggu aliran air di depannya. Sayangnya, mencoba menyeimbangkan baling-baling berbilang tunggal seperti mencoba bertepuk tangan dengan satu tangan. Jumlah daun 2 cukup logis untuk dipilih tetapi baling-baling itu membutuhkan diameter yang sangat besar untuk mendapatkan luas bilah yang dibutuhkan untuk daya dorong yang efektif. Jumlah daun 3 adalah hasil yang baik karena keseimbangan, area blade dan efisiensi yang efektif. Jumlah daun 4 dan 5 memiliki kelebihan area blade total dengan diameter yang sama atau lebih kecil, Adapun redaman getaran untuk daun ini lebih diredam dibandingkan daun 3 (Gerr. 2001).

- vi. Skew, ketika kontur bilah tidak simetris tetapi disapu ke belakang, bilah dikatakan miring atau miring ke belakang. Baling-baling kecepatan sedang biasanya memiliki sedikit atau tidak ada kemiringan, sedangkan baling-baling kecepatan sedang hingga tinggi akan memiliki sedikit kemiringan ke belakang. Efek Miring menyebabkan bagian radial dari sudu masuk ke air secara berurutan, bukannya semuanya pada waktu yang hampir bersamaan. Ini dapat membantu mengurangi getaran, terutama pada RPM tinggi. dengan mengurangi transisi bilah dari slipstream penuh ke yang jauh lebih lambat (Gerr. 2001).



Gambar 6 Skew
Sumber: Propellers (2023)



tasi

m sebagian besar kasus dikenal sebagai pembentukan fase uap mengalami penurunan tekanan pada suhu lingkungan konstan, proses pecahnya cairan yang ditunjukkan oleh penurunan tekanan iiran yang konstan (Lewis. 1988)

A. Angka Kavitasasi

Rasio perbedaan antara tekanan sekitar absolut P dan tekanan uap P_v dengan tekanan dinamis aliran bebas. Nilai bilangan kavitasasi di mana awal kavitasasi terjadi dalam sistem yang mengalir disebut bilangan kavitasasi kritis σ . Bilangan kavitasasi kritis juga disebut bilangan kavitasasi awal. Permulaan kavitasasi terjadi ketika inti yang mengalami tekanan yang berkurang mencapai ukuran kritis. Pada fase awal dalam sejarah hidup gelembung kavitasasi ini menjadi tidak stabil di bawah reduksi tekanan dan tumbuh secara eksplosif (kavitasasi uap) atau tumbuh di bawah kondisi kuasikesetimbangan dengan difusi gas (kavitasasi gas). Kandungan gas dalam cairan mungkin dalam keadaan terlarut atau tidak larut. Kandungan gas total sama dengan keduanya (Harvald. 1972)

B. Kavitasasi

kavitasasi adalah proses kerusakan permukaan dan hilangnya material akibat pembentukan dan runtuhnya kantong uap atau gas (gelembung) di dalam suatu cairan. Fenomena ini biasanya terjadi ketika tekanan lokal dalam cairan turun di bawah tekanan uap, menyebabkan gelembung terbentuk dan kemudian runtuh dengan hebat ketika bergerak ke daerah dengan tekanan lebih tinggi. Runtuhnya gelembung ini menghasilkan beban impulsif berdurasi pendek dengan amplitudo tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada permukaan, seperti lubang, deformasi, dan kehilangan material (Pham-Thanh. 2014)

C. Jenis Kavitasasi

- i. Kavitasasi "Traveling" terjadi dalam aliran bebas dan terdiri dari gelembung individu yang bergerak mengikuti arus.
 - ii. Kavitasasi "Fixed" terjadi pada batas-batas propeller yang tenggelam. Hal ini tetap dalam arti bahwa kavitasasi melekat pada propeller, karena itu melekat pada propeller dan bukan pada aliran.
 - iii. Kavitasasi "Vortex" terjadi dalam aliran geser tinggi. Untuk menyeimbangkan gaya sentrifugal, tekanan dalam aliran di dekat pusaran harus menurun terus menerus saat pusaran didekati. Tekanan rendah ini menyebabkan kavitasasi.
 - iv. Kavitasasi "Vibration" disebabkan oleh denyutan tekanan dalam cairan. Biasanya denyutan tekanan ini disebabkan oleh benda terendam yang bergetar normal, sehingga menghasilkan gelombang tekanan. Kavitasasi akan terjadi ketika variasi tekanan ini cukup besar untuk menyebabkan gelembung dalam cairan mencapai, dan jatuh di bawah, tekanan uap.
- Kavitasasi pada baling-baling laut terutama dari jenis tetap dan pusaran. Kavitasasi ini dapat dibagi lagi baik sesuai dengan posisi pada baling-baling di bagian atas atau bagian bawah, atau sesuai dengan sifat fisik kavitasasi. Mengklasifikasikan

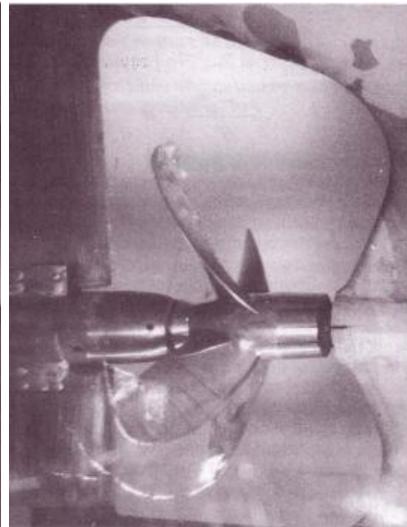


rongga baling-baling menurut metode yang terakhir, yaitu, sesuai dengan sifat fisik atau penampilannya, dimungkinkan untuk menentukan jenis-jenis berikut:

