



SKRIPSI – ME184834

**ANALISA PENGARUH PERUBAHAN DIVERGENT PROPELLER
HUB CAP DARI PROPELLER C4-40 DENGAN PENDEKATAN
METODE CFD**

Rainida Vinka Kumala
NRP. 04211745000023

Dosen Pembimbing

Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.
Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



SKRIPSI – ME184834

**ANALISA PENGARUH PERUBAHAN *DIVERGENT PROPELLER*
HUB CAP DARI *PROPELLER C4-40* DENGAN PENDEKATAN
METODE CFD**

Rainida Vinka Kumala

NRP. 04211745000023

Dosen Pembimbing

Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS – ME184834

**ANALYSIS OF THE TRASFORMATION EFFECT OF PROPELLER
DIVERGENT HUB CAP FROM C4-40 PROPELLER WITH CFD
APPROACH**

Rainida Vinka Kumala

NRP. 04211745000023

Supervisor

Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN *DIVERGENT PROPELLER HUB* *CAP* DARI *PROPELLER C4-40* DENGAN PENDEKATAN METODE CFD

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design (MMD)*
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAINIDA VINKA KUMALA

NRP 0421 167 4500 0023

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.
NIP. 196103241988031001

()

2. Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.
NIP. 195904101987011001

()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN DIVERGENT PROPELLER HUB CAP DARI PROPELLER C4-40 DENGAN PENDEKATAN METODE CFD

TUGAS AKHIR


Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAINIDA VINKA KUMALA
NRP 0421 17 4500 0023

Disetujui oleh Kepala Departemen
Teknik Sistem Perkapalan:


Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008041007



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN *DIVERGENT PROPELLER HUB CAP* DARI *PROPELLER C4-40* DENGAN PENDEKATAN METODE CFD

Nama Mahasiswa : Rainida Vinka Kumala
NRP : 0421174500023
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing I : Ir. Amiadji, M,M,, M.Sc.
Dosen Pembimbing II : Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.

ABSTRAK

Propeller atau yang disebut baling-baling kapal merupakan suatu system penggerak yang dapat memindahkan kapal dari tempat satu ke tempat yang lainnya. Energi saving device (ESD) diciptakan dengan tujuan penggunaan secara efisiensi dimana penggunaan manfaat yang diperoleh dengan menggunakan energy lebih sedikit.

Tujuan dari penelitian ini adalah merubah divergent propeller hub cap untuk mengetahui perubahan efisiensi, torsi, gaya dorong dan perubahan aliran fluida pada propeller dengan merubah sudut dan panjang divergent hub cap. Penelitian awal dengan menentukan dimensi propeller. Langkah selanjutnya menggambar dimensi propeller yang kemudian merubah panjang dan sudut divergent hub cap dengan beberapa variasi (5° , 6° , 7° , 8° , 9° , 10°). Langkah terakhir dengan menganalisa performa propeller dengan menggunakan software CFD. Hasil penambahan performa thrust yang paling optimum adalah pada percobaan ke 5 pada J 0.8 divergent 9° , menghasilkan thrus sebesar (2.337 %) dibanding dengan variasi divergent yang lain. Hasil penambahan performa torsi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 6 pada J 1.4 divergent 10° , menghasilkan thrus sebesar (5.963 %). Hasil penambahan performa efisiensi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 2 pada J 0.8 divergent 6° , menghasilkan efisiensi sebesar (1.226 %).

Kata Kunci : Propeller , Divergent Propeller Hub Cap, *Computational Fluid Dynamics (CFD)*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALYSIS OF THE TRANSFORMATION EFFECT OF PROPELLER DIVERGENT HUB CAP FROM C4-40 PROPELLER WITH CFD APPROACH

Nama Mahasiswa : Rainida Vinka Kumala
NRP : 0421174500023
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing I : Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.
Dosen Pembimbing II : Ir. Tony Bambang M., PGD, M.M.T.

ABSTRACT

Propellers or so-called ship propellers are a driving system that can be moved from one place to another. Energy Savings Devices (ESD) are made with the aim of efficient use where the use of benefits obtained by using less energy.

The purpose of this study is to change divergent vane cap hubs to look for changes in efficiency, force, thrust and changes in fluid flow in the propeller by changing the angle and length of the diverging cap hub. Preliminary research conducted by determining the dimensions of the propeller. The next step is to draw the propeller dimension which then changes the diverging length and angle of the cap hub with several variations. (5° , 6° , 7° , 8° , 9° , 10°). The final step is to analyze propeller performance by using CFD software. The results improve the most optimal performance in the 5th experiment at J 0.8 divergent 9° , resulting in thrust of (2.333%) compared to other divergent variations. The optimal results were obtained in the 6th experiment on J 1.4 divergent 10° , resulting in thrust of (5.963%). The most optimal result of increasing efficiency is at the second rafting at J 0.8 divergent 6° , resulting in an efficiency of (1,226%).

Keywords : Propeller, Divergent Propeller Hub Cap, Computational Fluid Dynamics (CFD)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr, wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu yang berjudul :

“ANALISA PENGARUH PERUBAHAN DIVERGENT PROPELLER HUB CAP DARI PROPELLER C4-40 DENGAN PENDEKATAN METODE CFD ”

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design (MMD)* Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, selalu memberikan yang terbaik sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis (Bpk Sumardi dan Ibu Endang Hartati) juga Kakak atas doa, perhatian, dukungan moral, dan materi yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Amiadji, M, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama yang senag tiasa membimbing dan memberi pelajaran baik berupa kritik, saran, moral, solusi, dan inspirasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Ir. Tonny Bambang M, PGD, MMT selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberian masukan, solusi, dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman angkatan seperjuangan Tugas Akhir 2019 terutama teman-teman LJ Gasal Periode 2017 serta seluruh teman-teman seperjuangan Siskal angkatan 2015
6. Teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Sahabat penulis di luar Kota Surabaya yang selalu memberikan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangatlah penulis harapkan untuk lebih baik dan sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan bagi kita semua.

Wassalamualaikum wr, wb

Surabaya, 13 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GRAFIK	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Tugas Akhir	1
1.3 Tujuan Masalah Tugas Akhir	1
1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Propulsi	3
2.1.1 Propeller	3
2.1.2 Propeller Geometry	4
2.2 Karakteristik Propeller	7
2.3 Gaya Dorong	8
2.4 Divergent Hub Cap Parameter	8
2.4.1 Konsep Sudut	9
2.5 Computational Fluid Dynamic (CFD)	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Diagram Aliran	11
3.2 Definisi Masalah	12
3.3 Studi Literatur	12
3.4 Pengumpulan Data	12
3.5 Pembuatan Model Propeller	12
3.6 Validasi	23
3.7 Simulasi Aliran Fluida Pada Propeller	24
3.8 Simulasi Aliran Fluida, Torsi dan Daya Dorong	24
3.9 Analisa dan Pembahasan	24
3.10 Kesimpulan	24
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pembuatan Model Divergent Hub Cap	25
4.2 Hasil Analisa Propeller	25
4.3 Karakteristik Propeller	26
4.4 Penggambaran Propeller Divergent Hub Cap	27
4.5 Perbandingan Hasil Daya Dorong dan Torsi Sebelum dan Sesudah Penambahan Divergent	31
4.5.1 Penambahan Divergent Hub Cap 5°	31
4.5.2 Penambahan Divergent Hub Cap 6°	33
4.5.3 Penambahan Divergent Hub Cap 7°	34

4.5.4 Penambahan Divergent Hub Cap 8^0	36
4.5.5 Penambahan Divergent Hub Cap 9^0	37
4.5.6 Penambahan Divergent Hub Cap 10^0	39
4.5.7 Prosentase Setelah Penambahan Divergent	41
4.6 Perbedaan Aliran Hub Vortex Pada Propeller C4-40 Sebelum Dan Sesudah Penambahan Divergent.....	44
4.6.1 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 5^0	44
4.6.2 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 6^0	45
4.6.3 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 7^0	47
4.6.4 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 8^0	49
4.6.5 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 9^0	50
4.6.6 Aliran Hub Vortex Pada Divergent 10^0	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Propulsi Pada Kapal	3
Gambar 2.2 <i>Controlable Pitch Propeller Sectional</i>	4
Gambar 2.3 Propeller C-series.....	4
Gambar 2.4 Gaya Angkat Hidrofoil	5
Gambar 2.5 <i>Aerofoil section</i>	5
Gambar 2.6 <i>Aerofoil Section Definition</i>	5
Gambar 2.7 Pitch Propeller	6
Gambar 2.8 Rake Propeller	6
Gambar 2.9 Skew Propeller.....	7
Gambar 2.10 Hub cap propeller	8
Gambar 2.11 Hub Vortex Cavitation.....	8
Gambar 2.12 Panjang dan Sudut Divergent Hub Cap.....	9
Gambar 3.13 Alur Diagram Penelitian	11
Gambar 3.14 Ukuan <i>Domain</i>	13
Gambar 3.15 Domain	13
Gambar 3.16 <i>Intial Mesh</i>	13
Gambar 3.17 <i>Adapt to Gemetry</i>	14
Gambar 3.18 <i>Snap to Geometry</i>	14
Gambar 3.19 <i>Optimize</i>	15
Gambar 3.20 <i>Vicouse Layer</i>	15
Gambar 3.21 Hasil <i>Meshing</i>	16
Gambar 3.22 <i>General Parameter</i>	16
Gambar 3.23 <i>Fluid Model</i>	17
Gambar 3.24 <i>Flow Model</i>	17
Gambar 3.25 <i>Boundary Condition</i>	18
Gambar 3.26 <i>Body Definition</i>	18
Gambar 3.27 <i>Body Motion</i>	19
Gambar 3.28 <i>Mesh Management</i>	19
Gambar 3.29 <i>Initial Solution</i>	20
Gambar 3.30 1 <i>Computational Control Variable and Output</i>	20
Gambar 3.31 Residuals.....	21
Gambar 3.32 Hasil Motion.....	21
Gambar 3.33 Hasil Force.....	22
Gambar 3.34 Hasil Moments.....	22
Gambar 4.35 Model Propeller C4-40 P/D	25
Gambar 4.36 Penggambaran Divergent.....	28
Gambar 4.37 Propeller Tanpa Divergent	29
Gambar 4.38 Propeller Dengan Divergent 5°	29
Gambar 4.39 Propeller Dengan Divergent 6°	29
Gambar 4.40 Propeller Dengan Divergent 7°	30
Gambar 4.41 Propeller Dengan Divergent 8°	30
Gambar 4.42 Propeller Dengan Divergent 9°	30
Gambar 4.43 Propeller Dengan Divergent 10°	31

Gambar 4.44 Perbandingan Aliran Tampak Samping Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 5^0	44
Gambar 4.45 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 5^0	45
Gambar 4.46 Perbandingan Aliran Tampak Samping Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 6^0	46
Gambar 4.47 1 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 6^0	47
Gambar 4.48 2 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 7^0	48
Gambar 4. 49 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 7^0	48
Gambar 4.50 3 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 8^0	49
Gambar 4. 51 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 8^0	50
Gambar 4.52 4 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 9^0	51
Gambar 4. 53 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 9^0	52
Gambar 4.54 5 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 10^0	53
Gambar 4. 55 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 10^0	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Validasi Meshing Propeller Tanpa Divergent	23
Tabel 3.2 Validasi Model	23
Tabel 4.3 Hasil Analisa Propeller	25
Tabel 4.4 Variasi J	26
Tabel 4.5 Perbedaan KT	26
Tabel 4.6 Perbedaan KQ	26
Tabel 4.7 Perbedaan Efisiensi	27
Tabel 4.8 Hasil simulasi divergent 5^0	31
Tabel 4.9 Hasil simulasi divergent 6^0	33
Tabel 4.10 Hasil simulasi divergent 7^0	34
Tabel 4.11 Hasil simulasi divergent 8^0	36
Tabel 4.12 Hasil simulasi divergent 9^0	37
Tabel 4.13 Hasil Rata-Rata Prosentase Setelah Penambahan Divergent	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Validasi Meshing Propeller Tanpa Divergent	23
Grafik 4.2 Hasil KT – KQ – J Divergent 5^0	32
Grafik 4.3 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 5^0	32
Grafik 4.4 Hasil KT – KQ – J Divergent 6^0	33
Grafik 4.5 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 6^0	34
Grafik 4.6 Hasil KT – KQ – J Divergent 7^0	35
Grafik 4.7 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 7^0	35
Grafik 4.8 Hasil KT – KQ – J Divergent 8^0	36
Grafik 4.9 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 8^0	37
Grafik 4.10 Hasil KT – KQ – J Divergent 9^0	38
Grafik 4.11 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 9^0	38
Grafik 4.12 Hasil KT – KQ – J Divergent 10^0	39
Grafik 4.13 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 10^0	40
Grafik 4. 14 Perubahan Presentase Thrust	41
Grafik 4. 15 Perubahan Prosentase Torsi.....	42
Grafik 4. 16 Perubahan Prosentase efisiensi	43

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan kepulauan terbesar yang memiliki potensi menjadi poros maritime di dunia, khususnya di industri perkapalan. Tidak heran jika perkembangan zaman sangatlah berkembang di bidang propulsi. Propulsi merupakan rangkaian system yang dapat digunakan untuk memindahkan / menggerakkan kapal dari tempat satu ke tempat lain. Dalam operasinya, suatu kapal harus memiliki kemampuan untuk mempertahankan kecepatan dinas (vs) yang telah direncanakan. Secara umum system propulsi kapal terdiri dari 3 (tiga) komponen utama, antara lain : (a) Motor penggerak utama (main engine); (b) Sistem transmisi; dan (c) Alat gerak (propulsor).

Energi saving device (ESD) diciptakan dengan tujuan penggunaan secara efisiensi dimana penggunaan manfaat yang diperoleh dengan menggunakan energy lebih sedikit, ataupun mengurangi konsumsi dan kegiatan dalam penggunaan energy. Sehingga penggunaan energy dapat dipakai dalam jangkauan waktu yang lama.

Karena penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa divergent hub cap dapat merubah performa, maka sangat menarik bila diplementasikan pada propeller C series. Dan penulis ingin meneruskan penelitian tentang panjang dan sudut divergent hub cap terhadap performa propeller. Penelitian ini menggunakan metode CFD (Computational Fluid Dynamics).

1.2 Rumusan Masalah Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang diatas, bahwa rumusan masalah untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbedaan gaya dorong, torsi dan efisiensi pada propeller C4-40 series setelah perubahan diameter pada propeller divergent hup cap?
2. Bagaimana pengaruh panjang dan sudut pada propeller hup cap terhadap aliran fluida yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan Masalah Tugas Akhir

Adapun tujuan tugas akhir yang akan dicapai oleh peneliti ini adalah sebagai berikut :

1. Perubahan panjang dan sudut pada propeller divergent hup cap untuk mengetahui prosentase perbedaan gaya dorong, torsi dan efisiensi pada propeller setelah adanya perubahan panjang dan sudut pada propeller divergent hup cap.

1.4 Batasan Masalah Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat disimpulkan batasan masalah untuk tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Propeller yang digunakan adalah series C4-40 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter propeller	= 316,6 mm
Speed	= 900 rpm
Ae/Ao	= 0,4
Pitch	= 1.4
Number of Blades	= 4
Diameter boss cap	= 80 mm
2. Kondisi propeller akan dianalisa pada saat open water tes, dan kondisi propeller yang dianalisa dalam keadaan stabil.
3. Hanya menganalisa gaya dorong propeller C4-40.
4. Hanya menganalisa torsi pada propeller C4-40.
5. Tidak menganalisa kavitasi.
6. Tidak membahas metode optimasi desain.
7. Menggunakan data dan gambar propeller yang sudah ada.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diperoleh dari penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi peneliti, untuk menambah wawasan mengenai divergent hub cap propeller dari propeller C4-40 series sehingga penelitian ini menjadi tolak ukur dalam pemilihan propeller.
2. Manfaat bagi pembaca dan penulis, sebagai kajian bahan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Propulsi

Sistem propulsi kapal merupakan sebuah system yang berfungsi untuk menggerakkan kapal. Baik berolah gerakan itu maju atau mundur maupun berdiam diri. Gerakan kapal pada dasarnya dituntut untuk mampu mempertahankan kecepatan dinas seperti yang telah direncanakan. Oleh karena itu perancangan system propulsi kapal harus dapat mengatasi seluruh gaya hambat yang diterima kapal adar dapat memenuhi standar kecepatan dinas. Sistem propulsi pada kapal terbagi mejadi tiga komponen, yaitu mesin utama, system transmisi dan propulsor (alat gerak). Ketiga komponen ini yang selanjutnya akan saling berkaitan untuk menggerakkan kapal.

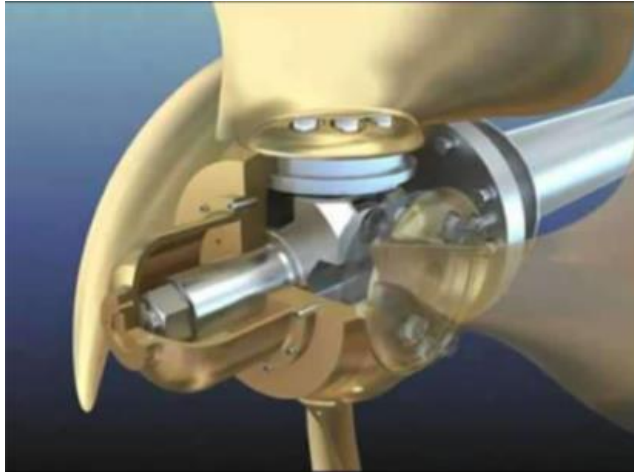


Gambar 2.1 Sistem Propulsi Pada Kapal

2.1.1 Propeller

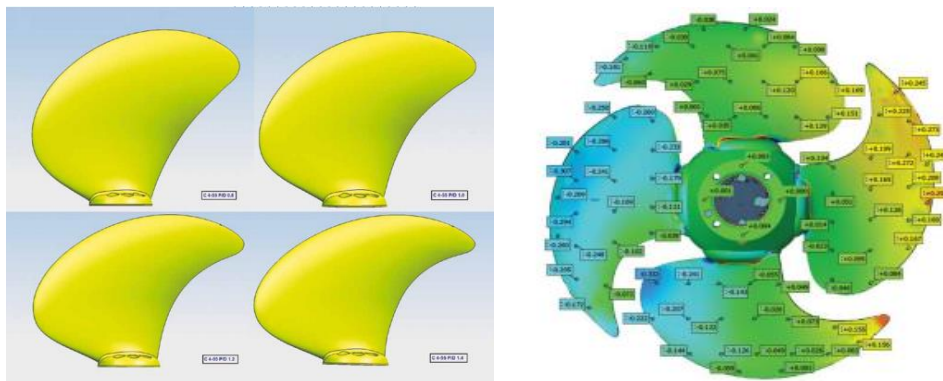
Propeller adalah alat yang dapat digunakan untuk memindahkan/ menggerakkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya. (Zainal, Abidin, 2012). Ada 11 tipe propeller diantara lain : *Adjustable Bolted Propeller (ABP)*, *Assembled Propeller*, *CLT Propeller*, *Countra Rotating Propeller*, *Controlable-Pich Propeller (CPP)*, *Ducted Propeller*, *Fixed Picth Propeller (FPP)*, *High Skew Propeller*, *Keyss Propeller*, *Solid Propeller*, *Surface Pierching Propeller*, *Assembled Propeller*. (Fauzi, Achdri, 2018)

Dimana penulis menggunakan propeller tipe CPP yaitu, *Contrable Pitch Propeller*. Propeller yang mempunyai system mekasnis pada bagian *hub* dan dapat diatur melalui *operated remotely* untuk konfigurasi pitch dari maksimum *design ahead pitch* ke *maximum astern pitch*. Pitch dapat diatur bersamaan dengan propeller sedang berputar dan menghasilkan thrus yang dihasilkan, atau dapat diatur saat kondisi *continuous operation*.



Gambar 2.2 Controlable Pitch Propeller Sectional

Tujuan utamanya pengembangan seri CPP baru adalah untuk membantu industri pembuatan kapal dan lepas pantai dalam memahami the off-design performance of the CPP, yang kekurangan informasi mengenai CPP.



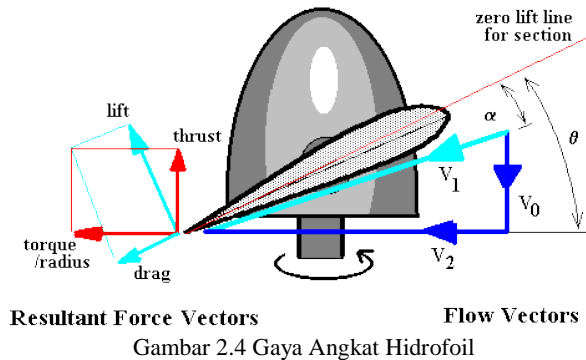
Gambar 2.3 Propeller C-series

Bahan yang sering digunakan untuk membuat propeller yaitu Gray cast iron, Carbon and low-alloy steels, Chromium stainless steel, Chromium-nickel austenitic stainless steel, Manganese bronze, Nickel -manganese bronze, Nickel-aluminium bronze, Manganese-Aluminium bronze. Tetapi pada penelitian (J. Dang, 2012) yaitu *all propeller blades and hubs were made of aluminium with anodized final surface treatment*.

2.1.2 Propeller Geometry

Dalam bentuk propeller dibutuhkan adanya hirodinamis dengan kata lain hidrofoil yang dimana adanya suatu lift dan drag, suatu gaya lift harus lebih besar dari suatu gaya drag yang pada dasarnya hidrofoil terjadi di suatu fluida dengan kecepatan tertentu agar mengalami hidrodinamika. Hidrodinamika sendiri adalah suatu perbedaan kecepatan dibagian bawah dan bagian atas. Fluida pada bagian atas akan mengalami lebih

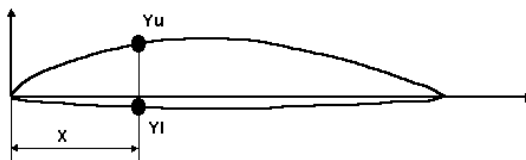
cepat dibandingkan dengan kecepatan di bawah aerofoil. Fenomena ini akan menyebabkan terjadinya suatu perbedaan tekanan yang pada akhirnya menimbulkan suatu gaya lift atau gaya angkat. (Surnto, Maful, 2018)



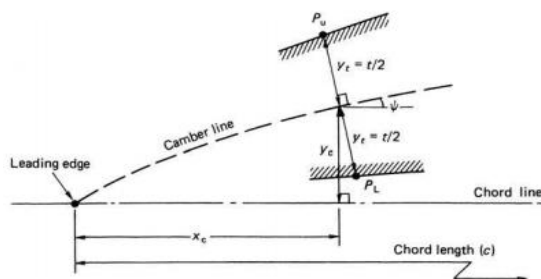
Adapun untuk penggambarannya yaitu :

a. Aerofoil

Airfoil merupakan bentuk potongan melintang sayap yang dihasilkan oleh perpotongan tegak lurus sayap, dengan kata lain airfoil merupakan gambar sayap secara dua dimensi. Untuk propeller series C4-40 menurut J. Penggambaran propeller ini yaitu mengacu pada *NACA 66 (MOD) thickness distribution and the NACA $a=0.8$ meanline have been used for all of the propeller blades for the present propeller series.* Dengan propeller pada bagian tepi trailing digunakan minimum ketebalan 0,4 mm. (J. Dang, 2012)



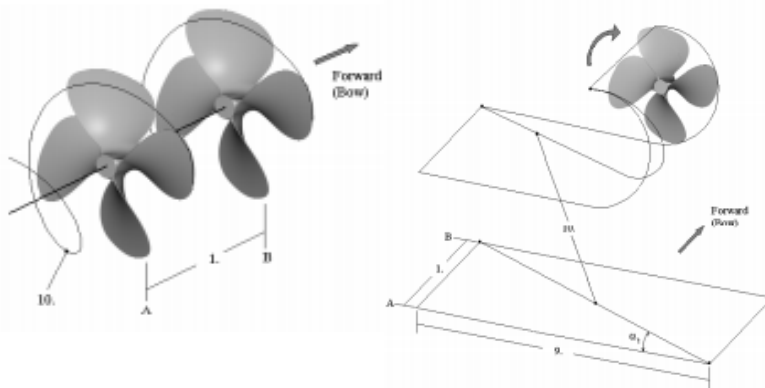
Gambar 2.5 Aerofoil section



Gambar 2.6 Aerofoil Section Definition

b. Pitch

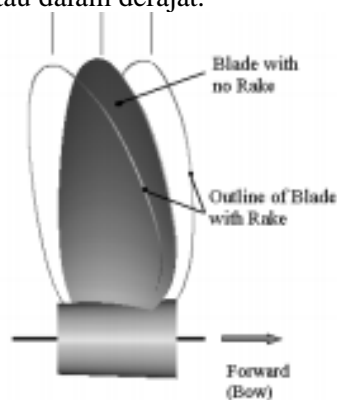
(Donal, John, 1988) Baling-baling dibentuk dari bagian-again yang dikembangkan sepenuhnya yang terletak pada jari-jari R_i tertentu yang ditempatkan sehingga garis akornya berada pada sudut terhadap sumbu X horizontal pada bidang XZ. Pitch adalah suatu jarak aksial yang ditempuh oleh propeller pada satu kali putaran (360 derajat). Pada prinsipnya, pengertian pitch dapat di analogikan akan sama dengan gear pada mobil. Suatu panajng pitch bisa dilihat pada gambar 6. dengan definisi nomer 1 adalah panjang pitch.



Gambar 2.7 Pitch Propeller

c. Rake

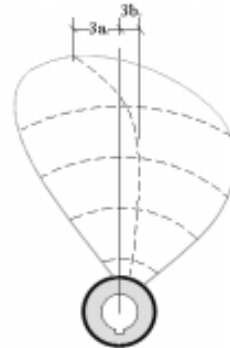
(Chartlon, 2007) Istilah rake meskipun didefinisikan geometri baling-baling pesawat yang berbeda, memiliki komponen crosscoupling karena sifat heliks dari pisau. Rake adalah Kemiringan daun propeller ke depan atau belakang dari Blade. Rake positif yang berarti kemiringan daun propeller ke arah ujung belakang hub. Sedangkan Rake negatif yang berarti kemiringan daun propeller ke arah ujung depan hub. Dapat ditentukan dalam inci di ujung daun propeller atau dalam derajat.



Gambar 2.8 Rake Propeller

d. Skew

Skew adalah suatu Blade Centre Line yang melengkung kebelakang dari arah putaran propeller seperti pada gambar 2.9. berikut.



Gambar 2.9 Skew Propeller

2.2 Karakteristik Propeller

(Febriyanto) Karakteristik beban propeller dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan Torque dan Thrust sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeler terdiri dari koefisien Thrust (KT), koefisien torque (KQ), koefisien advanced (J) dan efisiensi.

$$KT = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$$

$$KQ = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$$

$$J = \frac{VA}{\rho D}$$

$$\eta_o = \frac{J KT}{2\pi KQ}$$

Dimana :

ρ = massa jenis fluida (Fluid Density)

D = diameter propeller

N = putara propeller

Va = advance speed

T = trust propeller

Q = torque propeller

2.3 Gaya Dorong

Gaya dorong pada propeller dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4$$

Dimana :

K_T = trush coefficient

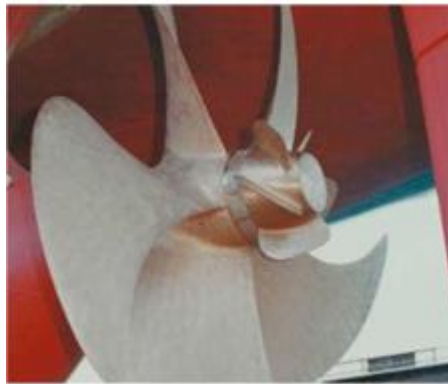
ρ = massa jenis fluida (fluid density)

D = diameter propeller

N = putaran propeller

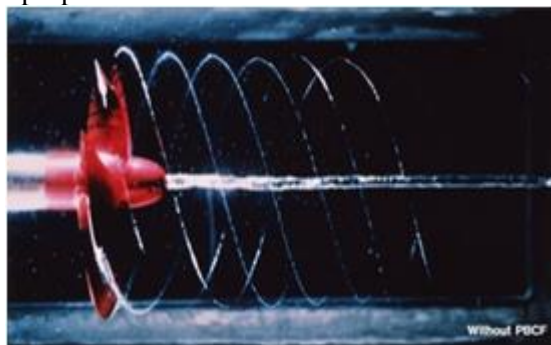
2.4 Divergent Hub Cap Design Parameters

(Jatmiko, E, 2013) Peningkatan efisiensi dari propeller dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar (fuel saving), serta penambahan kecepatan kapal. Dimana propeller mempunyai cap penutup atau biasanya masuk ke dalam bagian hub, pada tipe konvensional hanya digunakan untuk tempat meletakkan daun propeller. Pada boss cap propeller tipe konvensional, dapat terjadi losses yang besar. Hal ini diakibatkan oleh adanya pusaran air yang terbentuk karena aliran fluida yang tidak streamline pada daerah cap dan hub propeller.



Gambar 2.10 Hub cap propeller

Timbulnya pusaran air pada Hub propeller (Hub vortex Cavitation) menyebabkan kerugian yang harus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dari propeller. Adanya sirip pada hub propeller dapat mengurangi terjadinya hub vortex cavitation sehingga dapat menaikkan efisiensi pada propeller.

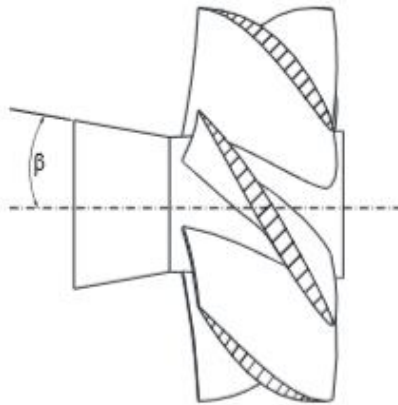


Gambar 2.11 Hub Vortex Cavitation

Bagian ini menganalisa efek dari η_0 , yang disebabkan oleh bentuk topi hub. Perubahan dalam bentuk topi hub dapat mengakibatkan perubahan dalam η_0 yang mengubah pola keluar dari propeler sebagai pbcf. Studi ini meneliti divergen hub cap untuk mengurangi pusaran hub dari arus keluar dari propellers. (Seop Lim, Sang dkk, 2014)

2.4.1 Konsep Sudut

Peneliti menggunakan konsep sudut divergent hub cap dengan sudut 5° , 6° , 7° , 8° , 9° , 10° , yang kemudian akan dibandingkan dengan propeller tanpa divergent hub cap.



Gambar 2.12 Panjang dan Sudut Divergent Hub Cap

2.5 Computational Fluid Dynamic (CFD)

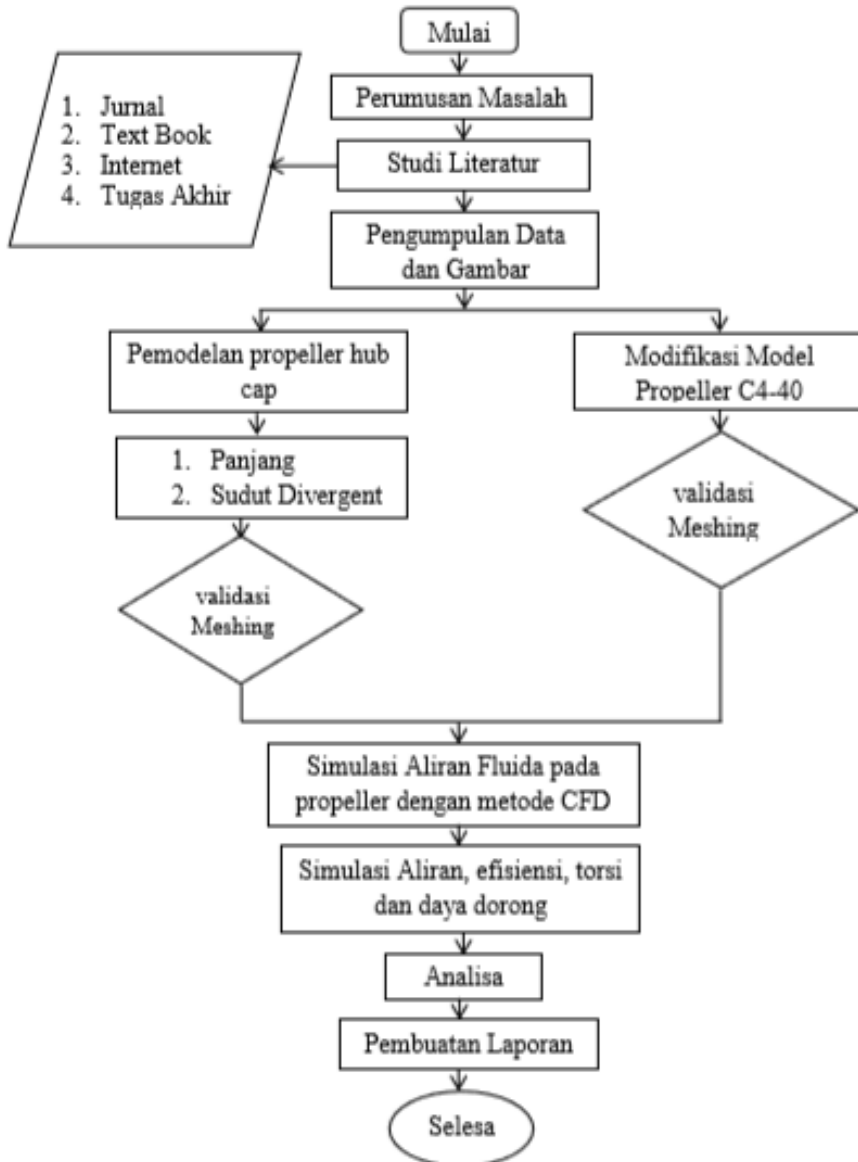
(Prihandanu, 2018) *Computational Fluid Dynamics* (CFD) adalah metode analisa numerik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dinamika fluida. Sebuah software CFD memberikan penggunanya kekuatan untuk mensimulasi aliran fluida, perpindahan panas, perpindahan massa, benda-benda yang bergerak, aliran multifasa, reaksi kimia, interaksi fluida dengan struktur dan system akustik hanya dengan pemodelan dalam komputer. Proses simulasi CFD umumnya dibagi dalam tiga tahap, yaitu : a. Preprocessing, b. Solving, c. Postprocessing.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alur



Gambar 3.13 Alur Diagram Penelitian

3.2. Definisi Masalah

Tahap awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah mengidentifikasi masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini. Pada skripsi ini dilakukan dengan tema yang akan dibahas, sehingga penulis menentukan bahasan tentang pengurangan vortex serta penambahan berapa prosentase terhadap gaya dorong dan torsi akibat penambahan divergent hub cap propeller dari propeller C4-40 series. Dengan memvariasi sudut dan panjang dari divergent hub cap, dan Koefisien Advance (J). Dengan menggunakan metode Computational Fluid Dynamic (CFD). Sehingga dapat didapatkan performa pada masing-masing propeller.

3.3. Studi Literatur

Studi literature dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan tugas akhir. Studi literatur dapat diperoleh dari jurnal, buku, artikel, tugas akhir, interview, dll.

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data digunakan guna menunjang tugas akhir. Sehingga dapat mempermudah dalam medesain propeller divergent hub cap.

Data propeller

Type	: C4-40
Diameter	: 316.8 mm
Speed	: 900 RPM
Ae/Ao	: 0.4
Pitch	: 1.4

Propeller Boss Cap

Diameter	: 80 mm
Jumlah Blade	: 4

Divergent Hub Cap

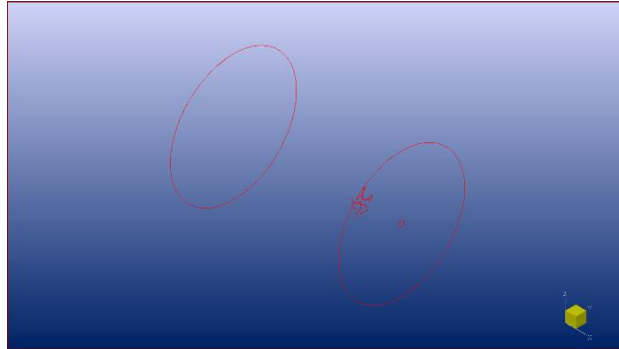
Panjang Divergent	: $\frac{1}{2} \times D.$ boss cap
	: 120 mm
Angle	: $0^\circ, 5^\circ, 6^\circ, 7^\circ, 8^\circ, 9^\circ, 10^\circ$

3.5. Pembuatan Model Propeller

Pembuatan model propeller menggunakan software CAD untuk mendapatkan deometri yang solid guna dapat dianalisa lebih lanjut menggunakan software marine Computational Fluid Dynamic (CFD). Berikut adalah simulasi model :

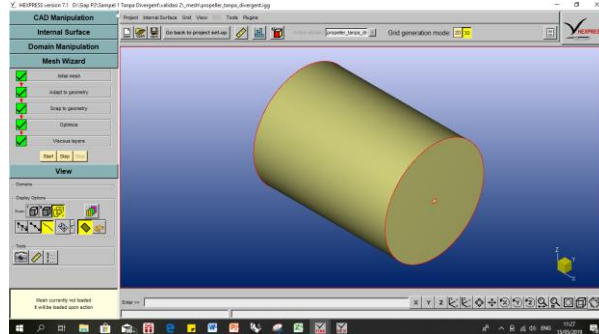
a. Penentuan Batasan Model

Penentuan batasan model merupakan salah satu persyaratan geometri model yang telah disimulasikan pada software CFD.

Gambar 3.14 Ukuan *Domain*

b. Meshing

Penggunaan Numeca Hexpress pada tahap pemashingan ini adalah proses dimana pembagian model menjadi elemen dan node yang lebih kecil.

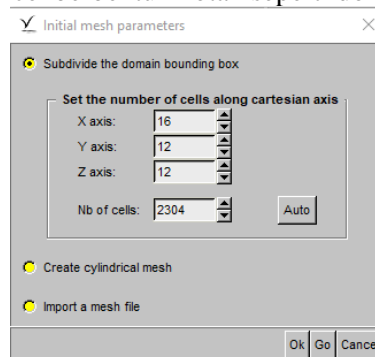


Gambar 3.15 Domain

Proses meshing pada tahap selanjutnya adalah sebagai berikut :

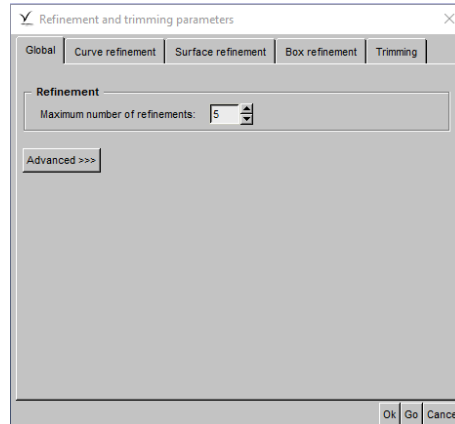
1. *Initial Mesh*

Pada tahap ini dilakukan geometri seluruh domain. Dimana seluruh domain dibagi menjadi cel berbentuk kotak seperti domain.

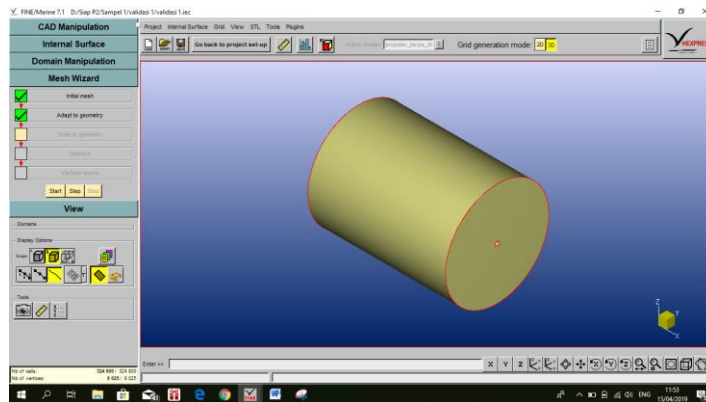
Gambar 3.16 *Initial Mesh*

2. *Adapt to Gemetry*

Pammeter dari *adapt to gemetry*



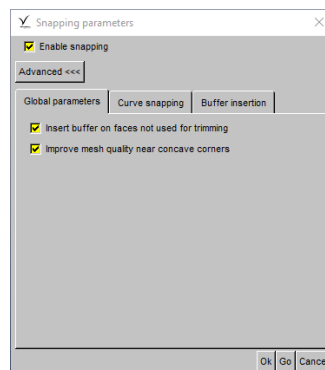
Pada tahap ini dilakukan *Refinement* terhadap cell yang dibagi sesuai dengan bentuk geometri. kemudian dilakukanya trimming yaitu penghapusan cell-cell yang berolasi diluar geometri.



Gambar 3.17 *Adapt to Gemetry*

3. *Snap to Geometry*

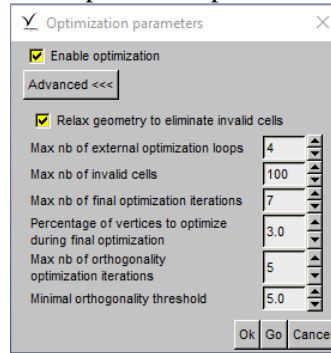
Otomatisi bertujuan untuk memproyeksikan mesh agar mendapatkan hasil bentuk geometri yang halus.



Gambar 3.18 *Snap to Geometry*

4. Optimize

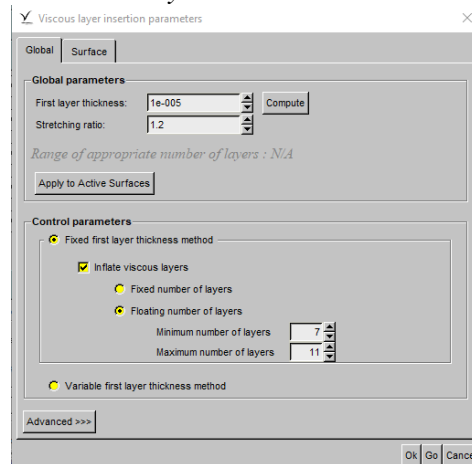
Pada tahap ini dilakukan optimisasi terhadap hasil mesh yang memiliki kualitas yang buruk secara *concave*, *negative cell*, *twisted cell* untuk mengetahui kualitas dari cell dapat dilihat pada *mesh quality*.



Gambar 3.19 Optimize

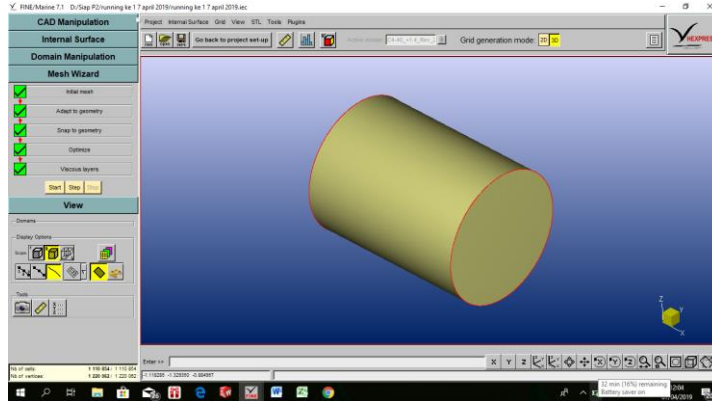
5. Viscouse Layer

Parameter dari *Viscouse Layer*



Gambar 3.20 Viscouse Layer

Pada tahap *Viscouse Layer* dilakukan pendekatan yang spesifik dalam penyisipan lapisan viskos berdasarkan kecepatan sehingga dihasilkan Reynolds dan angka Froude.

Gambar 3.21 Hasil *Meshing*

c. Simulasi atau *running*

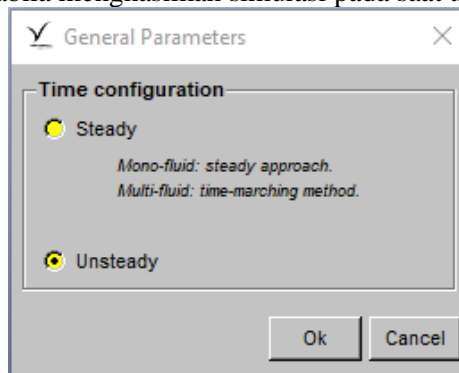
Tahap ini dilakukanya proses simulasi atau running dengan menggunakan metode Computational Fluid Dynamic (CFD). Proses simulasi menggunakan software CFX-solver untuk melihat hasilnya. Parameter sebagai berikut :

1. Parameter

Parameter merupakan batasan nilai yang dimasukkan dalam sebuah method. Parameter NUMECA Fine Marine :

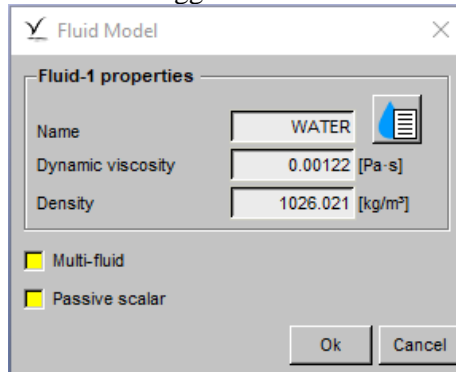
a. *General Parameter*

Terdapat 2 pilihan *Steady* dan *Unsteady* pilihan time step pada konfigurasi waktu hasil simulasi. *Steady* digunakan apabila ingin menghasilkan hasil runningan pada saat time step teakhir dan *Unsteady* di digunakan apabila menghasilkan simulasi pada saat time step tertentu.

Gambar 3.22 *General Parameter*

b. *Fluid Model*

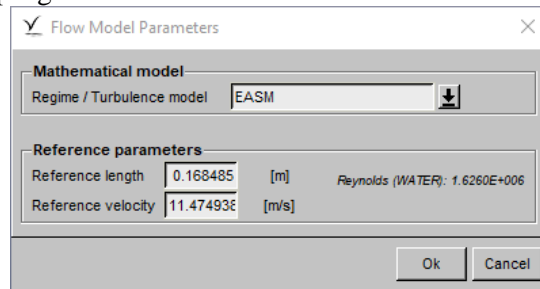
Pada penelitian ini menggunakan fluida air :



Gambar 3.23 *Fluid Model*

c. *Flow Model*

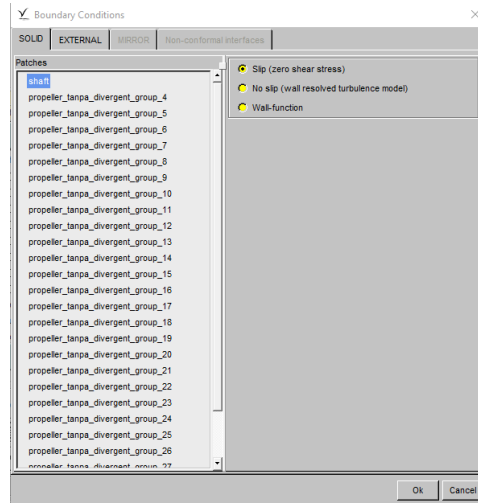
Flow Model merupakan definisi untuk menentukan karakteristik dari aliran yang akan digunakan. Pada bagian *Reference parameter* untuk mendefinisikan perhitungan dari *Frude Number* dan *Reynolds number* tertuju pada pengaturan *Fluid Model*.



Gambar 3.24 *Flow Model*

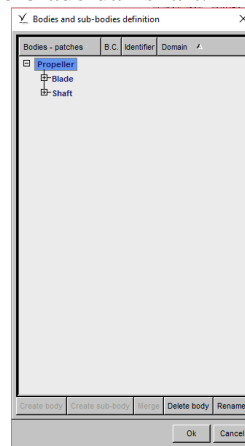
d. *Boundary Condition*

Boundary Condition merupakan definisi dari kondisi batasan yang akan disimpulkan. Pada konfigurasi kondisi solid yang digunakan dengan mendefinisikan propeller sebagai wall-function, sedangkan shaft sebagai slip. Sedangkan pada kondisi external inlet dan cylinder dimasukan harga velocity advance pada sumbu x, sedangkan pada output dibuat prescribed pressure.

Gambar 3.25 *Boundary Condition*

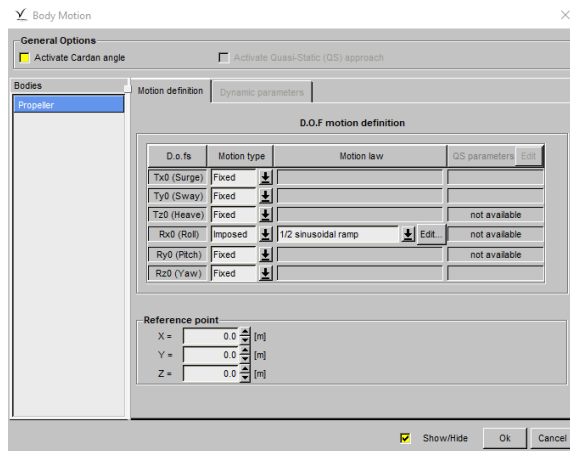
e. *Body Definition*

Body Definition dilakukan untuk menentukan bagian-bagian yang akan dijadikan sebuah badan yang akan diuji. Pada konfigurasi ini dalam satu grup dan di bagi 2 sub blade dan shaft.