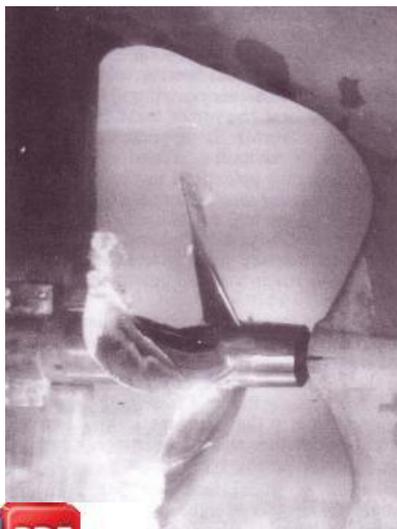
- Sheet (Lembar)
- Bubble (Gelembung)
- Cloud (Awan)
- Vortex (Aliran)



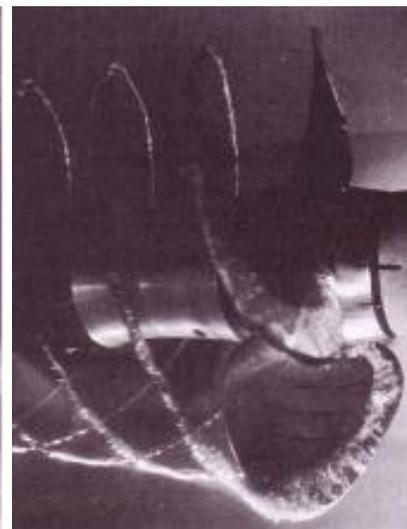
(a)



(b)



(c)



(d)



Gambar 7 Model Cavitasi Propeller
Sumber: Propulsion dan Vibration (1988)

1.4.3. *Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)*

Biomassa besar, kehutanan dan residu berbasis pertanian yang ada di alam secara luas digunakan sebagai sumber daya potensial bahan untuk energi terbarukan di berbagai sektor industri. Banyak tanaman dari sumber pertanian dianggap sebagai sumber penting bahan baku pengisi alami yang layak untuk industri komposit polimer. Penelitian, pengembangan, dan kemajuan bahan-bahan berbasis bio ini mungkin langsung mendukung ekosistem, yang mengarah pada pengembangan sosial-ekonomi untuk budidaya, pertanian, dan daerah terpencil atau pedesaan di banyak negara berkembang dan di bawah negara maju juga. Sejak lama, serat alami atau lignoselulosa telah banyak digunakan dalam pengembangan dan persiapan komposit. Karena peningkatan konsep keamanan ekologis dan pemanfaatan bahan terbarukan menuju masyarakat yang lebih hijau, penerapan serat alami di industri sebagai bahan bio-filler / penguatan dalam komposit sangat meningkat (Saba.2014)

Serat alami telah menarik minat para peneliti, ilmuwan material, dan industri, karena keunggulan spesifik mereka dibandingkan dengan serat konvensional atau sintetis dari masa lalu. Keuntungan yang menarik dan mungkin, seperti mengurangi keausan pahat, biaya rendah, dan kepadatan rendah per satuan volume dan kekuatan spesifik yang dapat diterima, bersama dengan fitur terbarukan dan terdegradasi yang berkelanjutan adalah beberapa sifat penting dari serat alami, yang membuatnya cocok untuk digunakan sebagai pengisi dalam komposit polimer. Serat alami menunjukkan interaksi serat/matriks yang relatif buruk, tahan air, dan daya tahan yang relatif lebih rendah. Ikatan antarmuka atau adhesi yang lebih lemah antara serat alami yang sangat hidrofilik dan matriks polimer organofilik non-polar hidrofobik, menyebabkan penurunan yang cukup besar dalam sifat-sifat komposit dan, dengan demikian, secara signifikan menghambat pemanfaatan dan produksi industri mereka. Namun, beberapa pendekatan dan skema telah ditetapkan untuk melengkapi kekurangan kompatibilitas ini, termasuk pengenalan berbagai teknik modifikasi permukaan. (Saba. 2014)

Nano-partikel saat ini dianggap sebagai bahan pengisi potensial tinggi untuk peningkatan sifat mekanik dan fisik komposit polimer. Umumnya, pengisi berukuran nano hadir di zona minor sedangkan hanya beberapa partikel mikro yang berpartisipasi dalam deformasi zona plastik. Ini memberikan cara bagi nanofiller untuk meningkatkan fraktur dan sifat mekanik dari matriks yang memiliki sifat rapuh. Nanofiller, yang memiliki rasio aspek yang lebih besar (rasio dimensi terbesar ke terkecil), dan dengan demikian, menunjukkan penguatan



ik untuk produksi nanokomposit. Nanofiller umumnya dimasukkan berat untuk pengembangan nanokomposit. Sifat komposit sangat oleh luas permukaan spesifik pengisi nano, yang menunjukkan pa gangguan. Nano filler bisa menjadi milik organik dan anorganik ikel-partikel seperti silika (SiO_2), titanium dioksida (TiO_2), kalsium CaCO_3), atau polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS), dll., si anorganik. Namun, pengisi, seperti nanofiller sabut, karbon hitam

dan nanofiller selulosa, dan banyak lainnya diturunkan secara organik dan secara alami mewakili nanofiller organik. (Saba. 2014)