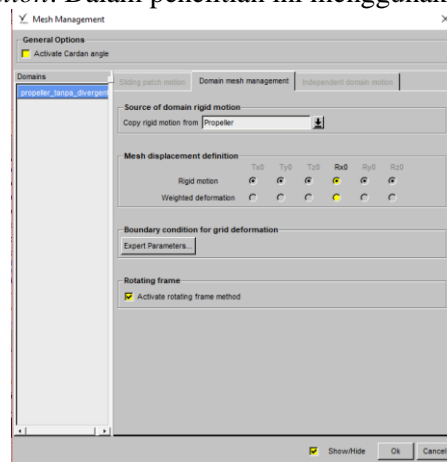
Gambar 3.26 *Body Definition*

f. *Body Motion*

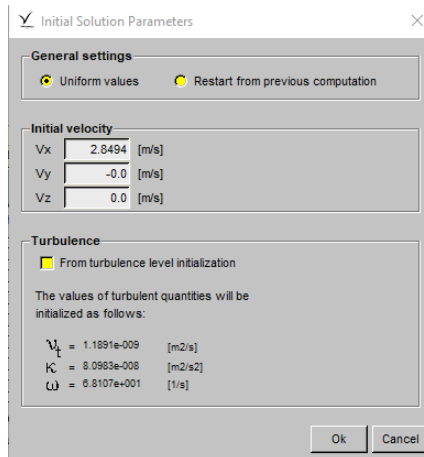
Body Motion merupakan bagian yang menentukan gerak dari benda yang akan diuji. Propeller tersebut di putar dengan kecepatan 900 rpm dan dalam penelitian ini menggunakan $\frac{1}{2}$ sinusoidal ramp pada sumbu x.

Gambar 3.27 *Body Motion*g. *Mesh Management*

Mesh Management merupakan bagian yang menentukan untuk di putar atau di *rotation*. Dalam penelitian ini menggunakan sumbu x

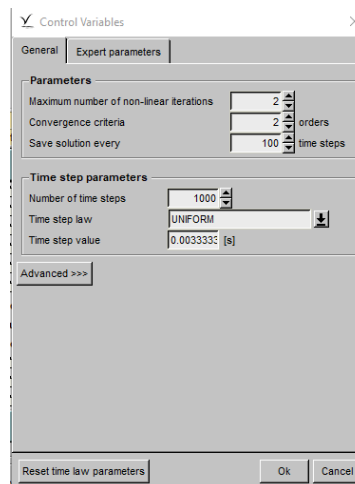
Gambar 3.28 *Mesh Management*h. *Initial Solution*

Initial Solution merupakan besarnya suatu kecepatan aliran pada sumbu putar. Dalam penelitian ini aliran yang digunakan pada sumbu x.

Gambar 3.29 *Initial Solution*

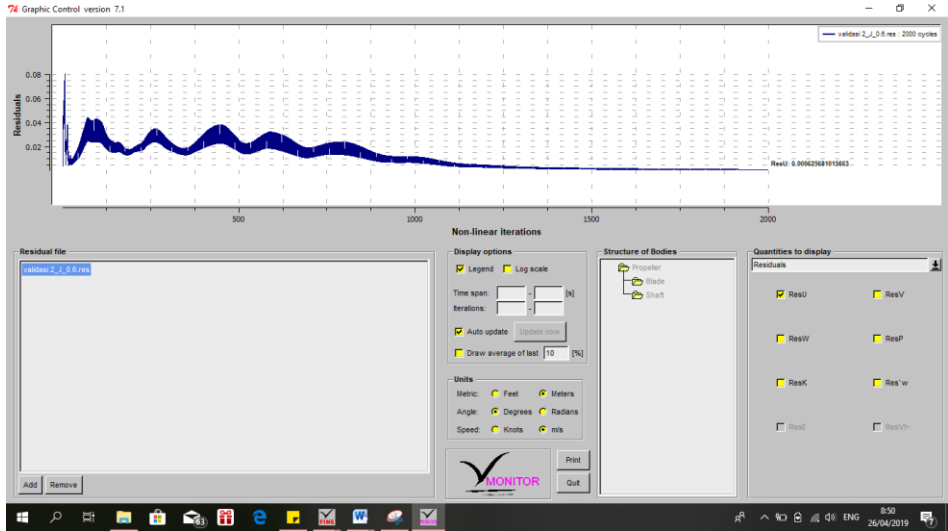
i. *Computational Control Variable and Output*

Control Variable adalah konfigurasi untuk menentukan perhitungan iterasi dan jumlah Time step yang akan digunakan. *Output* merupakan penentuan *variable* dari hasil simulasi yang telah didapat. Simulasi dapat ditentukan dengan cara mengaktifkan tombol *solver running*.

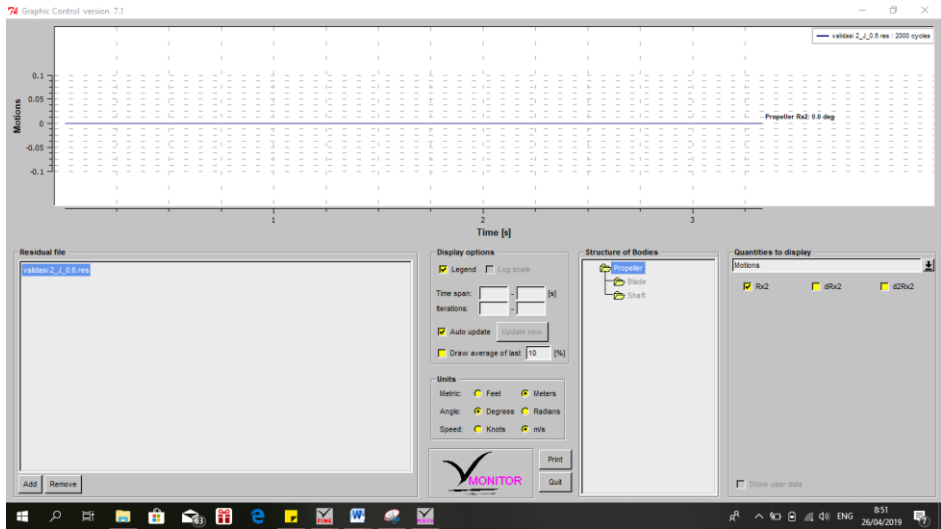
Gambar 3.30 1 *Computational Control Variable and Output*

2. Hasil Simulasi

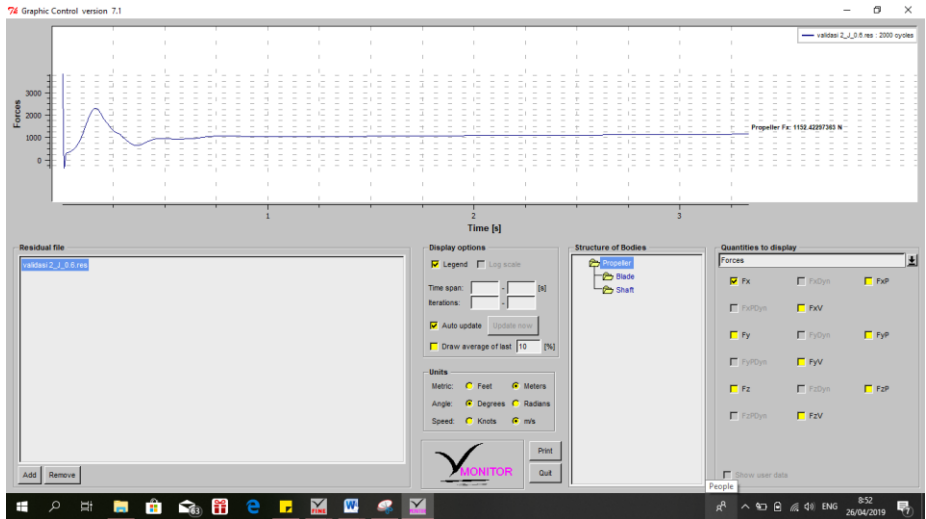
Hasil simulasi diperoleh dengan pembacaan grafik pada monitor berupa Thrush, moment, dan efisiensi dalam CFview, dimana bagian yang terjadi terhadap sumbu x sehingga dalam pembacaan grafik (Fx).



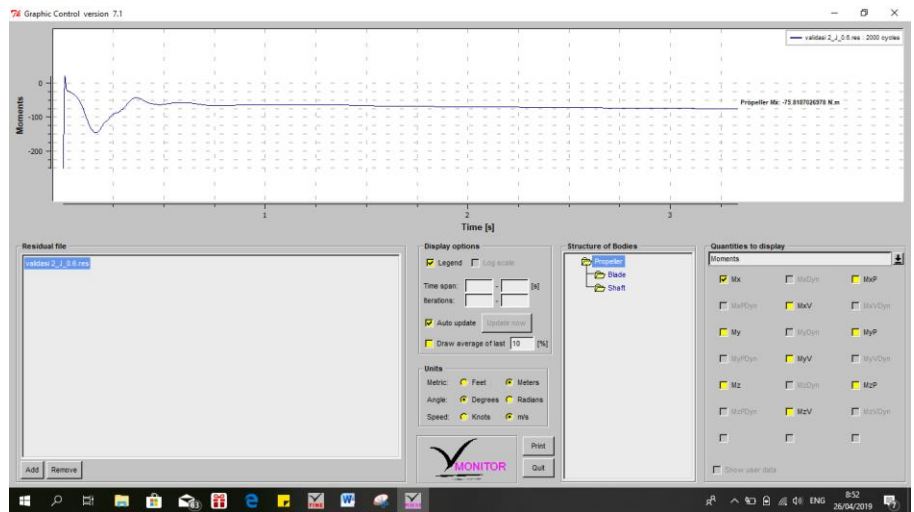
Gambar 3.31 Residuals



Gambar 3.32 Hasil Motion



Gambar 3.33 Hasil Force



Gambar 3.34 Hasil Moments

3.6. Validasi

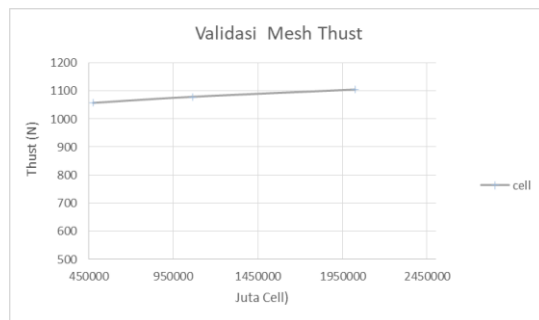
Validasi dilakukan dengan tujuan untuk memastikan data yang dihasilkan memiliki keakuratan yang baik. Dalam tahap ini validasi dilakukan pada tahap :

1. Validasi Meshing

Berikut adalah validasi meshing pada masing-masing jumlah cell untuk menemukan cell yang akan digunakan:

Tabel 3.1 Validasi Meshing Propeller Tanpa Divergent

Validasi Propeller tanpa Divergent				
NO	cell	j	T	Q
1	476430	0,6	1057,171	76,326
2	1063399	0,6	1078,664	74,031
3	2024024	0,6	1104,484	74,604



Grafik 3.1 Validasi Meshing Propeller Tanpa Divergent

Dari tabel 3.1 dan grafik 3.1 Cell 476.430 menghasilkan Thrus sebesar (1057,17 kN) Torsi sebesar (76,326 kN). Cell 1.063.399 menghasilkan Thrus sebesar (1078,66 kN) Torsi menghasilkan (74,031 kN). Cell 2.024.024 menghasilkan Thrus sebesar (1104,48 kN) Torsi sebesar (74,604 kN). Untuk hasil Thrus dan Torsi yang akan digunakan untuk meshing diambil cell 1.063.399.

2. Validasi Model

Berikut adalah validasi geometry pada masing-masing cell yang akan digunakan :

Tabel 3.2 Validasi Model

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent				
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	KQ*10
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465053	0,319177
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,373599	0,268906
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,27768	0,216458
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177111	0,159836
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071315	0,095726

3.7. Simulasi Aliran Fluida Pada Propeller

Setelah dilakukan pemodelan propeller langkah selanjutnya pada tahap ini dilakukan simulasi guna melihat aliran fluida di dalam propeller.

3.8. Simulasi Aliran Fluida, Torsi Efisiensi dan Daya Dorong

Proses selanjutnya melakukan simulasi aliran fluida, torsi, efisiensi dan daya dorong setelah penambahan divergent hub cap. Proses simulasi dilakukan dengan software CFD.

3.9. Analisa dan Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil, maka data tersebut akan dianalisa kemudian dibandingkan dengan setiap variasi panjang dan sudutnya.

3.10. Kesimpulan

Setelah selesai menganalisa data, maka langkah selanjutnya adalah menyimpulkan hasil dari analisa yang telah dilakukan.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Model Propeller C4-40

Dalam pembuatan propeller divergent hub cap, diperlukan data pemodelan propeller C4-40 sebagai berikut :

Dimensi Utama Propeller C4-40

Dimensi Utama Propeller C4-40 series
 Diameter Propeller = 316,6 mm
 Speed = 900 rpm
 Ae/Ao = 0,4
 Pitch = 1,4

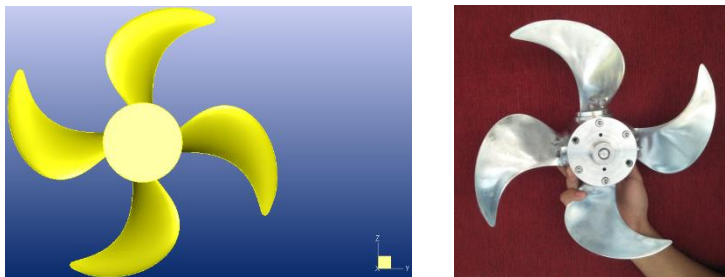
Propeller Bos Cap

Diameter = 80 mm
 Jumlah Blade = 4

Divergent Hub Cap

Panjang Divergent = $\frac{1}{2} \times D.$ boss cap
 = $\frac{1}{2} \times 80$
 = 40 mm

Angle = $5^\circ, 6^\circ, 7^\circ, 8^\circ, 9^\circ, 10^\circ$



Gambar 4.35 Model Propeller C4-40 P/D

4.2 Hasil Analisa Propeller

Berikut merupakan hasil analisa dari propeller C4-40

Tabel 4.3 Hasil Analisa Propeller

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η_o
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526

Hasil sebelum tanpa divergent. Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrus sebesar (1078,660 kN) Torsi sebesar (74,031 kN) Efisiensi sebesar (0,441). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrus sebesar (866,538 kN) Torsi sebesar (63,371 kN) Efisiensi sebesar (0,560). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrus sebesar (644,061 kN) Torsi sebesar (50,206 kN) Efisiensi sebesar (0,647). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrus sebesar (410,798 kN) Torsi sebesar (37,072) Efisiensi sebesar (0,670). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrus sebesar (165,410 kN) Torsi sebesar (22,203 kN) Efisiensi sebesar (0,526)

4.3 Karakteristik Propeller

Karakteristik propeler terdiri dari koefisien Thrust (KT), koefisien torque (KQ), koefisien advanced (J) dan efisiensi.

Tabel 4.4 Variasi J

Variasi J			
RPM	RPS	VA	J
900	15	2,8494	0,6
900	15	3,7992	0,8
900	15	4,749	1
900	15	5,6988	1,2
900	15	6,6486	1,4

Tabel 4.5 Perbedaan KT

J	KT		
	Peper	Xdivergent	Diff(%)
0,6	0,430	0,465	7,537
0,8	0,345	0,374	7,655
1	0,275	0,278	0,965
1,2	0,175	0,177	1,192
1,4	0,075	0,071	-5,168

Tabel 4.6 Perbedaan KQ

J	10KQ		
	Peper	Xdivergent	Diff(%)
0,6	0,980	0,319	-27,512
0,8	0,695	0,269	-23,156
1	0,580	0,216	-24,630
1,2	0,425	0,160	-24,991
1,4	0,245	0,096	-24,637

Tabel 4.7 Perbedaan Efisiensi

J	η_o		
	Peper	Xdivergent	Diff(%)
0,6	0,610	0,441	-38,406
0,8	0,630	0,560	-12,433
1	0,745	0,647	-15,195
1,2	0,790	0,670	-17,848
1,4	0,640	0,526	-21,717

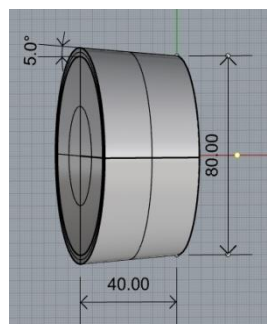
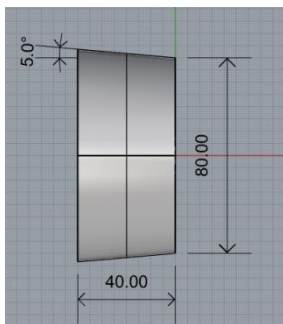
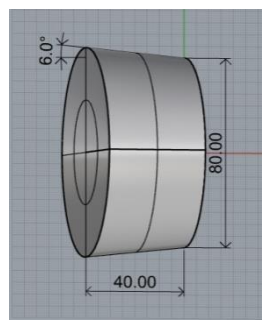
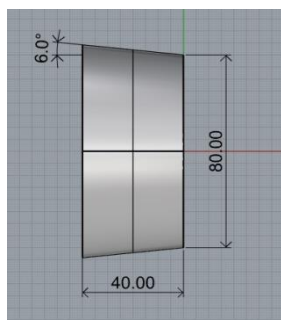
4.4 Penggambaran Propeller Divergent Hub Cap Divergent Hub Cap

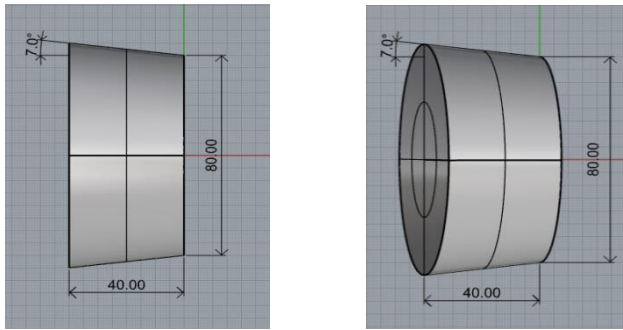
Panjang Divergent = $\frac{1}{2} \times D.$ boss cap

= $\frac{1}{2} \times 80$

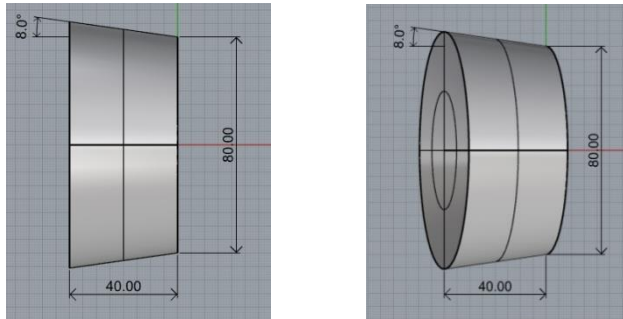
= 40 mm

Angle = $5^\circ, 6^\circ, 7^\circ, 8^\circ, 9^\circ, 10^\circ$

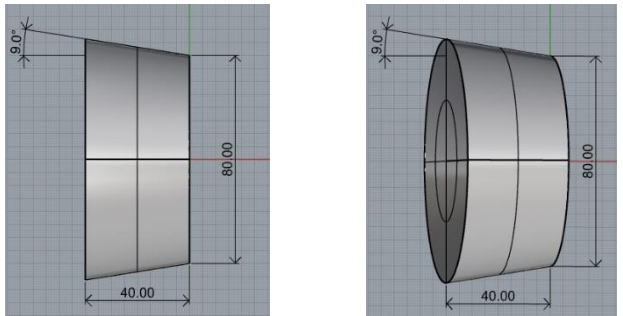
a) Divergent 5° b) Divergent 6°



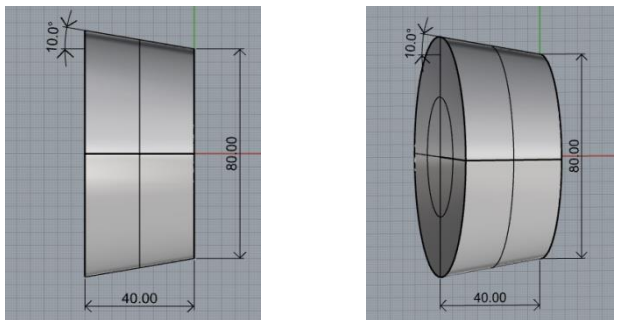
c) Divergent 7°



d) Divergent 8°



e) Divergent 9°



f) Divergent 10°

Gambar 4.36 Penggambaran Divergent

1. Langkah selanjutnya menggambar propeller C4-40 tanpa divergent hub cap

NUMECA



Gambar 4.37 Propeller Tanpa Divergent

2. Menggambar propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 5°

NUMECA



Gambar 4.38 Propeller Dengan Divergent 5°

3. Propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 6°

NUMECA



Gambar 4. 39 Propeller Dengan Divergent 6°

4. Propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 7°

NUMECA



Gambar 4.40 Propeller Dengan Divergent 7°

5. Propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 8°

NUMECA



Gambar 4.41 Propeller Dengan Divergent 8°

6. Propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 9°

NUMECA



Gambar 4.42 Propeller Dengan Divergent 9°

7. Propeller yang telah di tambahkan divergent hub cap dengan variasi angle 10°
NUMECA



Gambar 4.43 Propeller Dengan Divergent 10°

4.5 Perbandingan Hasil Daya Dorong dan Torsi Sebelum dan Sesudah Penambahan Divergent

Pengaruh hasil penambahan divergent dapat dijelaskan sebagai berikut :

4.5.1 Penambahan Divergent Hub Cap 5°

Berikut merupakan hasil penambahan propeller dengan divergent 5°

Tabel 4.8 Hasil simulasi divergent 5°

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Divergent 5 derajat					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	KQ*10	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	KQ*10	T (%)	Q (%)	η_o (%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1037,076	72,664	0,4317	0,447	0,313	-3,855	-1,847	-2,046
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	834,508	61,159	0,5503	0,360	0,264	-3,696	-1,944	-1,787
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	622,330	49,363	0,6356	0,268	0,213	-3,374	-1,679	-1,724
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	399,266	36,886	0,6548	0,172	0,159	-2,807	-0,504	-2,314
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	162,493	22,711	0,5050	0,070	0,098	-1,763	2,288	-3,961

* Tanda negative (-) merunjukkan terjadinya penurunan.

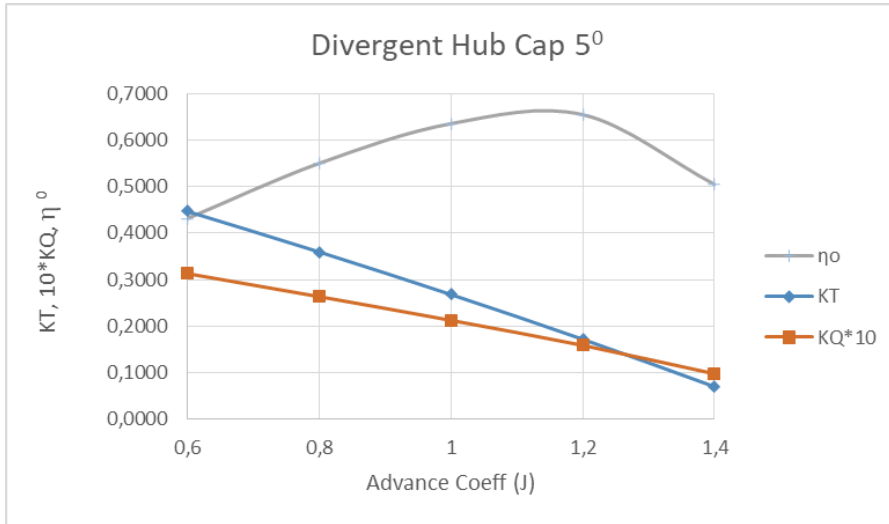
J = Advance Rasio

η = Efisiensi

T = Thrust

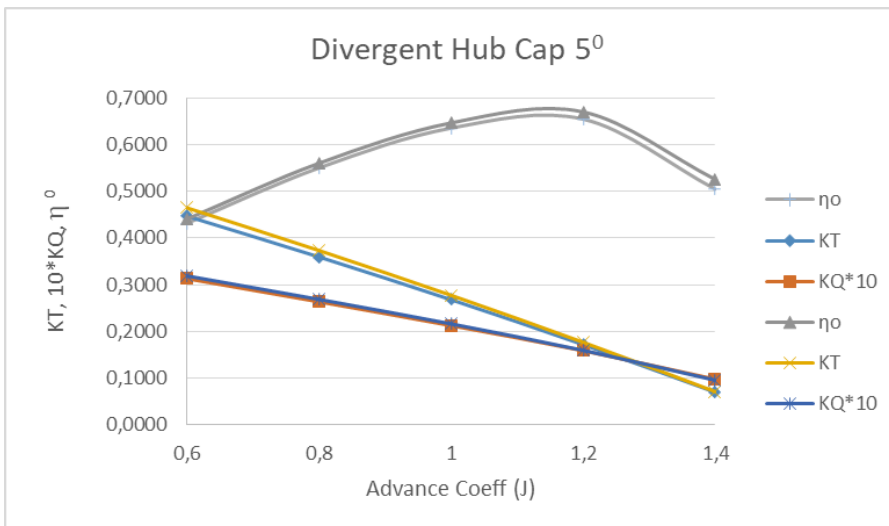
Q = Moment

(-) = Mengalami Penurunan



Grafik 4.2 Hasil $K_T - K_Q - J$ Divergent 5^0

Hasil penambahan Divergent Hub Cap 5^0 . Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (1037,076 kN) Torsi sebesar (72,664 kN) Efisiensi sebesar (0,431). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (834,508 kN) Torsi sebesar (61,159 kN) Efisiensi sebesar (0,550). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (6,22,330 kN) Torsi sebesar (49,363 kN) Efisiensi sebesar (0,635). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (399,266 kN) Torsi sebesar (36,886 kN) Efisiensi sebesar (0,654). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (162,493 kN) Torsi sebesar (22,711 kN) Efisiensi sebesar (0,505).



Grafik 4.3 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 5^0

Hasil penambahan performa divergent hub cap 5^0 mengalami penurunan. Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust (-3,855 %) Torsi sebesar (-1,847%)

Efisiensi sebesar (-2,046 %). Hasil J = 0,8 Thrust (-3,696 %) Torsi sebesar (-1,944 %) Efisiensi sebesar (-1,787 %). Hasil J = 1 menghasilkan Thrust sebesar (-3,374 %) Torsi sebesar (-1,679 %) Efisiensi sebesar (-1,724 %). Hasil J = 1,2 menghasilkan Thrust sebesar (-2,807 %) Torsi sebesar (-0,504 %) Efisiensi sebesar (-2,314 %). Hasil J = 1,4 menghasilkan Thrust sebesar (-1,763 %) Torsi sebesar (2,288 %) Efisiensi sebesar (-3,961 %).

4.5.2 Penambahan Divergent Hub Cap 6°

Berikut merupakan kenaikan hasil penambahan propeller dengan divergent 6°

Tabel 4.9 Hasil simulasi divergent 6°

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Dengan Divergent 6 derajat					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η	KT	10*KQ	T (N)	Q (Nm)	η	KT	10KQ	T (%)	Q (%)	η (%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1084,923	75,7250	0,433	0,468	0,326	0,581	2,288	-1,669
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	875,351	62,242	0,567	0,377	0,268	1,017	-0,207	1,226
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	645,596	51,757	0,629	0,278	0,223	0,238	3,089	-2,766
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	413,365	38,557	0,649	0,178	0,166	0,625	4,003	-3,248
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	161,980	22,852	0,500	0,070	0,099	-2,074	2,923	-4,855

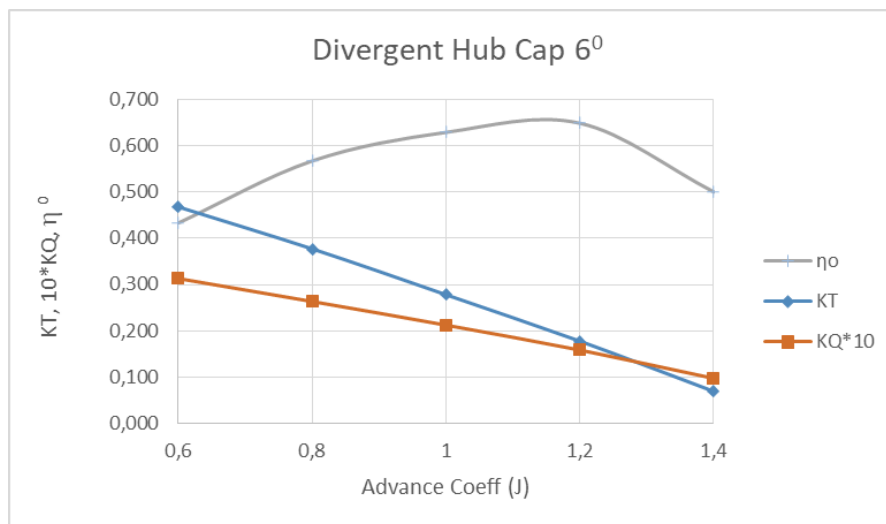
* Tanda negative (-) merunjukkan terjadinya penurunan.

J = Advance Rasio

η = Efisiensi

T = Thrust

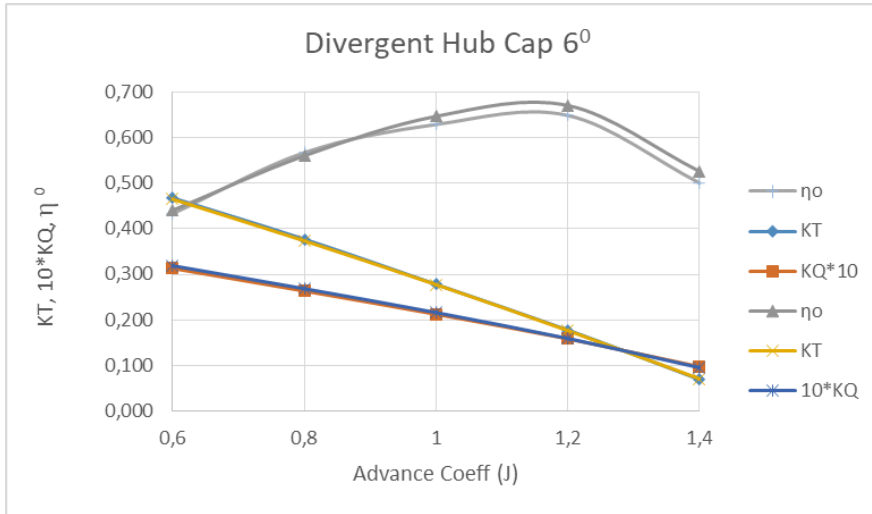
Q = Moment



Grafik 4.4 Hasil KT – KQ – J Divergent 6°

Hasil penambahan Divergent Hub Cap 6° mengalami penurunan. Hasil J = 0,6 menghasilkan Thrust sebesar (1084,923 kN) Torsi sebesar (75,735 kN) Efisiensi sebesar (0,433). Hasil J = 0,8 menghasilkan Thrus sebesar (875,351 kN) Torsi sebesar (62,242 kN) Efisiensi sebesar (0,567). Hasil J = 1

menghasilkan Thrus sebesar (645,596 kN) Torsi sebesar (51,757 kN) Efisiensi sebesar (0,629). Hasil J = 1,2 menghasilkan Thrus sebesar (413,365 kN) Torsi sebesar (38,557 kN) Efisiensi sebesar (0,649). Hasil J = 1,4 mengasilkkan Thrust sebesar (161,980 kN) Torsi sebesar (22,852 kN) Efisiensi sebesar (0,500).



Grafik 4.5 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 6°

Hasil penambahan performa divergent hub cap 6° mengalami penurunan. Hasil J = 0,6 menghasilkan Thrust sebesar (0,581 %) Torsi sebesar (2,288 %) Efisiensi sebesar (-1,669 %). Hasil J = 0,8 menghasilkan Thrust sebesar (1,017 %) Torsi sebesar (-0,207 %) Efisiensi sebesar (1,226 %). Hasil J = 1 menghasilkan Thrust sebesar (0,238 %) Torsi sebesar (3,089 %) Efisiensi sebesar (-2,766 %). Hasil J = 1,2 menghasikan Thrust sebesar (0,625 %) Torsi sebesar (4,003 %) Efisiensi sebesar (-3,248 %). Hasil J = 1,4 menghasilkan Thrust sebesar (-2,074 %) Torsi sebesar (2,923 %) Efisiensi sebesar (-4,855).

4.5.3 Penambahan Divergent Hub Cap 7°

Berikut merupakan kenaikan hasil penambahan propeller dengan divergent 7°

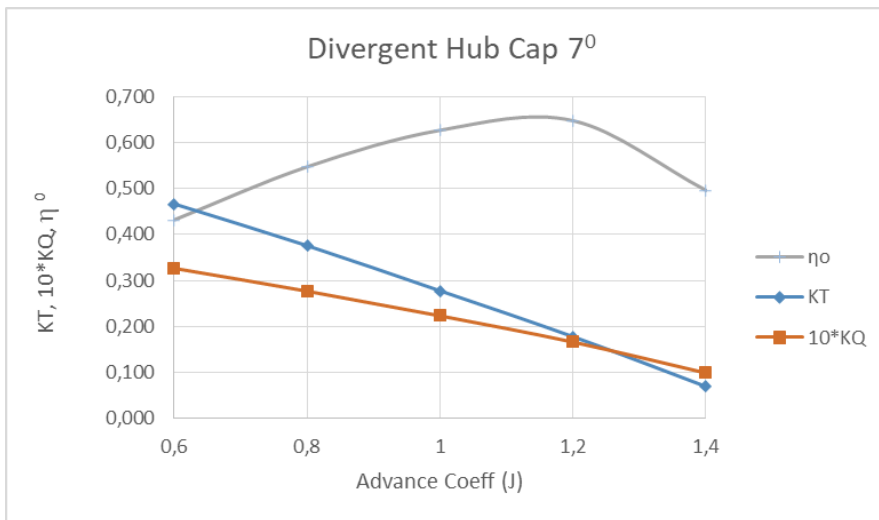
Tabel 4.10 Hasil simulasi divergent 7°

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Dengan Divergent 7					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T(N)	Q(Nm)	η	KT	10*KQ	T(N)	Q(Nm)	η	KT	10*KQ	T(%)	Q(%)	η(%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1082,599	75,787	0,432	0,467	0,327	0,365	2,372	-1,960
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	872,117	64,244	0,547	0,376	0,277	0,644	3,003	-2,290
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	644,244	51,801	0,627	0,278	0,223	0,028	3,177	-3,052
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	413,139	38,589	0,648	0,178	0,166	0,570	4,089	-3,381
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	161,463	22,963	0,496	0,070	0,099	-2,386	3,423	-5,617

* Tanda negative (-) merunjukkan terjadinya penurunan.

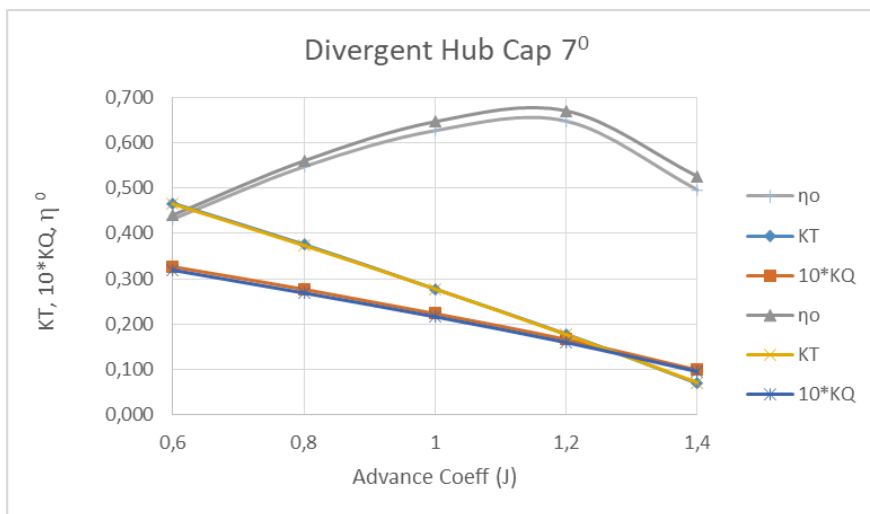
J = Advance Ratio

η = Efisiensi
 T = Thrust
 Q = Moment



Grafik 4.6 Hasil $KT - KQ - J$ Divergent 7^0

Hasil penambahan Divergent Hub Cap 7^0 . Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (1082,599 kN) Torsi sebesar (75,787 kN) Efisiensi sebesar (0,432). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (872,117 kN) Torsi sebesar (64,244 kN) Efisiensi sebesar (0,547). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (644,244 kN) Torsi sebesar (51,801 kN) Efisiensi. Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (413,139) Torsi sebesar (38,589 kN) Efisiensi sebesar (0,648). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (161,980 kN) Torsi sebesar (22,963 kN) Efisiensi sebesar (0,496).



Grafik 4.7 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 7^0

Hasil penambahan peforma divergent hub cap 7⁰ mengalami penurunan. Hasil J = 0,6 menghasilkan Thrust sebesar (0,365 %) Torsi sebesar (2,372 %) Efisiensi sebesar (-1,960 %). Hasil J = 0,8 menghasilkan Thrust sebesar (0,644 %) Torsi sebesar (-0,207 %) Efisiensi sebesar (-2,290 %). Hasil J = 1 menghasilkan Thrust sebesar (0,028 %) Torsi sebesar (3,177 %) Efisiensi sebesar (-3,052 %). Hasil J = 1,2 menghasilkan Thrust sebesar (0,570 %) Torsi sebesar (4,089 %) Efisiensi sebesar (-3,381 %). Hasil J = 1,4 menghasilkan Thrust sebesar (-2,423 %) Torsi sebesar (3,423 %) Efisiensi sebesar (-5,617 %).

4.5.4 Penambahan Divergent Hub Cap 8⁰

Berikut merupakan kenaikan hasil penambahan propeller dengan divergent 8⁰

Tabel 4.11 Hasil simulasi divergent 8⁰

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Dengan Divergent 8					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η	KT	10*KQ	T (N)	Q (Nm)	η	KT	10*KQ	T (%)	Q (%)	η (%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1081,255	75,743	0,432	0,466	0,327	0,241	2,313	-2,025
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	871,281	64,182	0,548	0,376	0,277	0,547	2,904	-2,290
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	642,849	51,658	0,627	0,277	0,223	-0,188	2,892	-2,994
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	410,490	38,480	0,645	0,177	0,166	-0,075	3,795	-3,729
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	158,830	22,890	0,490	0,068	0,099	-3,978	3,094	-6,860

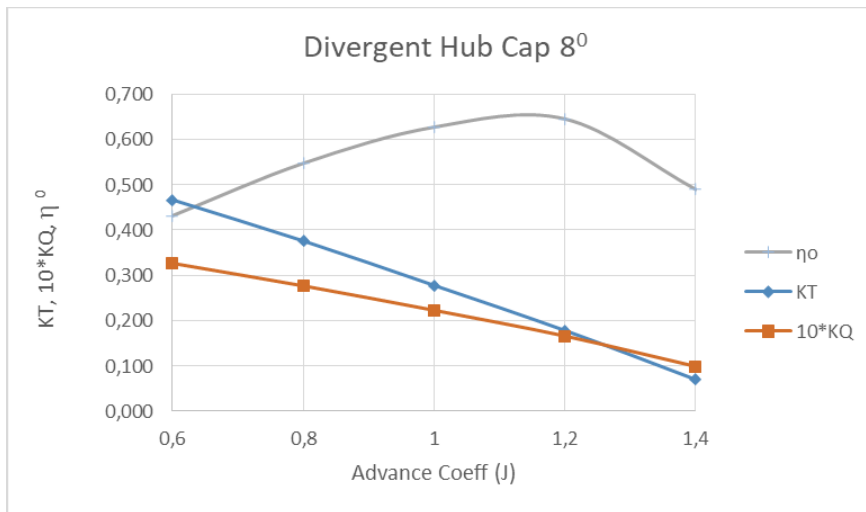
* Tanda negative (-) merunjukkan terjadinya penurunan.

J = Advance Rasio

η = Efisiensi

T = Thrust

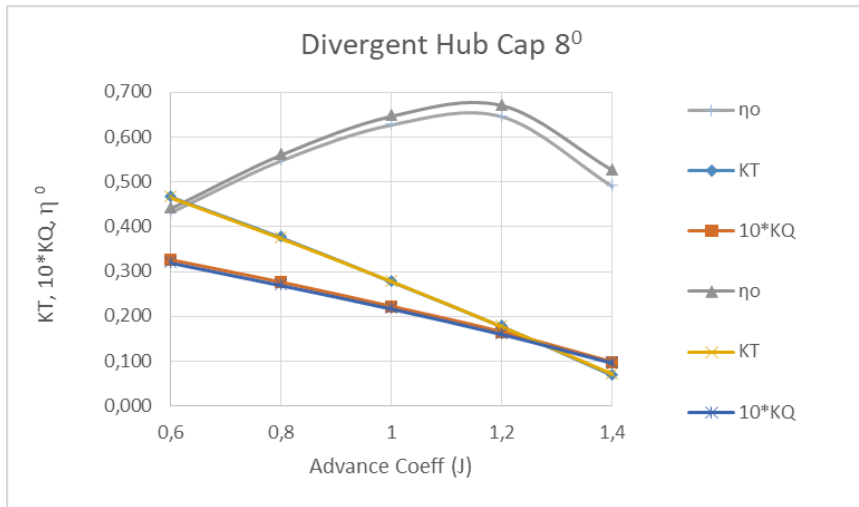
Q = Moment



Grafik 4.8 Hasil KT – KQ – J Divergent 8⁰

Hasil penambahan Divergent Hub Cap 8⁰. Hasil J = 0,6 menghasilkan Thrust sebesar (1081,255 kN) Torsi sebesar (75,743 kN) Efisiensi sebesar

(0,432). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (871,281 kN) Torsi sebesar (64,182 kN) Efisiensi sebesar (0,548). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (642,849 kN) Torsi sebesar (51,658 kN) Efisiensi. Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (410,490) Torsi sebesar (38,480 kN) Efisiensi sebesar (0,645). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (158,830 kN) Torsi sebesar (22,890 kN) Efisiensi sebesar (0,490).



Grafik 4.9 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 8°

Hasil penambahan performa divergent hub cap 8° mengalami penurunan. Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (0,241 %) Torsi sebesar (2,313 %) Efisiensi sebesar (-2,025 %). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (0,547 %) Torsi sebesar (2,904 %) Efisiensi sebesar (-2,290 %). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (-0,188 %) Torsi sebesar (2,892 %) Efisiensi sebesar (-2,994 %). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (0,075 %) Torsi sebesar (3,795 %) Efisiensi sebesar (-3,729 %). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (-3,978 %) Torsi sebesar (3,094 %) Efisiensi sebesar (-6,860 %).

4.5.5 Penambahan Divergent Hub Cap 9°

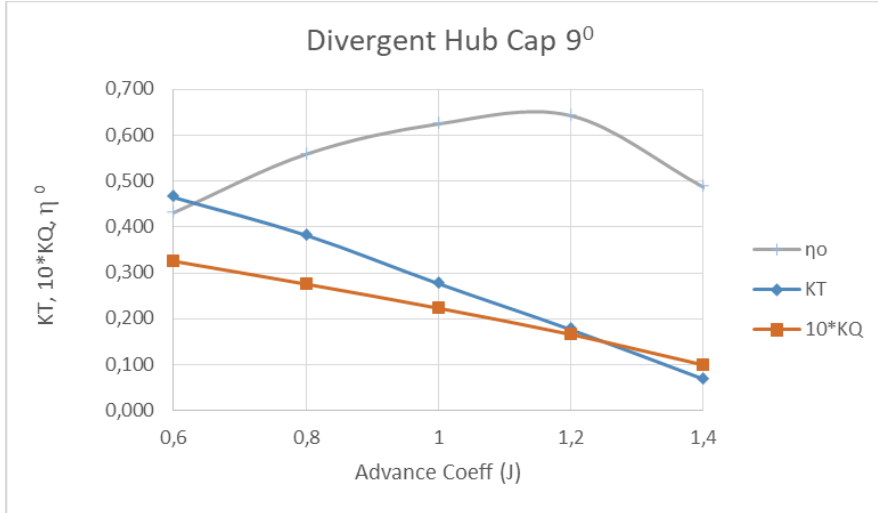
Berikut merupakan kenaikan hasil penambahan propeller dengan divergent 9°

Tabel 4.12 Hasil simulasi divergent 9°

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Dengan Divergent 9					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	$10 * KQ$	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	$10 * KQ$	T (%)	Q (%)	η_o (%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1077,913	75,554	0,432	0,465	0,326	-0,069	2,057	-2,084
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	886,792	63,991	0,559	0,382	0,276	2,337	2,597	-0,253
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	641,917	51,789	0,625	0,277	0,223	-0,333	3,153	-3,379
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	409,419	38,536	0,643	0,177	0,166	-0,336	3,946	-4,119
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	159,758	23,156	0,487	0,069	0,100	-3,417	4,292	-7,392

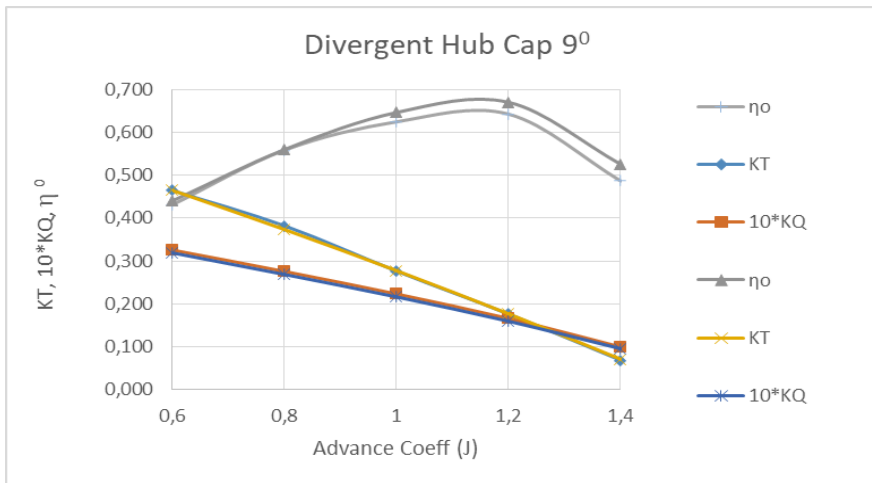
* Tanda negative (-) menunjukkan terjadinya penurunan.

J = Advance Rasio
 η = Efisiensi
 T = Thrust
 Q = Moment



Grafik 4.10 Hasil KT – KQ – J Divergent 9⁰

Hasil penambahan Divergent Hub Cap 9⁰. Hasil J = 0,6 menghasilkan Thrust sebesar (1077,913 kN) Torsi sebesar (75,554 kN) Efisiensi sebesar (0,432). Hasil J = 0,8 menghasilkan Thrust sebesar (886,792 kN) Torsi sebesar (63,991 kN) Efisiensi sebesar (0,559). Hasil J = 1 menghasilkan Thrust sebesar (641,917 kN) Torsi sebesar (51,789 kN) Efisiensi sebesar (0,625). Hasil J = 1,2 menghasilkan Thrust sebesar (409,419 kN) Torsi sebesar (38,536 kN) Efisiensi sebesar (0,643). Hasil J = 1,4 menghasilkan Thrust sebesar (1589,758 kN) Torsi sebesar (23,156 kN) Efisiensi sebesar (0,487).



Grafik 4.11 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 9⁰

Hasil penambahan performa divergent hub cap 9^0 mengalami penurunan. Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (-0,069 %) Torsi sebesar (2,057 %) Efisiensi sebesar (-2,084 %). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (2,337 %) Torsi sebesar (2,597 %) Efisiensi sebesar (-0,253 %). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (-0,333 %) Torsi sebesar (3,153 %) Efisiensi sebesar (-3,379 %). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (-0,336 %) Torsi sebesar (3,946 %) Efisiensi sebesar (-4,119 %). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (-3,417 %) Torsi sebesar (4,292 %) Efisiensi sebesar (-7,392 %).