Pengganti sempurna untuk konstruksi tradisional atau konvensional dan bahan bangunan adalah komposit fiber reinforced polymer (FRP) karena sejumlah faktor, termasuk: kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dengan mengacu pada berat jenis; ketahanan yang lebih baik terhadap korosi, api, asam, dan lingkungan berbahaya alami; tidak ada konduktivitas dan non-toksitas; masa pakai yang lebih lama dan biaya siklus hidup yang lebih rendah; dan kekuatan kelelahan yang lebih tinggi dan berdampak pada kapasitas penyerapan energi. (Saba. 2014). Sifat-sifat komposit NFRP terutama tergantung pada sifat fisik dan kimia dari penguatan serat. Komposisi serat alami (khususnya, komposit non-selulosa seperti hemiselulosa, lignin, lilin, pektin, dll.) memainkan peran utama dalam mempengaruhi kekuatan mekanik. Penghapusan komponen non selulosa ini meningkatkan kekuatan mekanik bahan komposit, karena keberadaannya pada serat, menghambat kemampuan ikatan serat dan matriks. Serat alami sebagian besar bersifat hydrophilic; Hal ini menyebabkan berkurangnya kemampuan ikatan. Kekuatan mekanik NFRP dapat berkurang karena kerugian ini. Namun hal ini dapat diatasi dengan modifikasi permukaan serat dengan perlakuan kimia. Hal ini dapat dicapai dengan perlakuan serat alami dengan berbagai metode pretreatment. Permukaan serat dapat dimodifikasi dengan perlakuan fisik maupun kimia. Dibandingkan dengan perlakuan kimia, perlakuan fisik menawarkan ketahanan yang lebih baik untuk komposit NFRP, tetapi metode perlakuan fisik lebih mahal daripada perlakuan kimia. Untuk alasan ini, para peneliti berfokus pada metode pengolahan kimia untuk modifikasi permukaan serat. Meskipun jumlah perlakuan kimia tersedia, perlakuan basa yang paling umum digunakan. Perlakuan alkali menghilangkan bahan yang tidak diinginkan dalam struktur serat seperti lilin, lignin dan zat minyak pada permukaan serat. Ini juga meningkatkan kekasaran permukaan serat yang akan mengembangkan kemampuan saling mengunci serat dengan matriks yang lebih baik (Vigneshwaran.2020).

A. Keuntungan Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)

i. Daya Tahan dan Kelelahan Komposit NFRP

Uji tarik statis berkualitas tinggi yang diperkuat komposit memiliki nilai ultimate tensile strength (UTS) tertinggi

ii. Dampak Lingkungan



Dampak lingkungan dari komposit NFRP bisa jauh lebih rendah dari itu komposit GFRP dan CFRP dengan mengoptimalkan proses manufaktur kimia perawatan untuk meningkatkan sifat mekanik.

Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)

penyerapan kelembaban yang sangat rendah dari serat sintetis, sangat penting untuk sifat mekanik dan kinerja di lingkungan laut.

Berkurangnya daya tahan serat alami juga menjadi perhatian untuk aplikasi jangka panjang di lingkungan yang keras (seperti air laut), seperti juga sifat mekanik yang relevan untuk integritas dan umur, seperti kekuatan dan lentur serta kekakuan dan ketahanan benturan. Dua tantangan utama untuk penggunaan komposit NFRP adalah variasi dalam sifat mekanik serat alami dan adhesi antarmuka yang buruk dengan matriks. Ada banyak upaya untuk mengurangi penyerapan air dengan menghilangkan gugus OH hidrofilik hidrofilik dari dinding sel serat dan struktur selulosa menggunakan berbagai perlakuan kimia dan termal. Perawatan serat sebelum pembuatan telah direkomendasikan oleh beberapa penulis untuk meningkatkan adhesi antarmuka, seperti:

a) Alkaline Treatment

Proses pengolahan alkali, juga disebut mercerisasi, adalah perlakuan kimia umum untuk serat alami sebelum pembuatan komposit. Proses alkalisasi dilakukan dengan merendam serat dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) berair, dan serat kemudian dicuci menggunakan air suling dan kemudian dikeringkan untuk menghilangkan kelembaban. Proses ini menghilangkan lignin, hemiselulosa, dan lilin dan minyak pada permukaan dinding sel serat individu, pada gilirannya meningkatkan kekasaran permukaan dan meningkatkan luas permukaan serat untuk ikatan. Perawatan ini juga secara kimia mengubah struktur selulosa serat, mengubah urutan selulosa kristal dan membentuk daerah amorf yang membantu menghilangkan kelembaban dari serat.