4.5.6 Penambahan Divergent Hub Cap 10^0

Berikut merupakan kenaikan hasil penambahan propeller dengan divergent 10^0

Tabel 4. Hasil simulasi divergent 10^0

Variasi J				Hasil Simulasi Tanpa Divergent					Hasil Simulasi Dengan Divergent 10^0					Perbandingan		
RPM	RPS	VA	J	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	10^*KQ	T (N)	Q (Nm)	η_o	KT	10^*KQ	T (%)	Q (%)	η_o (%)
900	15	2,8494	0,6	1078,660	74,031	0,441	0,465	0,319	1053,769	74,486	0,428	0,454	0,321	-2,308	0,615	-2,904
900	15	3,7992	0,8	866,538	62,371	0,560	0,374	0,269	847,603	62,802	0,544	0,365	0,271	-2,185	0,691	-2,856
900	15	4,749	1	644,061	50,206	0,647	0,278	0,216	631,966	50,774	0,627	0,272	0,219	-1,878	1,131	-2,976
900	15	5,6988	1,2	410,798	37,073	0,670	0,177	0,160	402,414	38,009	0,641	0,173	0,164	-2,041	2,525	-4,453
900	15	6,6486	1,4	165,410	22,203	0,526	0,071	0,096	159,558	23,527	0,479	0,069	0,101	-3,538	5,963	-8,966

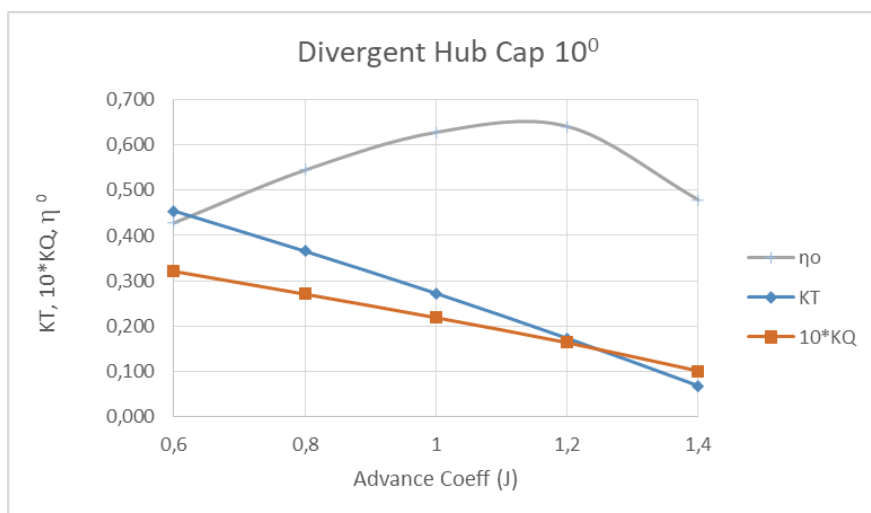
* Tanda negative (-) merunjukkan terjadinya penurunan.

J = Advance Rasio

η = Efisiensi

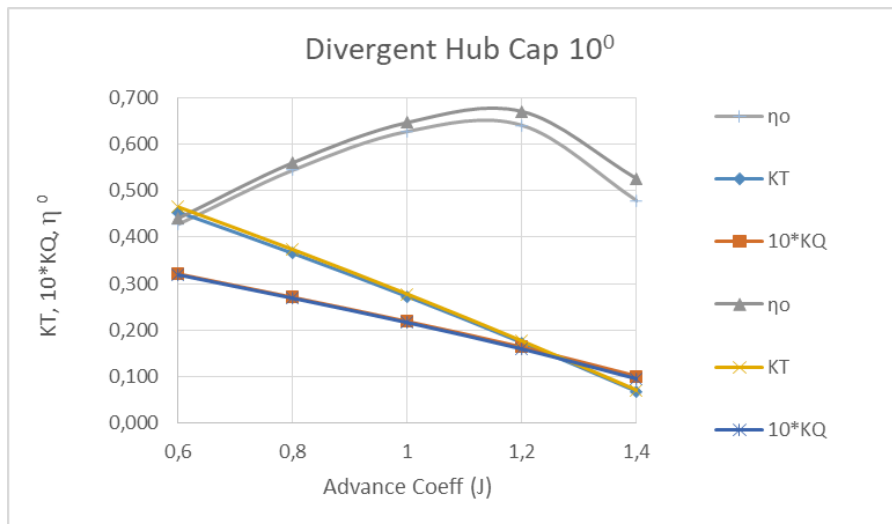
T = Thrust

Q = Moment



Grafik 4.12 Hasil KT – KQ – J Divergent 10^0

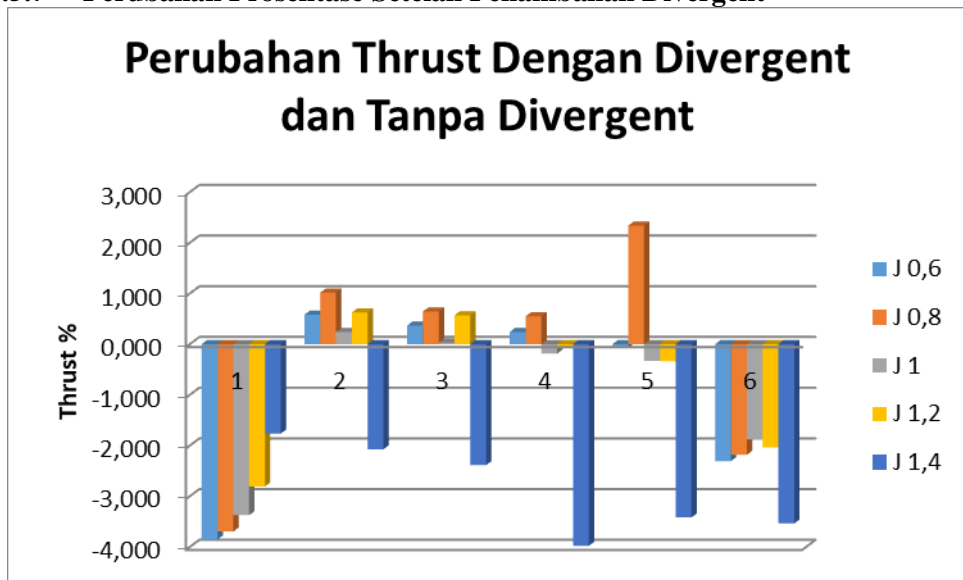
Hasil penambahan Divergent Hub Cap 9^0 . Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (1053,769 kN) Torsi sebesar (74,486 kN) Efisiensi sebesar (0,428). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrust sebesar (847,802 kN) Torsi sebesar (62,802 kN) Efisiensi sebesar (0,544). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (631,966 kN) Torsi sebesar (550,774 kN) Efisiensi sebesar (0,627). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (402,414) Torsi sebesar (38,009 kN) Efisiensi sebesar (0,64143). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrust sebesar (159,558 kN) Torsi sebesar (23,527kN) Efisiensi sebesar (0,479).



Grafik 4.13 Pengaruh Penambahan Propeller Divergent 10^0

Hasil penambahan performa divergent hub cap 9^0 mengalami penurunan. Hasil $J = 0,6$ menghasilkan Thrust sebesar (-2,308 %) Torsi sebesar (0,615%) Efisiensi sebesar (-2,904 %). Hasil $J = 0,8$ menghasilkan Thrus sebesar (-2,185 %) Torsi sebesar (0,691 %) Efisiensi sebesar (-2,856 %). Hasil $J = 1$ menghasilkan Thrust sebesar (-1,878 %) Torsi sebesar (1,131 %) Efisiensi sebesar (-2,976 %). Hasil $J = 1,2$ menghasilkan Thrust sebesar (-2,041 %) Torsi sebesar (2,525 %) Efisiensi sebesar (-4,453 %). Hasil $J = 1,4$ menghasilkan Thrus sebesar (-3,538 %) Torsi sebesar (5,963 %) Efisiensi sebesar (-8,966 %).

4.5.7 Perubahan Prosentase Setelah Penambahan Divergent

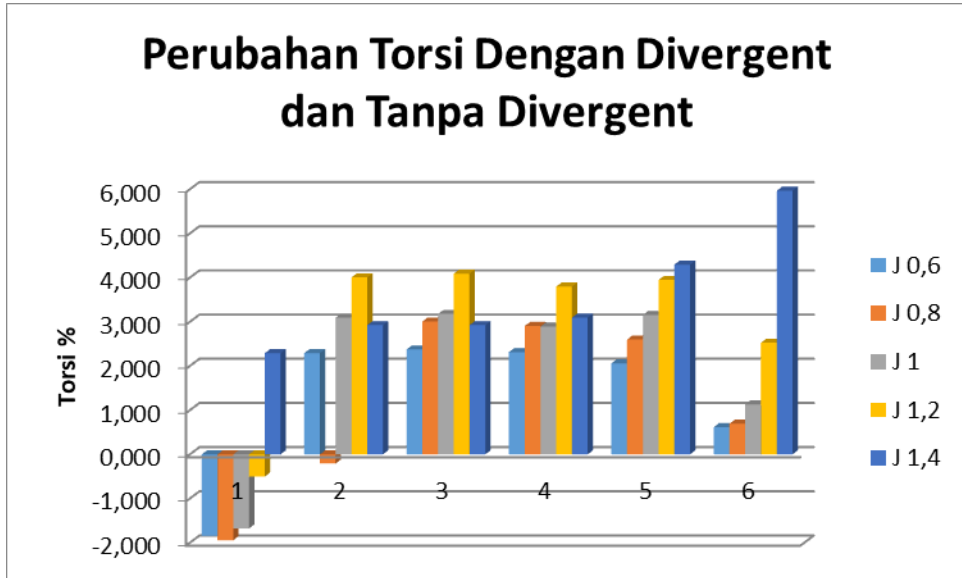


Grafik 4. 14 Perubahan Presentase Thrust

Keterangan :

1. Divergent sudut 5^0
2. Divergent sudut 6^0
3. Divergent sudut 7^0
4. Divergent sudut 8^0
5. Divergent sudut 9^0
6. Divergent sudut 10^0

Hasil penambahan performa thrust yang paling optimum adalah pada percobaan ke 5 pada J 0.8 divergent 9^0 , menghasilkan thrus sebesar (2.337 %) dibanding dengan variasi divergent yang lain. Untuk nilai thrust yang paling kecil terdapat pada percobaan ke 8 pada J 1.4 divergent 8^0 , menghasilkan thrus sebesar (-3.855 %).

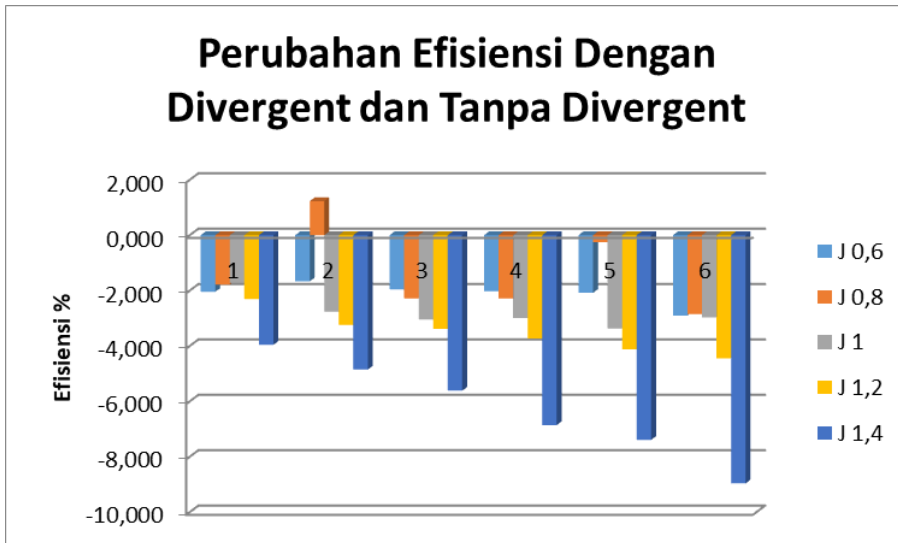


Grafik 4. 15 Perubahan Prosentase Torsi

Keterangan :

1. Divergent sudut 5°
2. Divergent sudut 6°
3. Divergent sudut 7°
4. Divergent sudut 8°
5. Divergent sudut 9°
6. Divergent sudut 10°

Hasil penambahan performa torsi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 6 pada J 1.4 divergent 10° , menghasilkan thrus sebesar (5.963 %) dibanding dengan variasi divergent yang lain. Untuk nilai torsi yang paling kecil terdapat pada percobaan ke 1 pada J 0.8 divergent 5° , menghasilkan torsi sebesar (-3.855 %).



Grafik 4. 16 Perubahan Prosentase efisiensi

Keterangan :

1. Divergent sudut 5^0
2. Divergent sudut 6^0
3. Divergent sudut 7^0
4. Divergent sudut 8^0
5. Divergent sudut 9^0
6. Divergent sudut 10^0

Hasil penambahan performa efisiensi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 2 pada J 0.8 divergent 6^0 , menghasilkan efisiensi sebesar (1.226 %) dibanding dengan variasi yang lain. Untuk nilai efisiensi paling kecil terdapat pada percobaan ke 6 pada J 1.4 divergent 10^0 , menghasilkan efisiensi sebesar (-8.966 %).

Tabel 4. 13 Hasil Rata-Rata Prosentase Setelah Penambahan Divergent

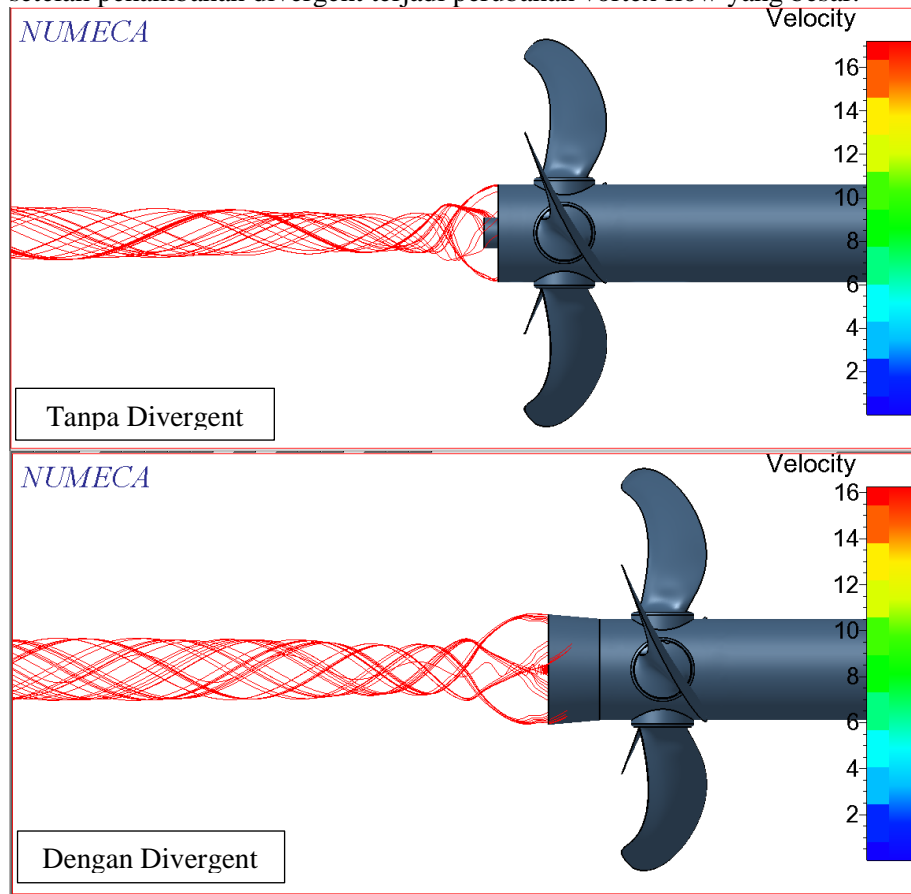
	T (N)	Q (Nm)	η_0
Divergent 5	-3,099	-1,847	-2,367
Divergent 6	0,077	-1,944	-2,262
Divergent 7	-0,156	3,213	-3,260
Divergent 8	-0,691	3,000	-3,579
Divergent 9	-0,303	2,674	-2,871
Divergent 10	-2,390	2,185	-4,431

4.6 Perbedaan Aliran Hub Vortex Pada Propeller C4-40 Sebelum Dan Sesudah Penambahan Divergent

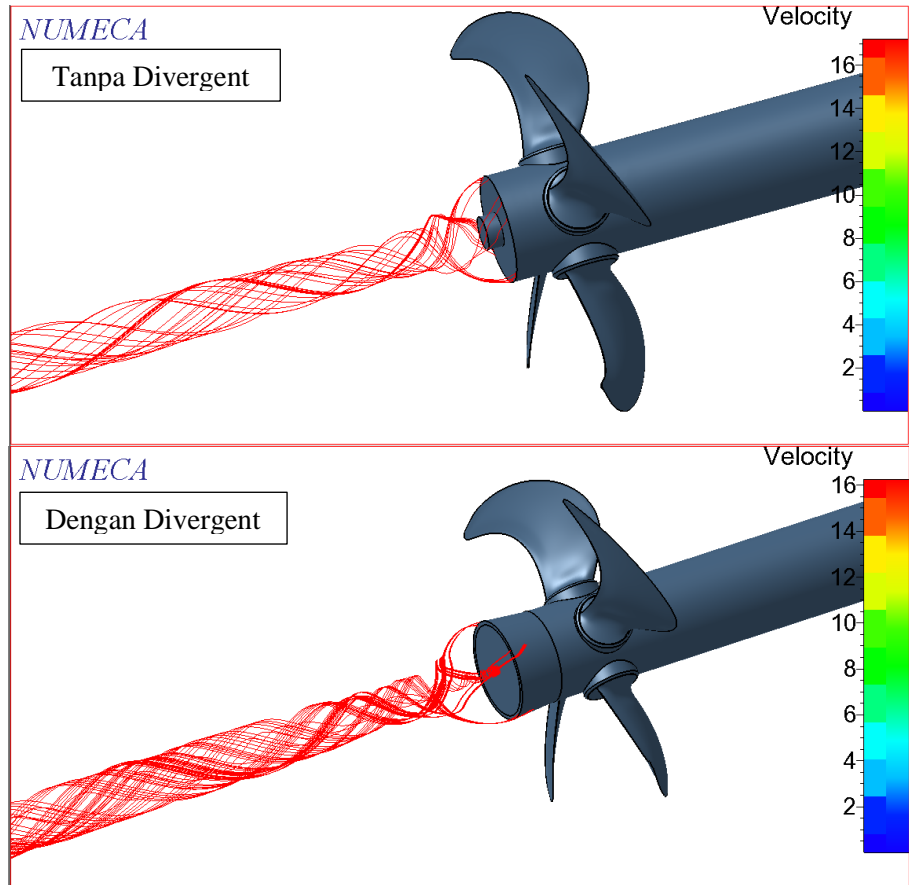
Mensimulasikan aliran fluida pada boss propeller dengan mensimulasikan aliran dengan menggunakan software CFVIEW. Hasil aliran fluida sebelum dan sesudah penambahan divergent dapat dilihat sebagai berikut :

4.6.1 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 5°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 5° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.



Gambar 4.44 Perbandingan Aliran Tampak Samping Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 5°

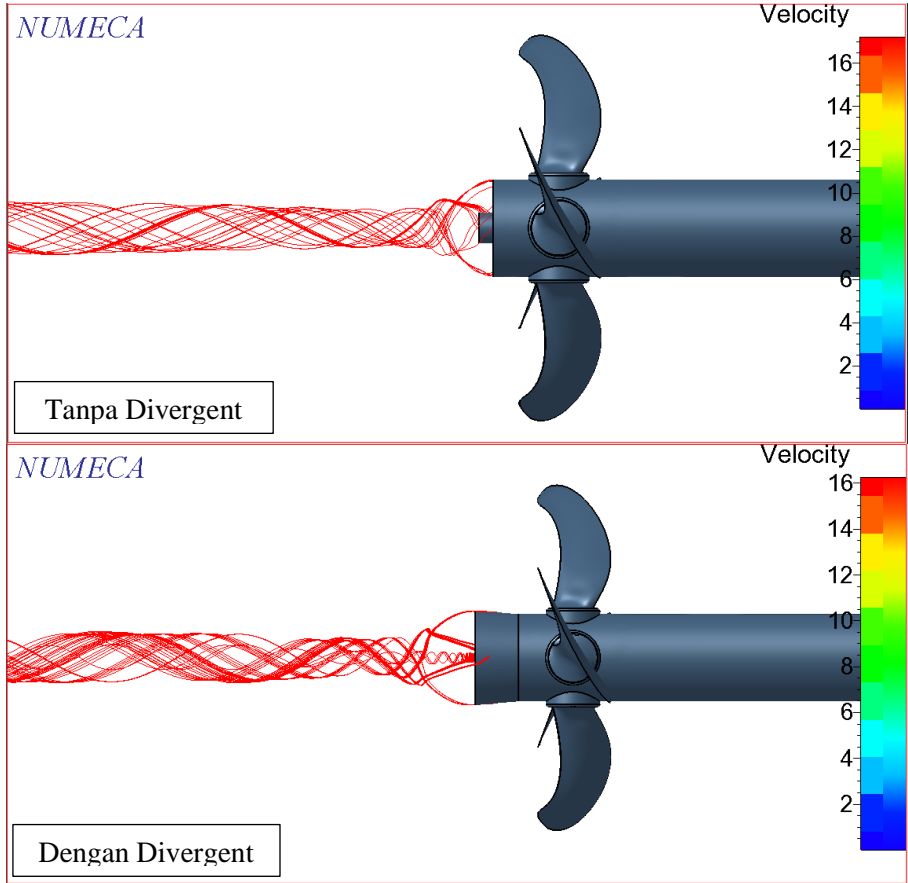


Gambar 4.45 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 5°

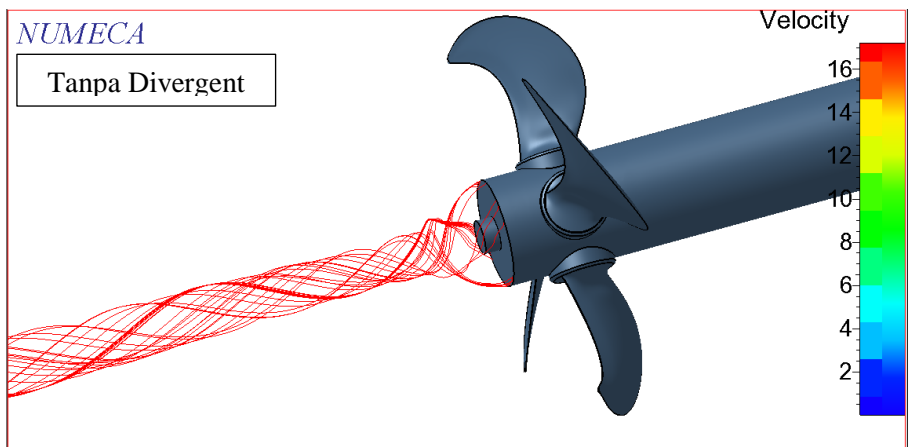
Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 5° . Pada propeller tanpa divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat.

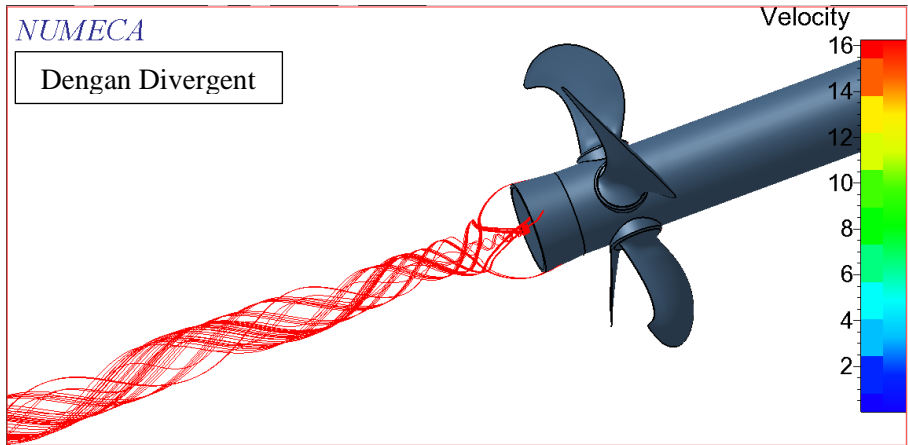
4.6.2 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 6°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 6° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.



Gambar 4.46 Perbandingan Aliran Tampak Samping Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent ϕ^0



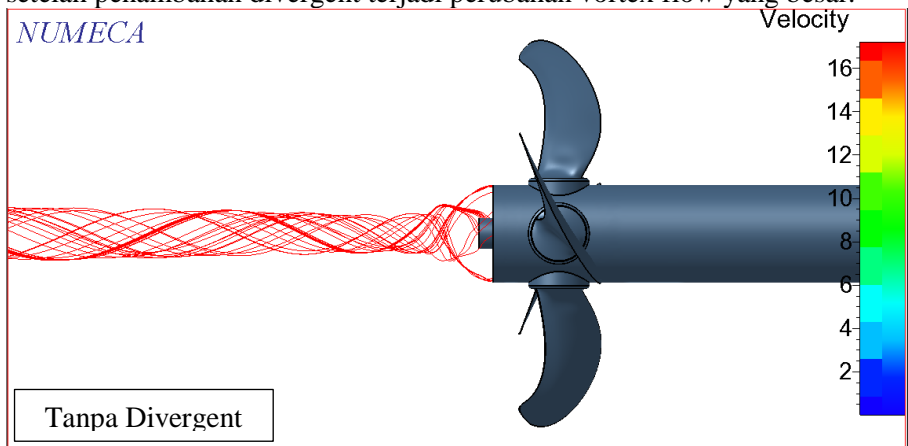


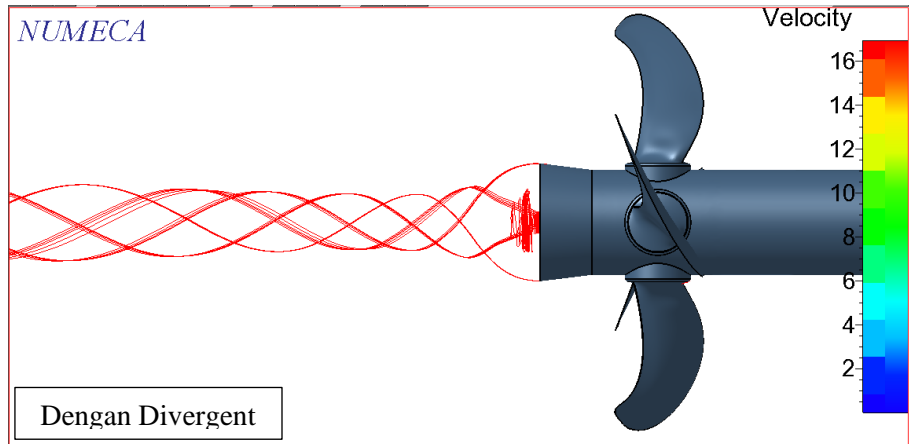
Gambar 4.47 1 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 6°

Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 6°. Pada propeller tanpa divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat.

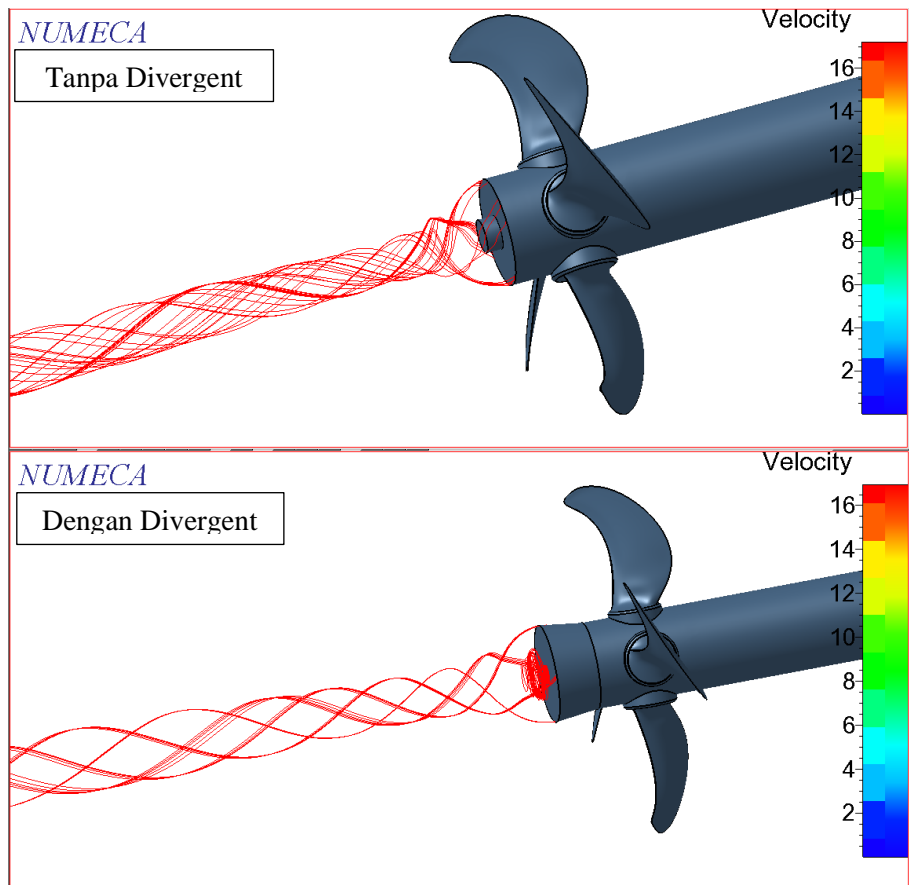
4.6.3 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 7°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 7° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.





Gambar 4.48 2 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 7^0



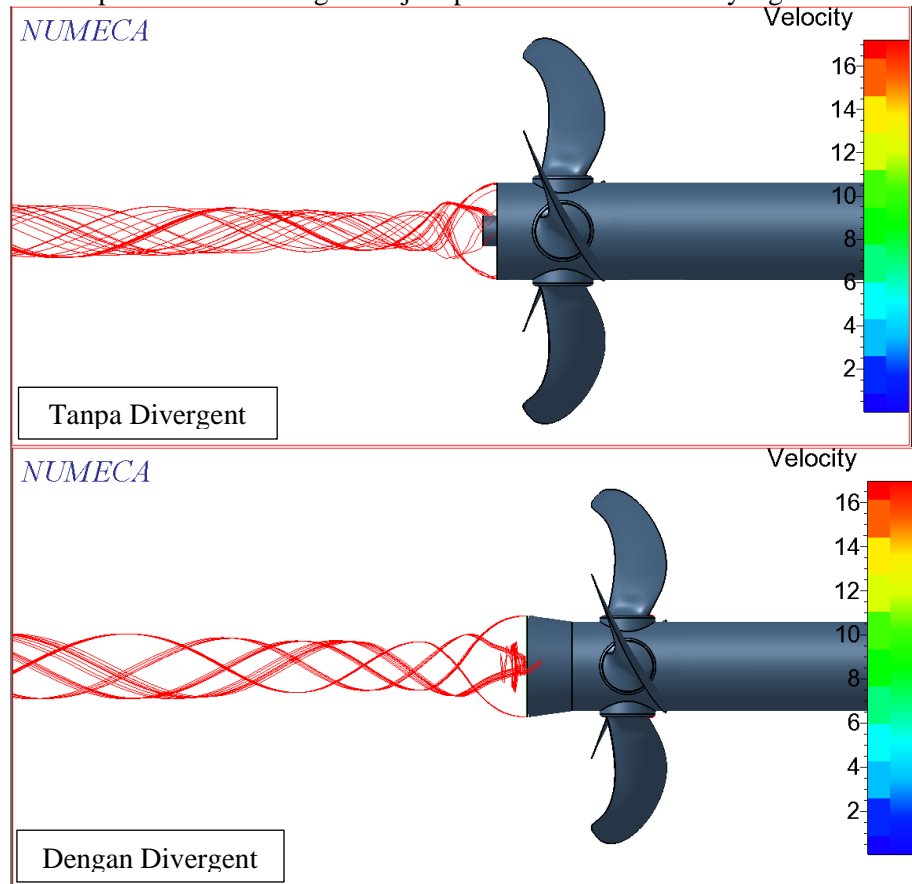
Gambar 4. 49 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 7^0

Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 7^0 . Pada propeller tanpa divergent

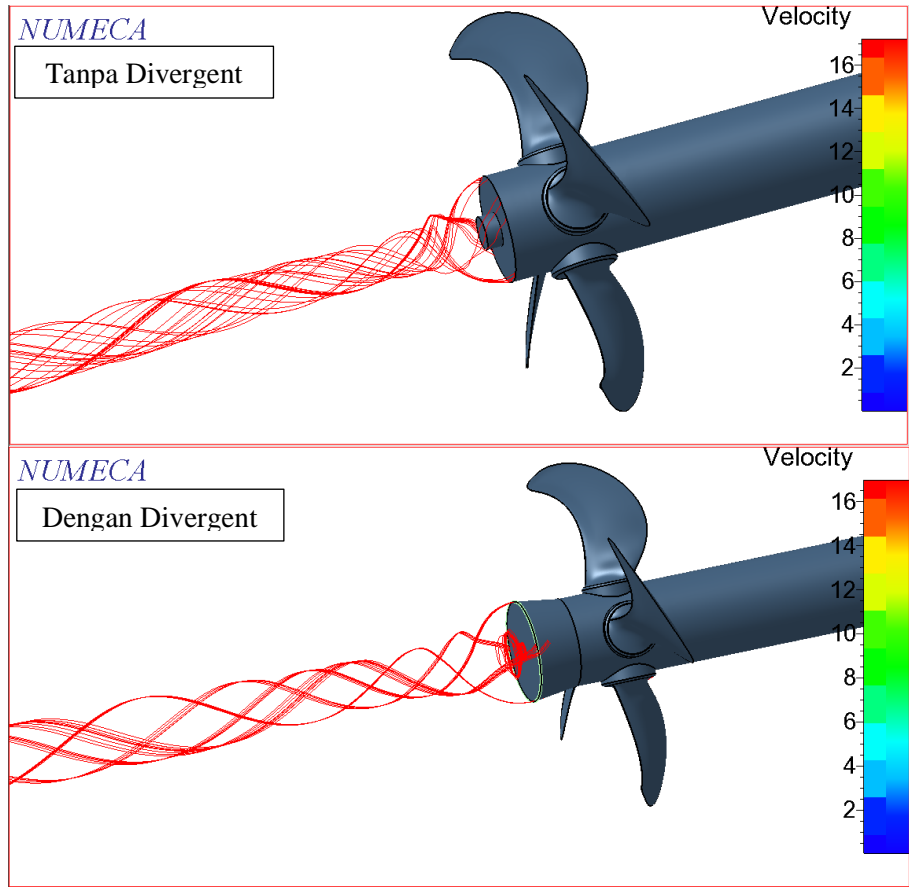
menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih renggang karena diameter hub berbeda.

4.6.4 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 8°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 8° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.



Gambar 4.50 3 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 8°

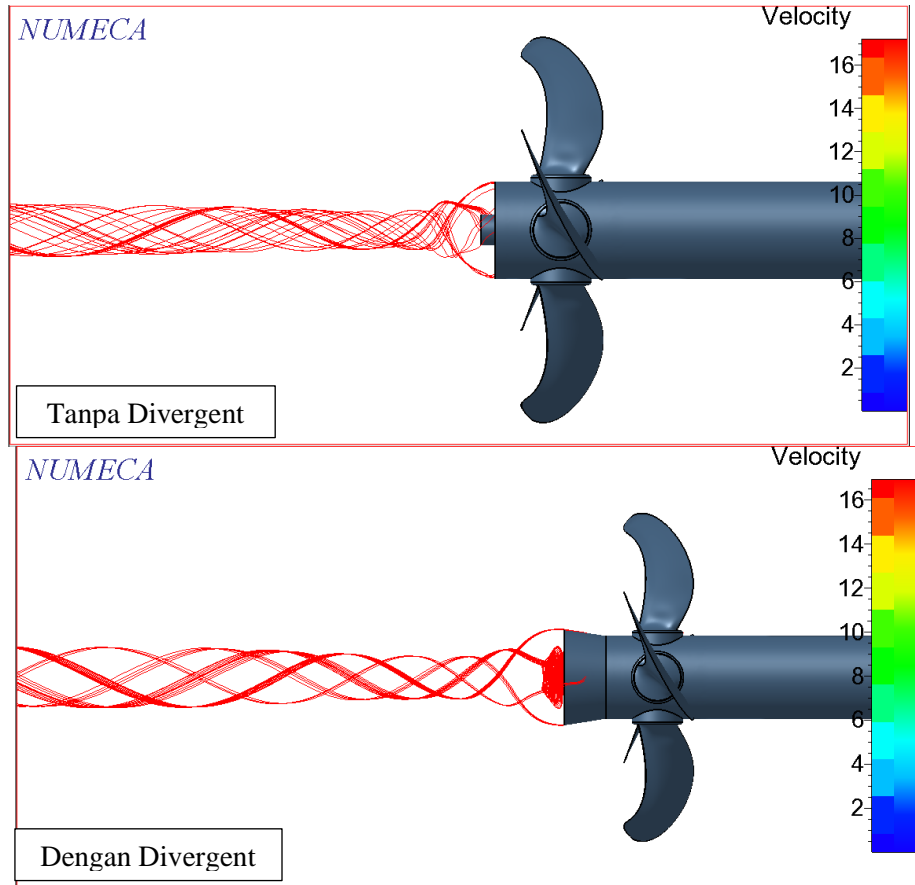


Gambar 4. 51 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 8°

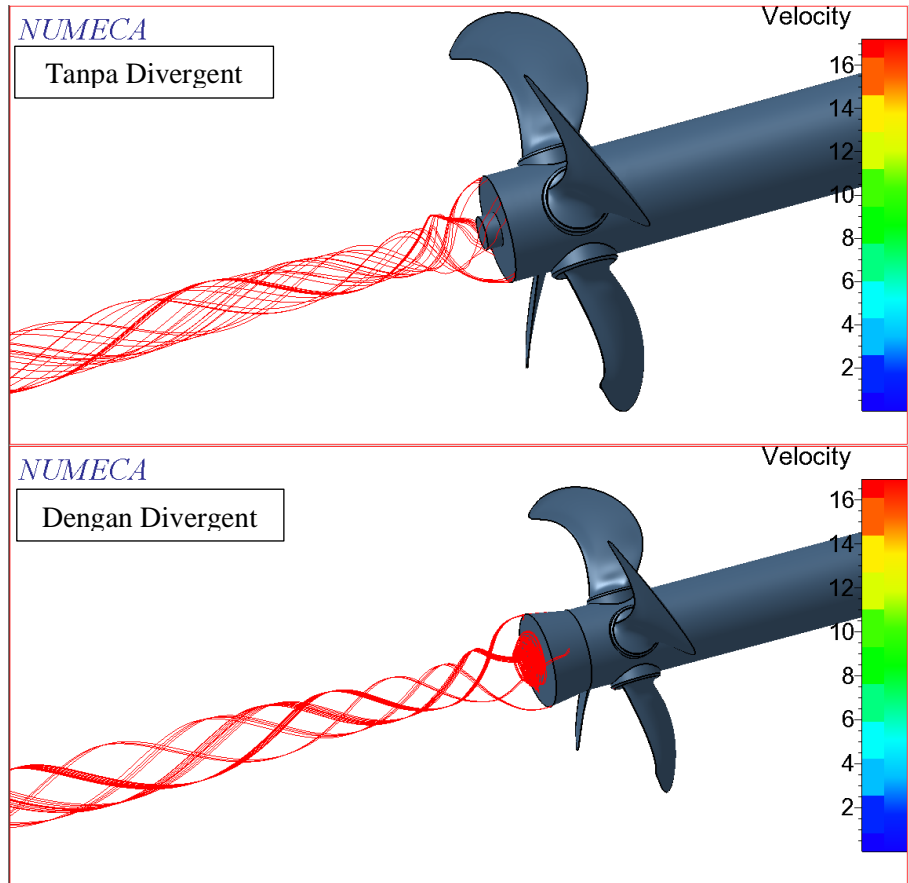
Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 8° . Pada propeller tanpa divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih renggang karena diameter hub berbeda.

4.6.5 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 9°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 8° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.



Gambar 4.52 4 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 9°

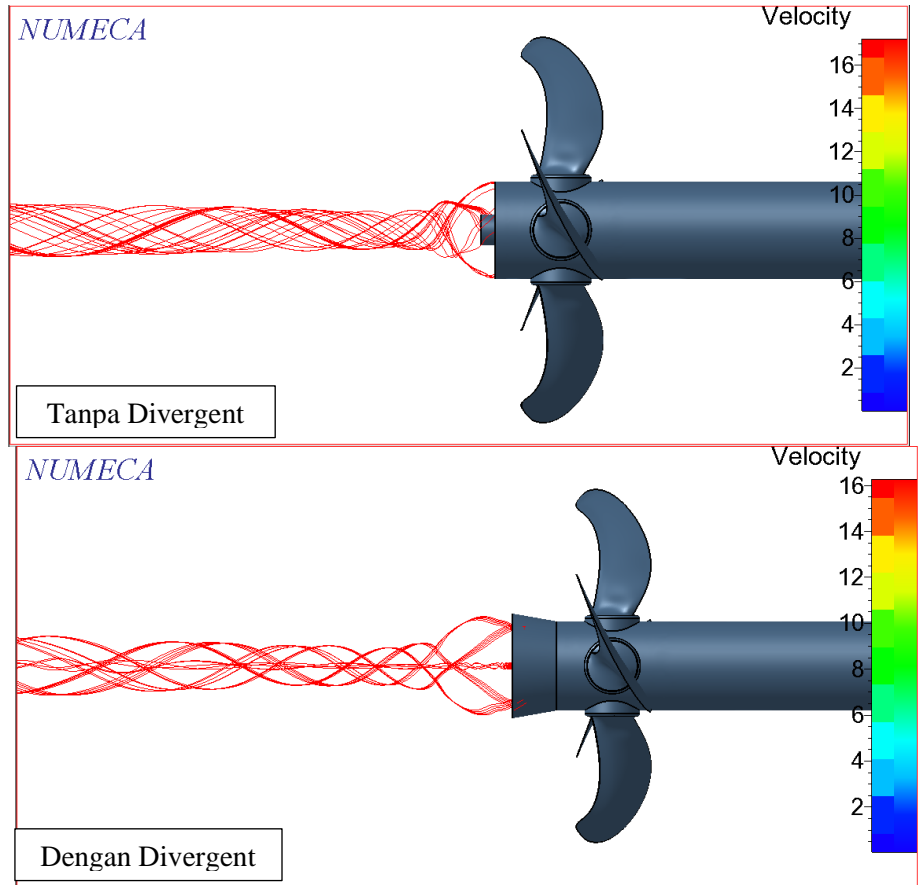


Gambar 4. 53 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 9°

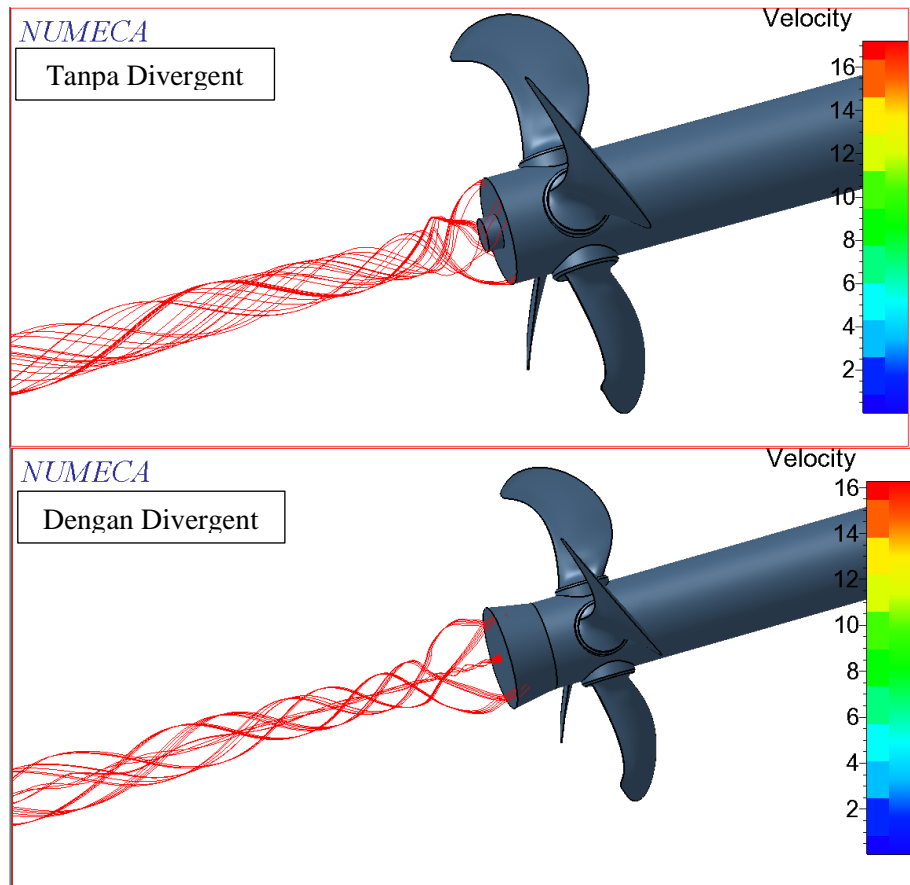
Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 9° . Pada propeller tanpa divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih renggang karena diameter hub berbeda.

4.6.6 Aliran Hub Vortex Pada Diverget 10°

Perbedaan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 8° dapat dilihat pada gambar tampak samping dan isometri. Propeller tanpa divergent mempunyai vortex flow yang kecil. Sedangkan setelah penambahan divergent terjadi perubahan vortex flow yang besar.



Gambar 4.54 5 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 10^0



Gambar 4. 55 Perbandingan Aliran Isometri Propeller Tanpa Divergent dan Propeller Dengan Divergent 10^0

Pada gambar menunjukkan vortex flow pada propeller tanpa divergent dan propeller dengan divergent 10^0 . Pada propeller tanpa divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih rapat. Sedangkan propeller menggunakan divergent menghasilkan vortex flow memusat dan lebih renggang karena diameter hub berbeda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil propeller C4-40 setelah disimulasi menggunakan CFD menghasilkan rata-rata thrust sebesar (633.093 kN), torsi sebesar (49.176 kN), dan efisiensi sebesar (0.569).

Berikut merupakan hasil penambahan sudut divergent pada propeller C4-40 yang telah disimulasi :

- Percobaan 1 sudut 5^0 menghasilkan thrust (611.135 kN), torsi sebesar (48.557 kN), efisiensi sebesar (0.555).
- Percobaan 2 sudut 6^0 menghasilkan thrust (636.243 kN), torsi sebesar (50.227 kN), efisiensi sebesar (0.556).
- Percobaan 3 sudut 7^0 menghasilkan thrust (634.712 kN), torsi sebesar (50.677 kN), efisiensi sebesar (0.550).
- Percobaan 4 sudut 8^0 menghasilkan thrust (632.941 kN), torsi sebesar (50.591 kN), efisiensi sebesar (0.548).
- Percobaan 5 sudut 9^0 menghasilkan thrust (635.160 kN), torsi sebesar (42.171 kN), efisiensi sebesar (0.458).
- Percobaan 6 sudut 10^0 menghasilkan thrust (619.062 kN), torsi sebesar (49.920 kN), efisiensi sebesar (0.544).

Hasil penambahan performa thrust yang paling optimum adalah pada percobaan ke 5 pada J 0.8 divergent 9^0 , menghasilkan thrus sebesar (2.337 %) dibanding dengan variasi divergent yang lain. Hasil penambahan performa torsi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 6 pada J 1.4 divergent 10^0 , menghasilkan thrus sebesar (5.963 %). Hasil penambahan performa efisiensi yang paling optimum adalah pada percobaan ke 2 pada J 0.8 divergent 6^0 , menghasilkan efisiensi sebesar (1.226 %).

2. Dengan adanya divergent hub cap propeller perubahan hub vortex flow yang semulanya kecil menjadi semakin membesar, dan vortex flow memusat dan lebih rengang karena diameter hub berbeda.

5.2 Saran

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya tidak menggunakan divergent supaya tidak mengurangi thrust torsi dan efisiensi pada propeller.
2. Untuk penambahan efisiensi pada propeller sebaiknya menggunakan PBCF.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Muh. Zainal. (2012). *Analisa Performance Propeller B-Series dengan Pendekatan Structure dan Unstructure Meshing*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, ITS: Surabaya.
- Achdri Fauzi Nugraha Oloan, (2018). *Analisa Pengaruh PBCF Pada Propeller B-Series Dengan Pendekatan Metode CFD*. Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS.
- Donald R. Simith, J. E (1988). *The Geometry Of Marine Propellers. Defence Reserch Esabllishment Atlantic*.
- Maful Surato. (2018). *Analisa Kavitasi Surface Pada Daun Propeller Wageningen Series C4-40 Dengan CFD*. Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS
- Charlton, J. (2007). *Marine Propeller and Propulsion*. Elsevier: Oxford University.
- Febriyanto, dkk. *Analisa Kinerja Propeller B-Series Terhadap Pengurangan Luasan Blade Pada Controllable Pitch Propeller Di Daerah Antara Hub Blade*.
- Jatmiko Edi. (2013). *Analisa Aliran Hub Cap Propeller Terhadap Pengaruh Nozzle Ring*
- Sang-Seop Lim¹, Tae-Won Kim¹, Dong-Myung Lee², Chung-Gil Kang³ and Soo-Young Kim. (2014). *ANALYSIS OF THE HUB CAP DESIGN PARAMETERS*. Naval Architecture & Ocean Engineering, Pusan National University, Busan, Korea.
- Prihandanu, R. B. (2018). *Analisa Pengaruh Sudut Skew Terhadap Noise Pada Propeller Kapal Selam Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dinamic*. Surabaya : Tugas Akhir, Departemen Teknik Sistem Perkapalan ITS.