b) Silane Treatment

Senyawa silan adalah agen kopleng berbasis hidrofilik yang meningkatkan ikatan antara permukaan serat dan matriks. Silan mengurangi gugus OH hidrofilik hidrofilik pada permukaan serat dan berfungsi sebagai penghubung kimia antara serat hidrofilik dan matriks hidrofobik. Peneliti lainnya juga menguji kekerasan dan ketahanan komposit goni menggunakan perawatan alkali dan silan. Sampel yang menjalani kedua perlakuan menunjukkan tingkat minimum dan peningkatan kekerasan

c) Acetylation

Pendekatan lain yang menggunakan perlakuan kimia adalah esterifikasi s hidroksil hidrofilik menggunakan perlakuan asetilasi. Asetilasi menghilangkan kelembaban dari permukaan serat; menghilangkan lilin, selulosa, lignin, dan kotoran lainnya; dan mengurangi gugus hidroksil menggunakan perlakuan asetilasi. Asetilasi menghilangkan kelembaban dari permukaan serat; Menghilangkan lilin, hemiselulosa, lignin, dan lainnya



Tabel 1 Karakteristik Material

Property	Unit	Aluminium	Karet	NFRP
Density	(g/cm ³)	2719	1100	1997
CP (Specific Heat)	[J/ (kg K)]	871	1903.1	1296.1
Thermal Conductivity	[W/ (m K)]	202.4	0.14422	0.54772
Young Modulus	(Pa)	7e+10	1587500	1397200
Poisson Ratio		0.32	0.49925	0.34
Temperature	(C)	20	23	21
Strength	(Mpa)	120	190	296
Tensile stiffness	(GPa)	0,4	0,1	0,3

1.4.4. Desain Pemodelan

Tahapan penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data propeller dan referensi terkait dengan Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)

A. Pemodelan

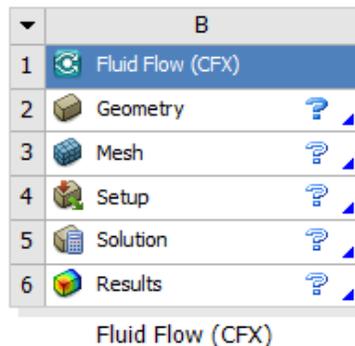
Pemodelan propeller dilakukan dengan menggunakan software Hydroprocad untuk membuat model desain propeller berdasarkan referensi yang sudah ditentukan. Secara umum tahap ini memasukkan data berdasarkan literatur yang terdiri dari:

- a) Diameter Propeller
- b) Pitch Propeller
- c) P/D Propeller
- d) Jumlah Daun

Setelah itu desain yang telah di modelkan di Hydroprocad, Diinput ke dalam Software Solidworks agar model dapat di-solidkan untuk dimasukkan ke dalam software ansys.

B. Computational Fluid Dynamic

Simulasi desain pada Computational Fluid Dynamic dilakukan dengan menggunakan Software Ansys CFX 23.R2, dalam penelitian ini terbagi menjadi 5 (lima) tahap sebagaimana ada tahapan, Geometry, Tahapan Mesh, Tahapan Setup, Tahapan Solution dan Tahapan Hasil



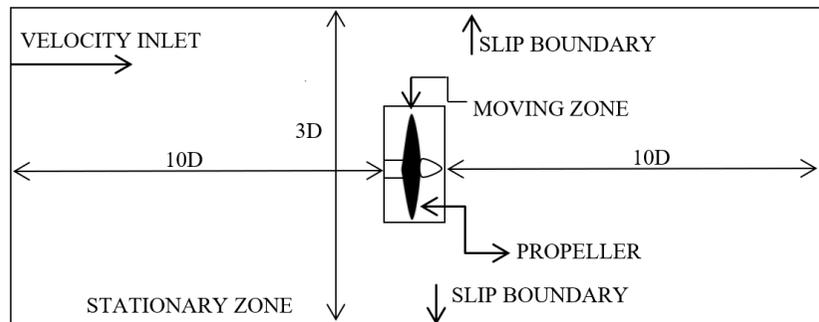
Gambar 8 Tahapan CFX
Sumber: Ansys 2023. R2.



i. Tahap Geometry

Setelah kondisi Desain telah Solid, lalu di masukkan ke dalam Tahap Geometry ini. Pada tahap ini terdapat 3 pilihan yaitu: Geometry, Space Claim dan Desain Modeller. Penulis menggunakan Mode Desain Modeller. Berikut langkah pada tahap geometry:

- Melakukan import file ke Ansys menggunakan menu file > import external geometry file > pilih file model > Ok > generate.
- Membuat Plane dengan base plan yaitu XY Plane pada halaman geometry.
- Membuat Enclosure sebagai Boundary (Batas kerja) fluida dengan memilih tools > enclosure > cylinder > generate.
- Area boundary dengan hulu 10D, hilir 10D dan diameter zona 3D, ditunjukkan dalam Gambar dibawah ini, di mana D adalah diameter baling-baling.
- Setelah itu kita membuat Daerah pada Boundary seperti Inlet, Wall, dan Outlet.



Gambar 9 Model Boundary

Sumber: Practical Guidelines for ship CFD application (2014)

ii. Tahap mesh

Meshing merupakan proses membagi geometry kedalam beberapa elemen sederhana untuk proses perhitungan. Mesh yang bertujuan untuk pembagian bentuk-bentuk kecil menjadi kumpulan elemen-elemen kecil yang dibatasi oleh banyak node sebagai perhitungan elemen hingga, Mesh mempengaruhi akurasi, konvergensi dan kecepatan simulasi dan karakter mesh mempengaruhi akurasi perhitungan dan waktu simulasi.



Tahap Setup

Tahap ini dilakukan melalui tahap meshing, dilanjutkan pada tahap setup dengan mengatur atau memasukkan variable-variabel yang berhubungan dengan simulasi yang akan dibuat. Berikut langkah-langkah pada tahap

Tabel 2 Boundary Fluid

Parameter	Type	Setting
Domain Type	Fluid Domain	
Material	Material Library	Water & Vapor
Morphology	Continuous Fluid	
Buoyancy Model	Non-Buoyant	
Domain Motion	Stationary	
Mesh Deformation	None	
Pressure	1 atm	
Multiphase	Mixture	Homogeneous
Heat Transfer	Homogeneous	Total Energy
Turbulence	Shear Stress Transport	Automatic wall fraction
Turbulent Flux	Eddy Diffusivity	0,9
Fluid Pair	Vapor, Water	
Interphase Transfer	Mixture Model	1 mm
Mass Transfer	Cavitation	Rayleigh Plesset
Nucleation	Mean Diameter	2×10^{-6}
Saturation Pressure	Saturation Pressure	0,029 bar
Initial Condition	Velocity Type	Cartesian
Cartesian Velocity	Automatic with value	U: 0 m/s, V: 0 m/s, W: 0 m/s,
Components		
Static Pressure	Automatic with value	1 atm
Temperature	Automatic with value	27 C
Volume Fraction	Automatic with value	Water (1), Vapor (0)

Tabel 3 Inlet Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	Normal Speed	Va (m/s)
Turbulence	Medium (Intensity = 5%)	
Heat Transfer	Static Temperature	27 C
Volume Fraction	value	Water (1), Vapor (0)

Tabel 4 Outlet Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	Average Static Pressure	1 atm
Pressure Averaging	Press Profile Blend Average Over Whole Outlet	0,05

Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	No Slip Wall	
Wall Roughness	Smooth Wall	
Heat Transfer	Temperature	27 C



Tabel 6 Propeller Boundary

Parameter	Type	Setting
Domain Type	Solid Domain	
Material	Material Library	Aluminium
Morphology	Continuous Fluid	
Domain Motion	Stationary	
Mesh Deformation	None	
Heat Transfer	Thermal Energy	
Thermal Radiation	None	
Solid Motion	Rotating	13,29 RPS
Axis Definition	Rotation Axis	Global X

Tabel 7 Domain Interface

Parameter	Type
Interface Type	Fluid Solid
Interface Models	General Condition
Frame Change	None
Pitch Change	None

- iv. Tahap solution
Setelah setup selesai terprogram, tahap selanjutnya adalah solution. Dalam tahap ini proses perhitungan (running) dilakukan berupa literasi dari persamaan dasar dinamika fluida pada Computational Fluid Dynamic (CFD)
- v. Tahap Hasil
Setelah proses solution atau running simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di tahap result. Dalam penelitian ini hasil yang diinginkan adalah nilai, Cavitation, Thrust, and Torque

1.4.5. Perhitungan Karakteristik Propeller Probabilitas

Secara umum karakteristik dari propeler kapal pada kondisi open water test adalah seperti yang direpresentasikan pada diagram Wageningen $KT - KQ - J$. Setiap tipe dari masing-masing baling-baling kapal, memiliki karakteristik kurva kinerja yang berbeda-beda. Daya dorong suatu propeler yang bekerja tergantung pada parameter parameter seperti diameter propeler (D), besarnya pitch (P/D), jumlah dan bentuk daun propeler (Z), kecepatan (V_a), kecepatan densitas fluida (ρ), viskositas fluida (μ). Dalam penggunaan al Fluid Dynamic diperlukan untuk mendapatkan nilai thrust dan dan torsi pada propeler berguna sebagai beban yang bekerja pada gram memberikan Torque dan Thrust sebagai fungsi kecepatan. propeler terdiri dari koefisien thrust (KT), koefisien torque (KQ), dan ranced (J). Model persamaan untuk karakteristik kinerja propeler sebagai berikut. (Surjo W. Adji, 2005)



$$K_T = \frac{T}{\rho \times n^2 \times D^4} \quad (1)$$

$$K_Q = \frac{Q}{\rho \times n^2 \times D^5} \quad (2)$$

$$J = \frac{V_a}{n \times D} \quad (3)$$

$$\eta_0 = \frac{T \times V_a}{2 \times \pi \times Q \times n} \quad (4)$$

Dimana, T ialah Thrust (N), Q ialah Torque (Nm), ρ ialah massa jenis fluida (kg/m^3), n ialah putaran propeller (rps), D ialah Diameter Propeller (m), V_a ialah kecepatan advance (m/s), J ialah koefisien advance.