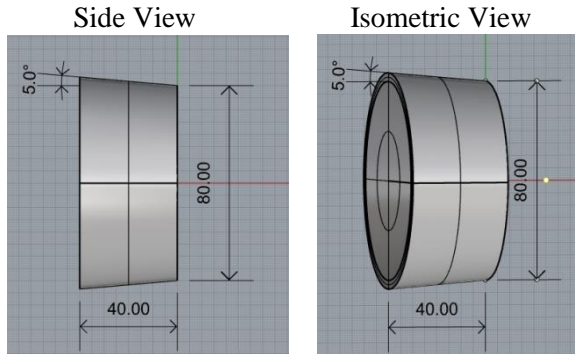
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

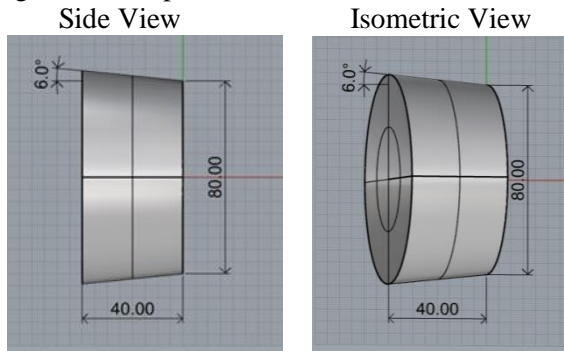
A. Geometri Divergent Hub Cap

Berikut Merupakan Lampiran Model Divergent Hub Cap :

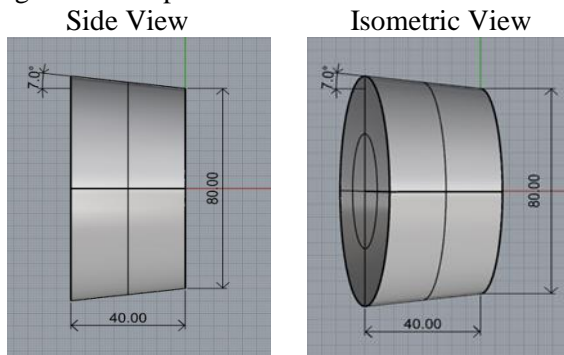
1. Divergent Hub Cap 5°



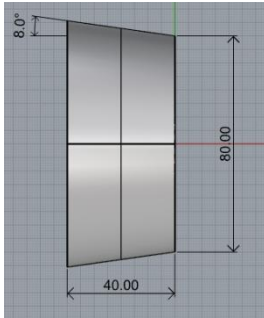
2. Divergent Hub Cap 6°



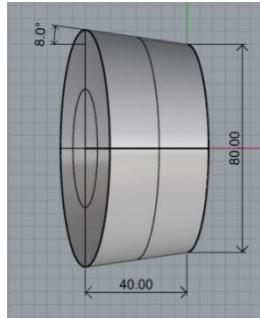
3. Divergent Hub Cap 7°



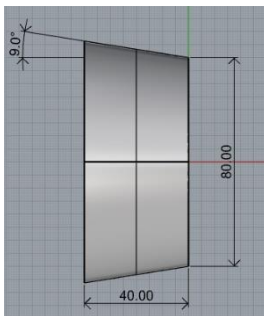
4. Divergent Hub Cap 8°
Side View



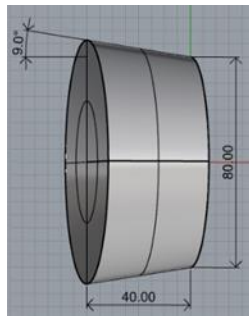
Isometric View



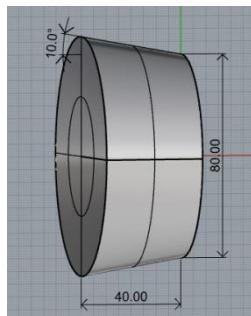
5. Divergent Hub Cap 9°
Side View



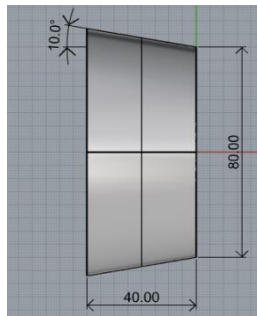
Isometric View



6. Divergent Hub Cap 10°
Side View



Isometric View



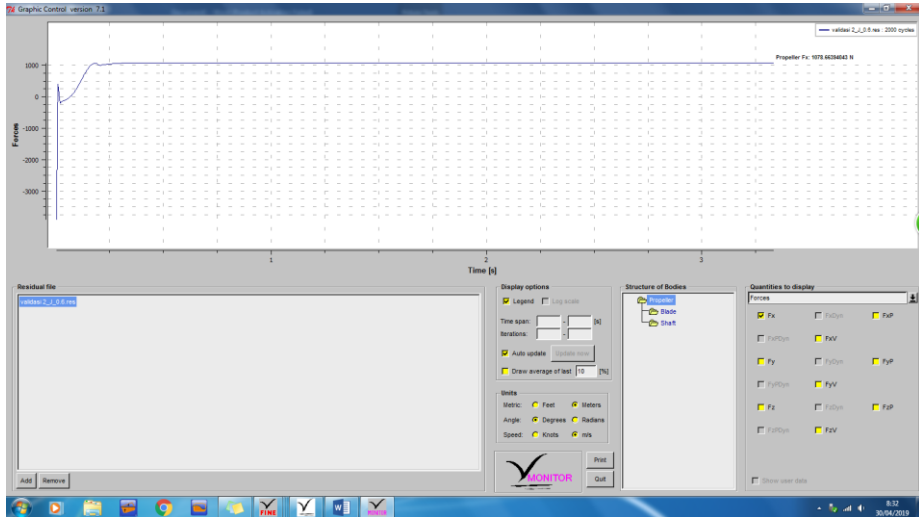
B. Log Data Running Divergent Hub Cap

Berikut Merupakan Lampiran Data Running per Advance Rasio (J) :