1.4.6. Perhitungan Cavitaion

Berdasarkan nilai koefisien advance yang diberikan, aliran kavitasi spesifik diatur tergantung pada cavitaion number σ_n . cavitaion number σ_n dan tekanan koefisien c_p dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma_n = \frac{P_{ref} - P_v}{\frac{1}{2} \rho (n D)^2} \quad (5)$$

$$c_p = \frac{P - P_{ref}}{\frac{1}{2} \rho (n D)^2} \quad (6)$$

Dimana, σ_n ialah cavitaion number, P_{ref} ialah pressure reference, P_v ialah vapor pressure, P ialah Pressure, ρ ialah massa jenis fluida (kg/m^3), n ialah putaran propeller (rps), D ialah Diameter Propeller (m)



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Propulsi Kapal Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan pengambilan data penelitian ini dilakukan selama delapan bulan yakni dari bulan Maret 2024 – November 2024

2.2 Prosedur Penelitian

Dalam mengerjakan penelitian ini agar sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai maka dilakukan tahapan penelitian sebagai berikut:

A. Studi Literatur

Mengumpulkan data, membaca dan mencatat, atau mencari referensi atas landasan teori yang terkait dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut yang berkaitan dengan propeller berbahan *Natural-fiber-reinforced polymer (NFRP)*.

B. Pembuatan Model

Data yang diperlukan untuk pengerjaan tugas akhir ini dikumpulkan dari berbagai sumber antara lain melalui hasil penelitian sebelumnya dan data-data yang terkait dari internet, jurnal dan buku. Data yang dibutuhkan seperti data ukuran kapal diperoleh dari penelitian sebelumnya.

Tabel 8 Ukuran Utama Propeller

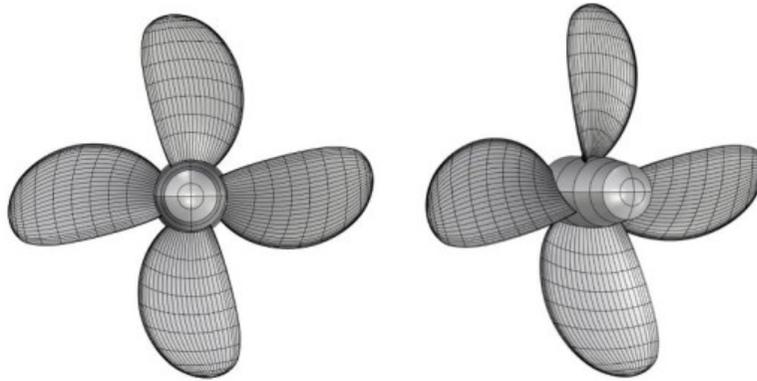
Propeller parameters	Sym	Value
Blade propeller number	Z	4
Propeller diameter (m)	D	0,76
Blade area ratio	AE/AO	0,55
Pitch diameter ratio	P/D	0,93

Tabel 9 Ukuran Utama Kapal KM Inka Mina 759 kapasitas 30 GT.

Propeller parameters	Sym	Value
Length between perpendiculars (m)	LBP	22,70
Breadth (m)	B	4,20
Depth (m)	H	1,80
Draft (m)	T	1,2
Speed (m/s)	Vs	5,54
Displacement (ton)	Δ	65,74



Selanjutnya dilakukan pemodelan propeller kapal dengan menggunakan software Hydroprocad Selanjutnya dilakukan penyempurnaan model Propeller kapal dengan menggunakan software Rhinoceros 7.0 sekaligus mensolidkan propeller kapal dan akan disimpan dalam bentuk file STP untuk memudahkan pembacaan model pada software Ansys CFX R23.2.



Gambar 10. Model Propeller Kapal pada Software Rhinoceros 7.0
Sumber: Rhinoceros

Hasil model yang telah di modelkan pada software rhinoceros 7.0 yang ditunjukkan pada Gambar 15 diatas, selanjutnya akan disimulasikan di software Ansys CFX R23. 2.

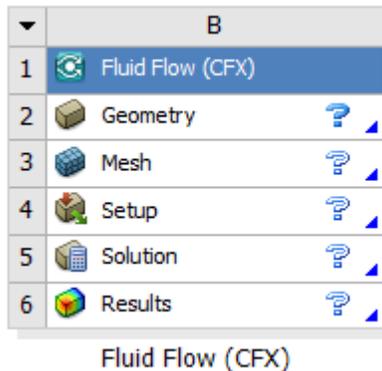
Tabel 10 Karakteristik Material

Property	Unit	Aluminium	Karet	NFRP
Density	(g/cm ³)	2719	1100	1997
CP (Specific Heat)	[J/ (kg K)]	871	1903.1	1296.1
Thermal Conductivity	[W/ (m K)]	202.4	0.14422	0.54772
Young Modulus	(Pa)	7e+10	1587500	1587500
Poisson Ratio		0.32	0.49925	0.34
Temperature	(C)	20	23	21
Strength	(Mpa)	120	190	296
Tensile stiffness	(GPa)	0,4	0,1	0,3

2.3 Simulasi *Computational Fluid Dynamic*

Untuk simulasi dilakukan dengan menggunakan software Ansys CFX R23.2. Model yang telah disimpan dalam bentuk file STP pada Software Rhinoceros 7.0. Simulasikan dengan 5 langkah simulasi numerik seperti pada Gambar



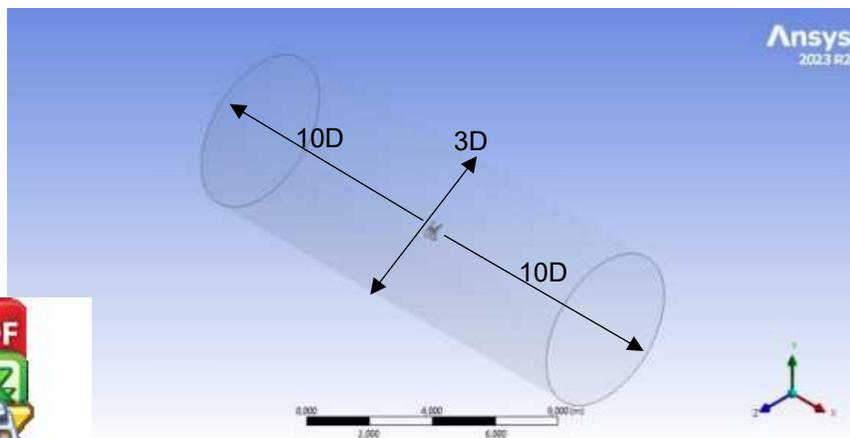


Gambar 11 Tahapan CFX
Sumber: Ansys 2023. R2.

Tampilan dari simulasi Software Ansys CFX R23.2 pada Gambar 16, terlihat ada 5 tahapan yang akan dilakukan hingga mendapatkan hasil simulasi pada penelitian ini. Berikut Tahapannya:

a) Tahap Geometry

- 1) Melakukan import file ke Ansys menggunakan menu file > import external geometry file > pilih file model > Ok > generate.
- 2) Membuat Plane dengan base plan yaitu XY Plane pada halaman geometry.
- 3) Membuat Enclosure sebagai Boundary (Batas kerja) fluida dengan memilih tools > enclosure > cylinder > generate.
- 4) Area boundary berdasarkan ITTC (Practical Guidelines for ship CFD Application, 2014), panjang hulu 10D, panjang hilir 10D dan diameter zona 3D, ditunjukkan dalam Gambar dibawah ini, di mana D adalah diameter baling-baling.
- 5) Setelah itu kita membuat Daerah pada Boundary seperti Inlet, Wall, dan Outlet.

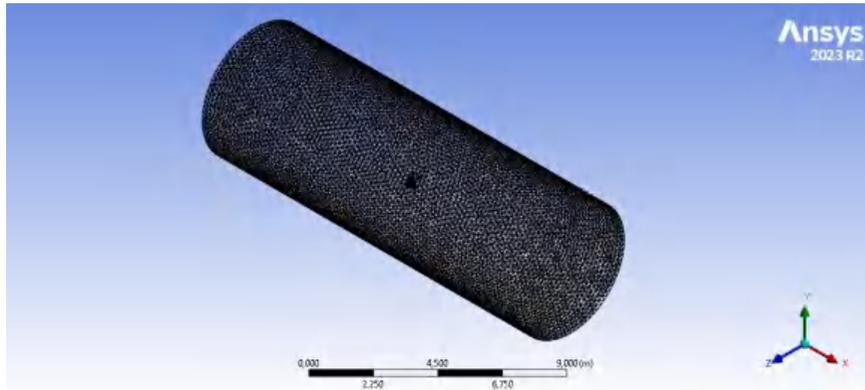


Gambar 12 Ukuran Boundary Condition
Sumber: Ansys 2023. R2



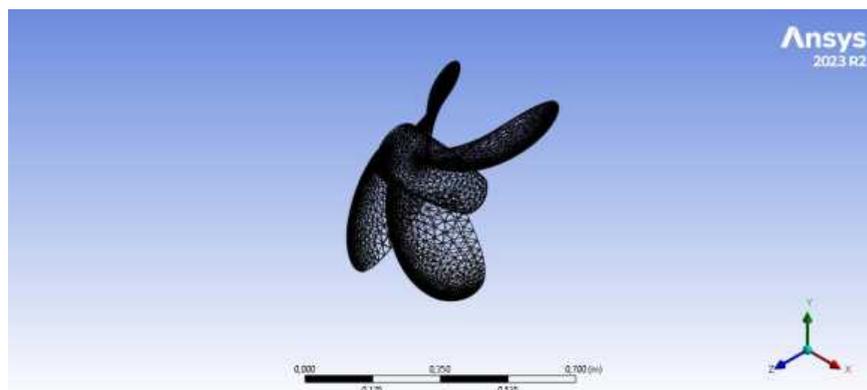
b) Tahap Mesh

Setelah tahapan geometry selesai dilakukan, selanjutnya pada tahap meshing dilakukan pembagian geometry kedalam beberapa elemen sederhana untuk proses perhitungan dengan cara klik kanan pada bagian mesh > Insert > Sizing > klik Propeller > element Size > Generate mesh. Dikarenakan mesh mempengaruhi akurasi, konvergensi dan kecepatan simulasi maka semakin kecil pembagian element maka hasil luas permukaan yang diperoleh semakin akurat.



Gambar 13 Hasil Mesh Pada Domain Fluid

Sumber: Ansys 2023. R2



Gambar 14 Hasil Mesh Pada Propeller

Sumber: Ansys 2023. R2



lari fluid domain atau batas aliran yang digunakan terlihat Pada lan 17. Kemudian hasil mesh pada bagian Propeller yang menjadi an terlihat pada Gambar 19, Serta Detail Mesh dapat dilihat pada

Tabel 11 Informasi Mesh

Parameter	Dimensi
Ukuran Element	200 (mm)
Nodes	1.346.601
Elements	953.110

c) Tahap Setup

Setelah melalui tahap meshing, dilanjutkan pada tahap setup dengan mengatur atau memasukkan variable-variabel yang berhubungan dengan simulasi yang akan dibuat. Berikut langkah-langkah pada tahap ini

Tabel 12 Boundary Fluid

Parameter	Type	Setting
Domain Type	Fluid Domain	
Material	Material Library	Water & Vapor
Morphology	Continuous Fluid	
Buoyancy Model	Non-Buoyant	
Domain Motion	Stationary	
Mesh Deformation	None	
Pressure	1 atm	
Multiphase	Mixture	Homogeneous
Heat Transfer	Homogeneous	Total Energy
Turbulence	Sheer Stress	Automatic wall fraction
	Transport	0,9
Turbulent Flux	Eddy Diffusivity	
Fluid Pair	Vapor, Water	
Interphase Transfer	Mixture Model	1 mm
Mass Transfer	Cavitation	Rayleigh Plesset
Nucleation	Mean Diameter	2×10^{-6}
Saturation Pressure	Saturation Pressure	0,029 bar
Initial Condition	Velocity Type	Cartesian
Cartesian Velocity	Automatic with value	U: 0 m/s, V: 0 m/s,
Components		W: 0 m/s,
Static Pressure	Automatic with value	1 atm
Temperature	Automatic with value	27 C
Volume Fraction	Automatic with value	Water (1), Vapor (0)

Tabel 13 Inlet Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	Normal Speed	Va (m/s)
Turbulence	Medium (Intensity = 5%)	
Heat Transfer	Static Temperature	27 C
Volume Fraction	value	Water (1), Vapor (0)



Tabel 14 Outlet Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	Average Static Pressure	1 atm
	Press Profile Blend	0,05
Pressure Averaging	Average Over Whole Outlet	

Tabel 15 Wall Condition

Parameter	Type	Setting
Mass and Momentum	No Slip Wall	
Wall Roughness	Smooth Wall	
Heat Transfer	Temperature	27

Tabel 16 Propeller Boundary

Parameter	Type	Setting
Domain Type	Solid Domain	
Material	Material Library	Aluminium
Morphology	Continuous Fluid	
Domain Motion	Stationary	
Mesh Deformation	None	
Heat Transfer	Thermal Energy	
Thermal Radiation	None	
Solid Motion	Rotating	13,29 RPS
Axis Definition	Rotation Axis	Global X

Tabel 17 Domain Interface

Parameter	Type
Interface Type	Fluid Solid
Interface Models	General Condition
Frame Change	None
Pitch Change	None

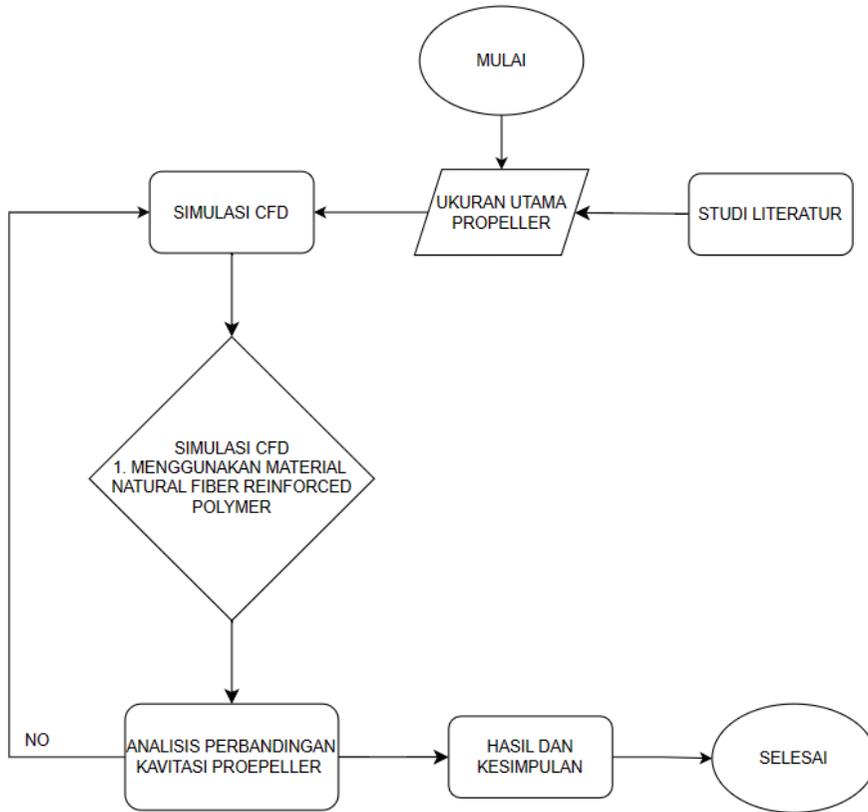
d) Tahap Hasil

Setelah proses solution atau running simulasi selesai maka hasilnya dapat kita lihat di tahap result. Dalam penelitian ini hasil yang diinginkan adalah nilai Pressure, Cavitaion, Thrust, and Torque

2.4 Diagram Penelitian



da Kapal Ikan KM Inka 759 Kapasitas 30 GT, untuk mendapat hasil untuk dapat memprediksi kavitasi pada propeller kapal ikan. lukan analisis secara sistematis yang diperlihatkan pada diagram bagaimana pada Gambar 3.8 berikut ini:



Gambar 15 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Ansys 2023. R2