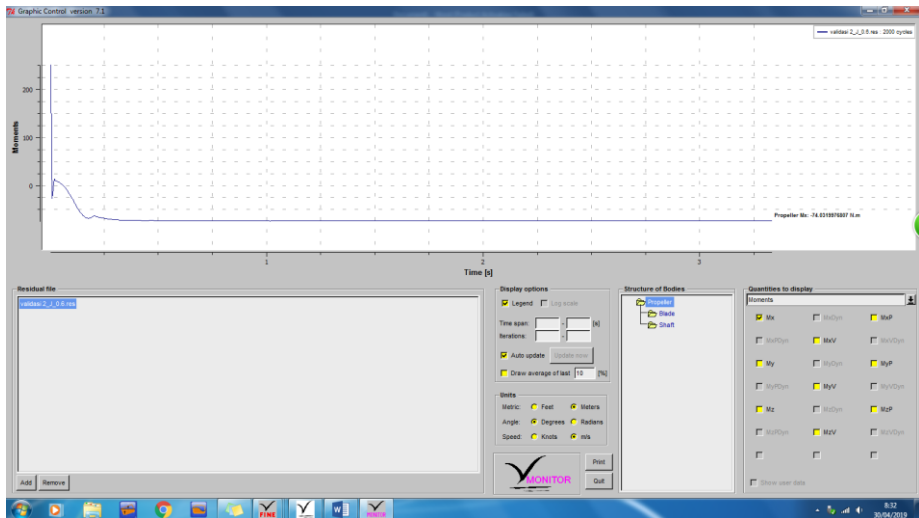
1. Propeller tanpa divergent

a. J 0.6

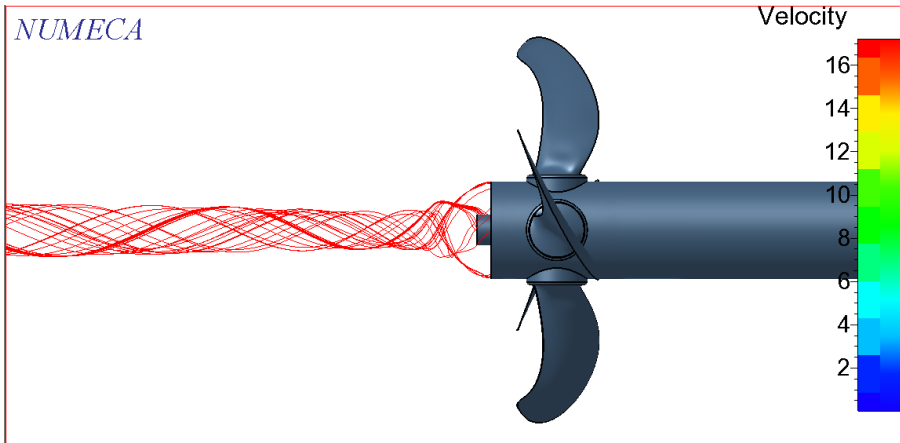
- Thrust



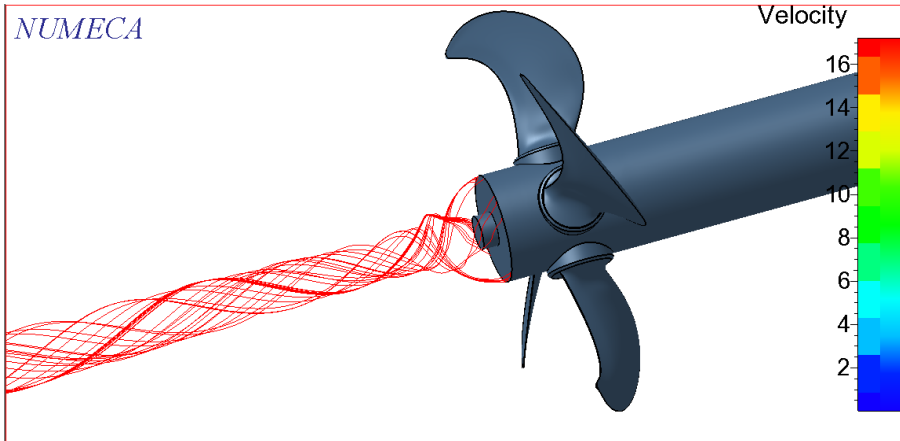
- Torsi



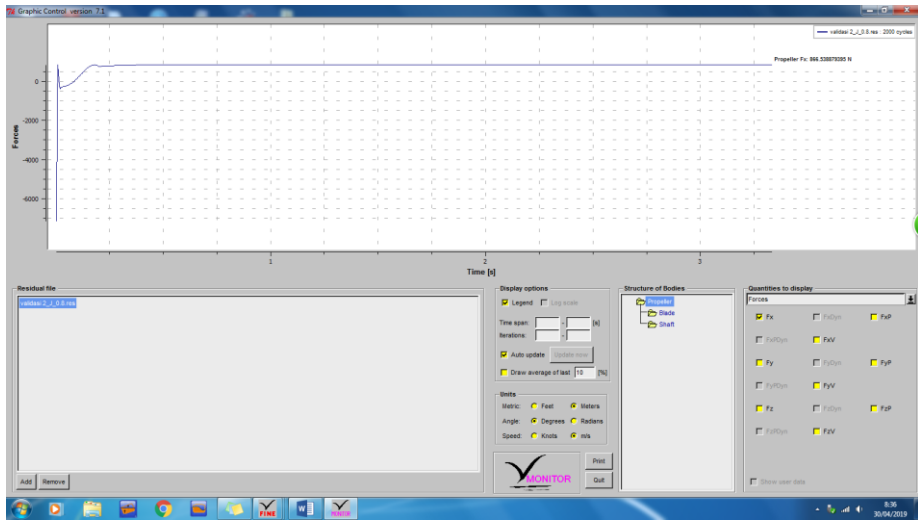
- Simulasi Aliran
Side view



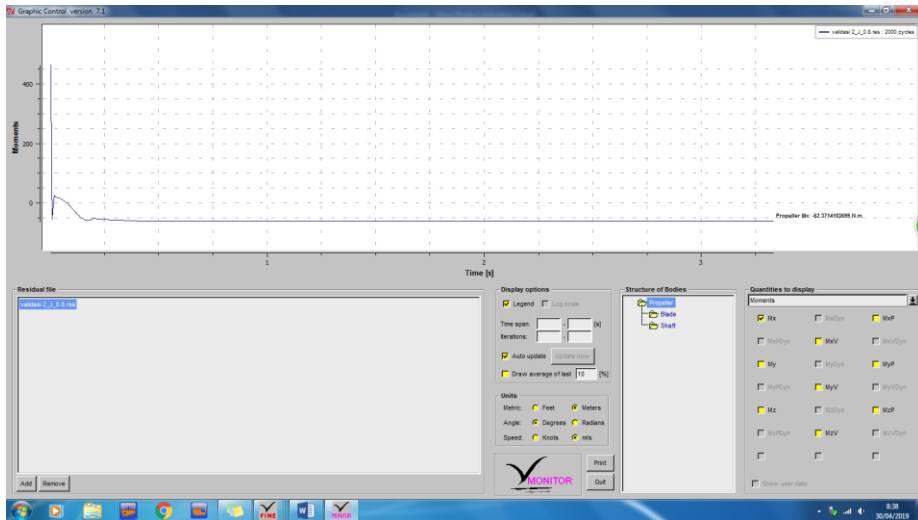
- Isometric view



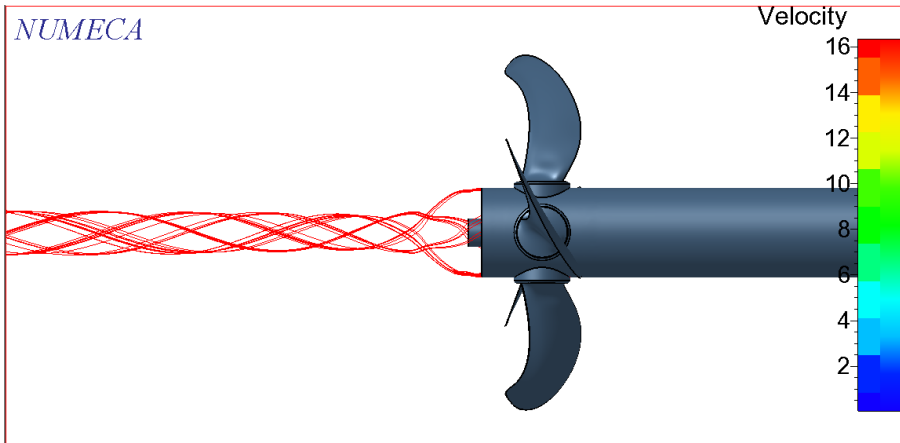
b. J 0.8
- Thrust



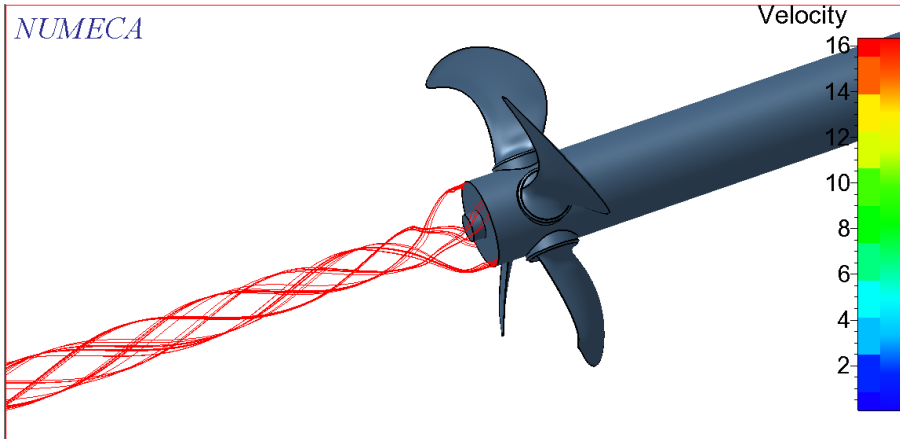
- Torsi



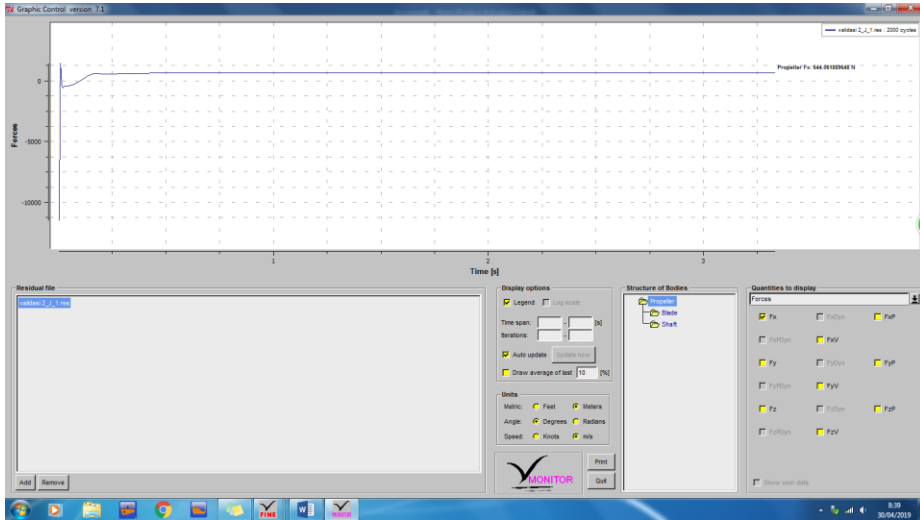
- Simulasi Aliran
Side view



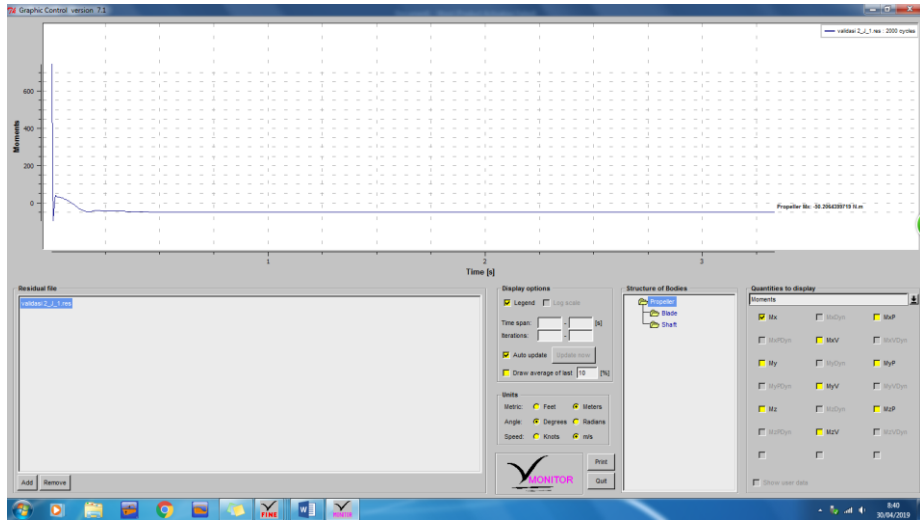
- Isometric View



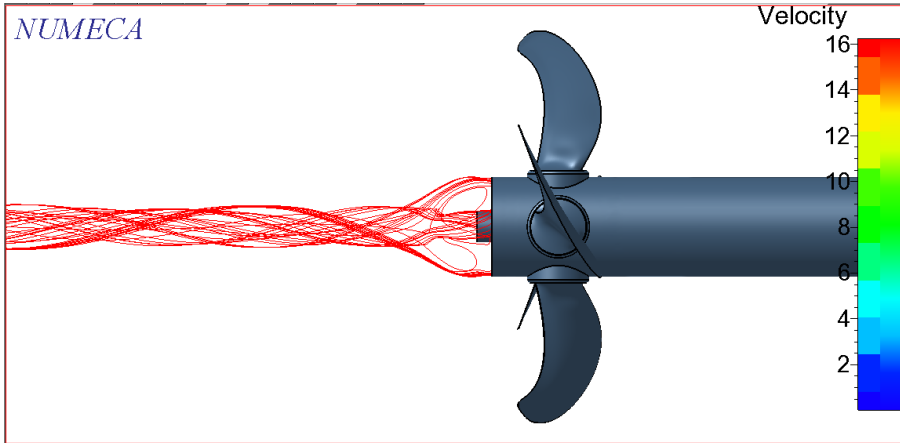
c. J1
- Thrust



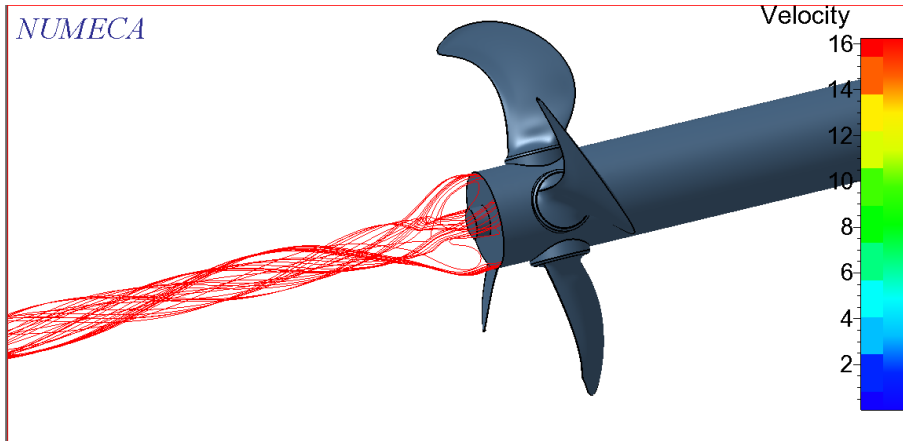
- Torsi



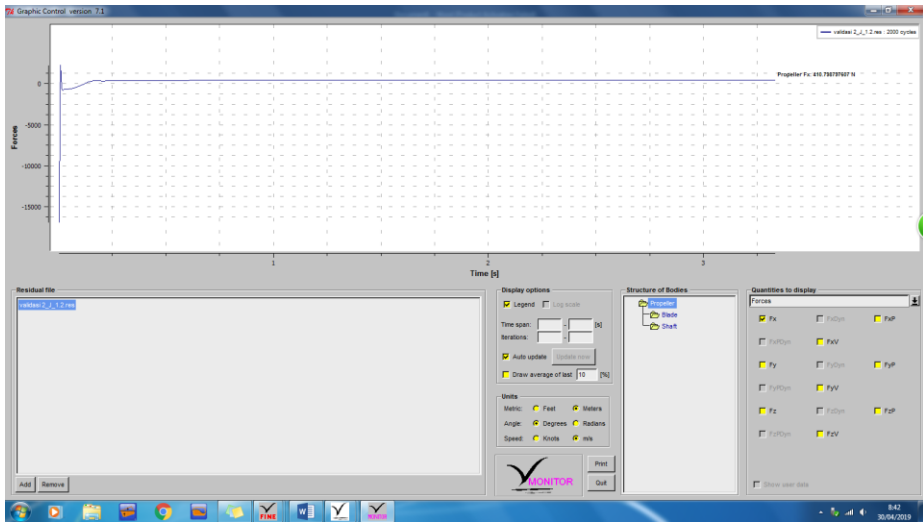
- Simulasi Aliran
Side View



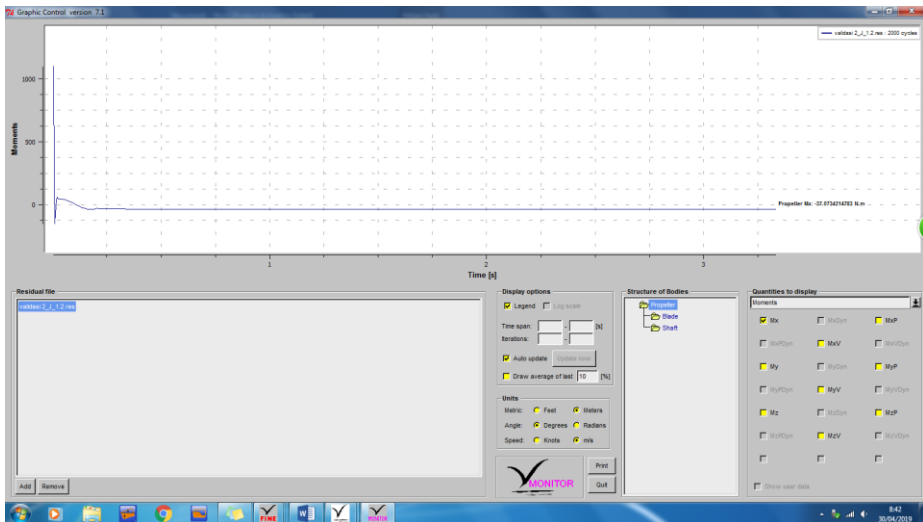
Isometric View



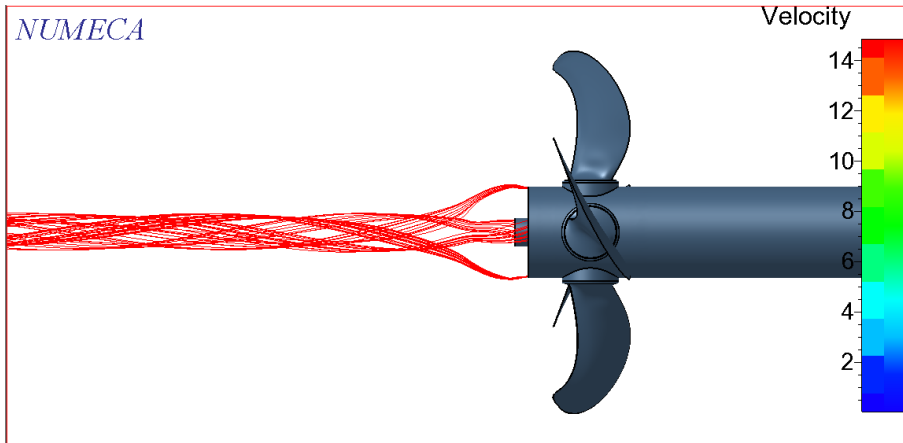
d. J 1.2
- Thrust



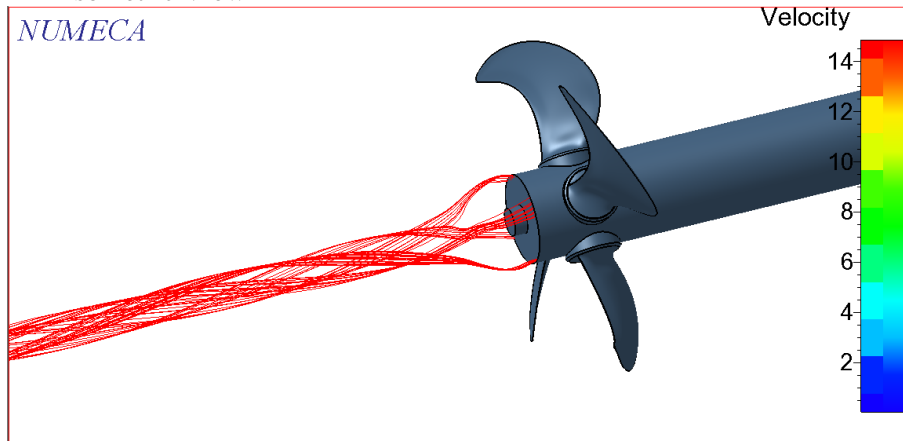
- Torsi



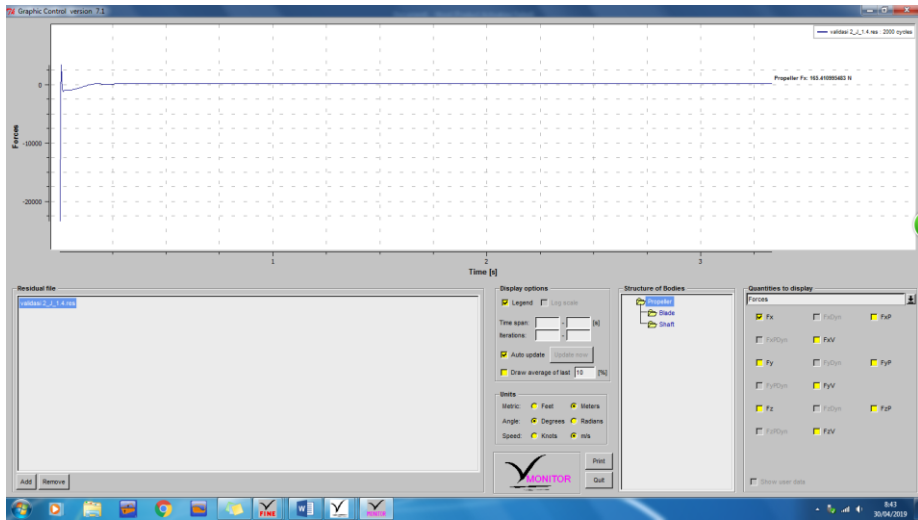
- Simulasi Aliran
Side View



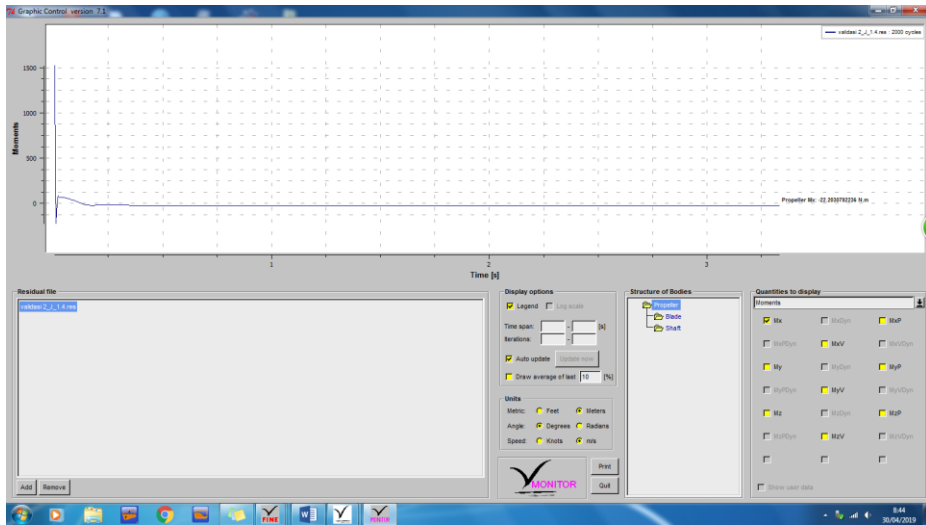
Isometric View



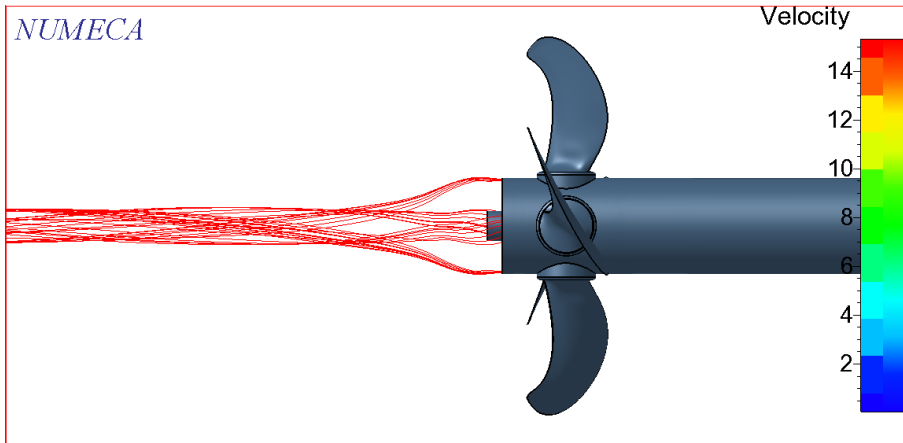
e. J 1.4
- Thrust



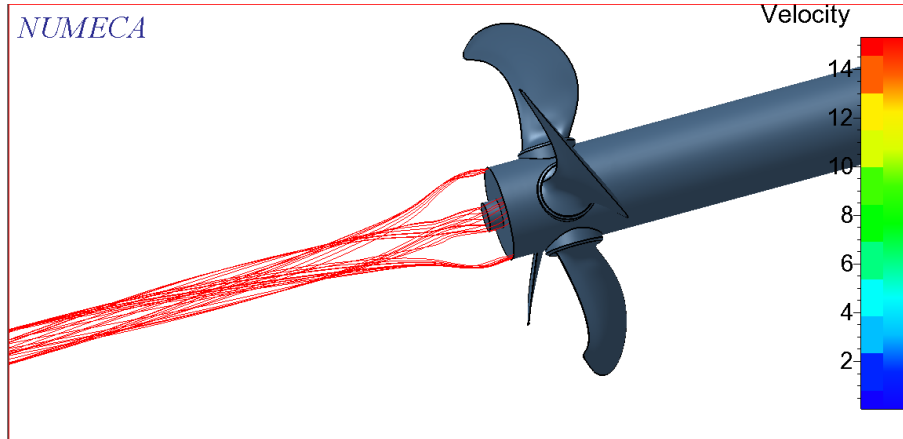
- Torsi



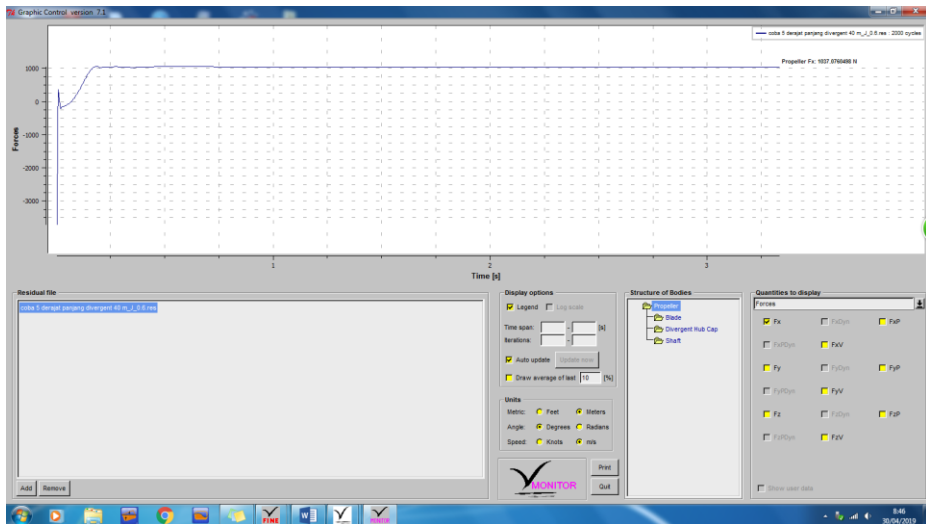
- Simulasi Aliran
Side View



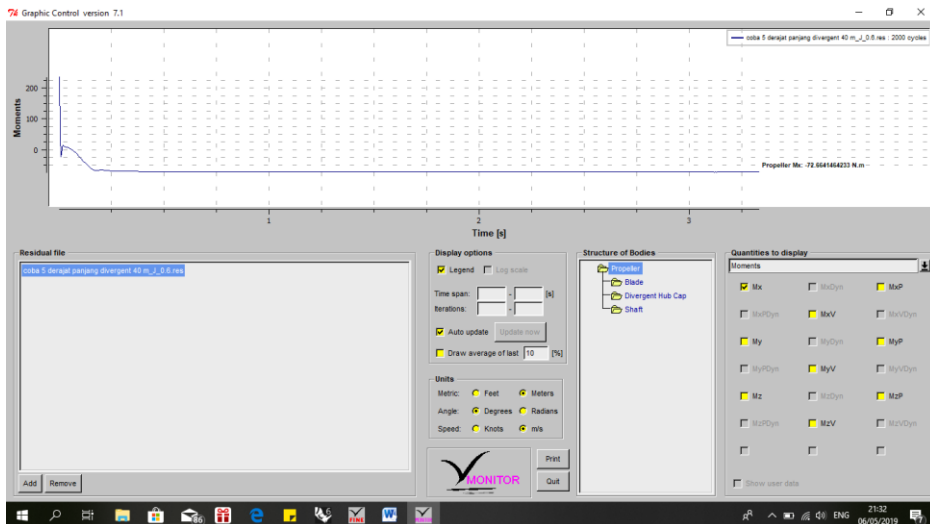
Isometric View



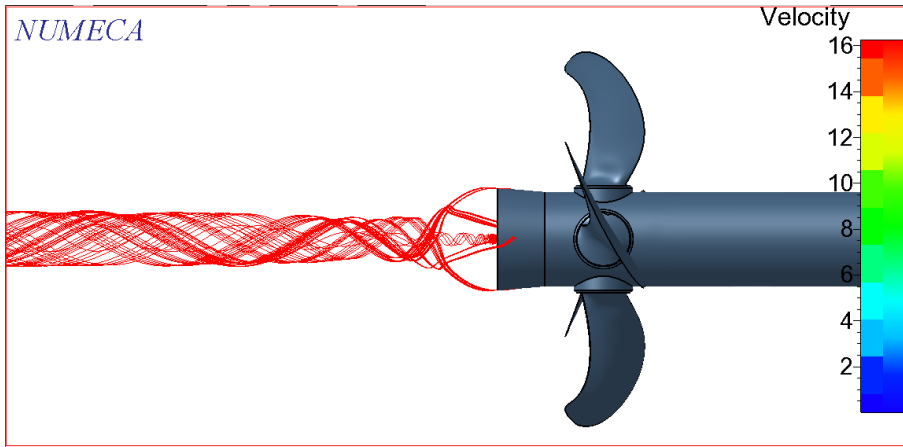
2. Propeller dengan divergent 5 derajat
- a. J 0.6
 - Thrust



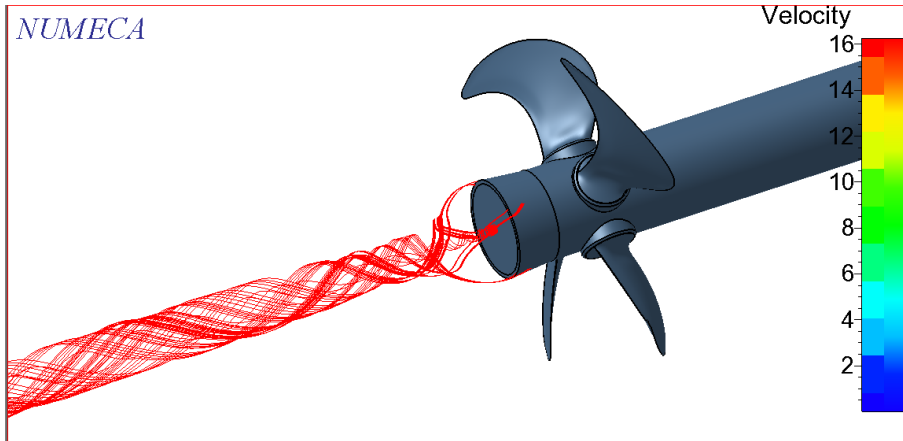
- Torsi



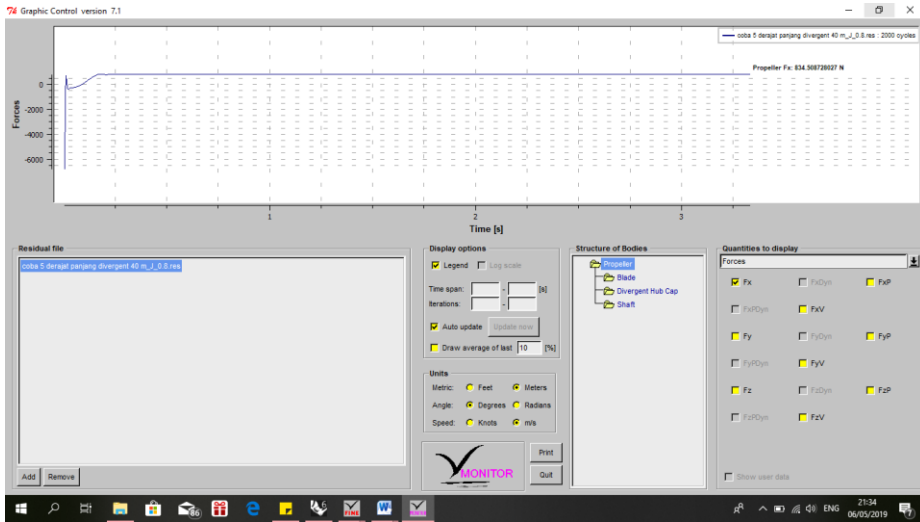
- Simulasi Aliran
Side View



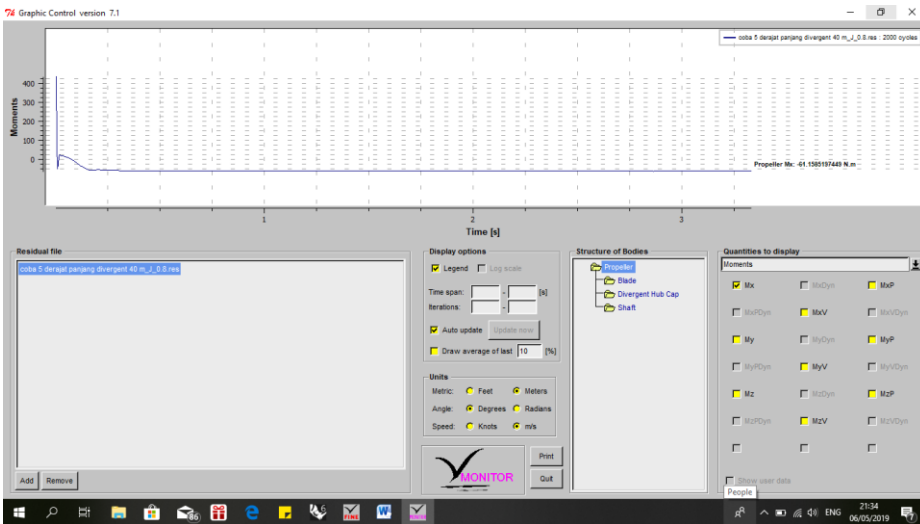
Isometric View



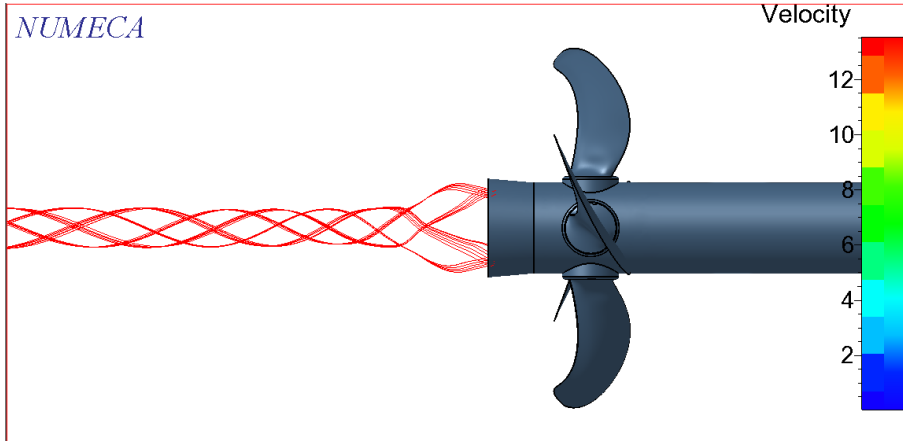
b. J 0.8
- Thrust



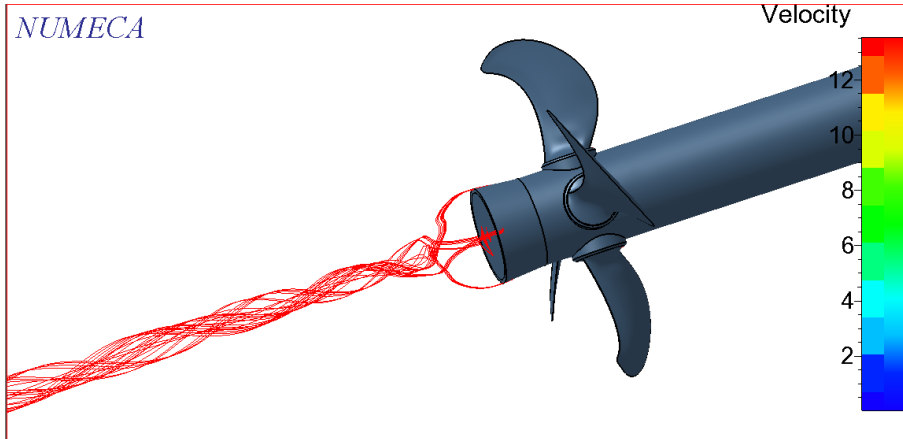
- Torsi



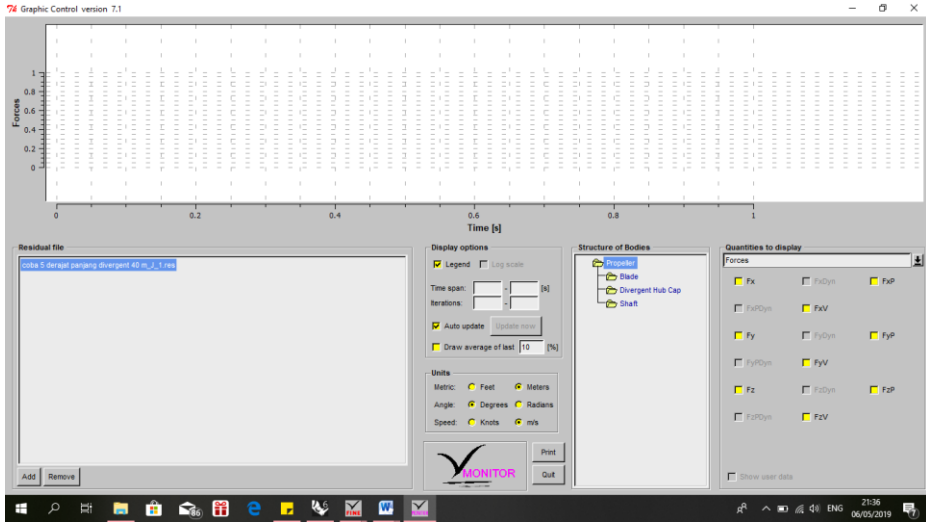
- Simulasi Aliran
Side View



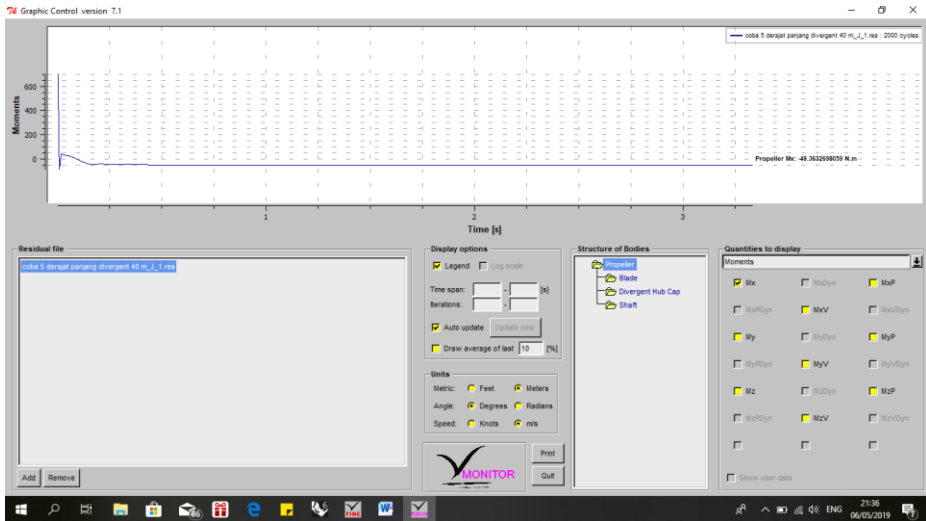
Isometric View



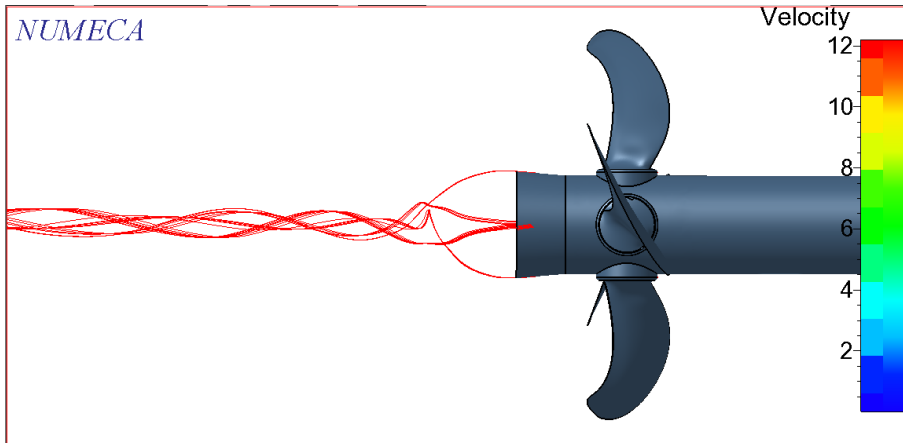
c. J1
- Thrust



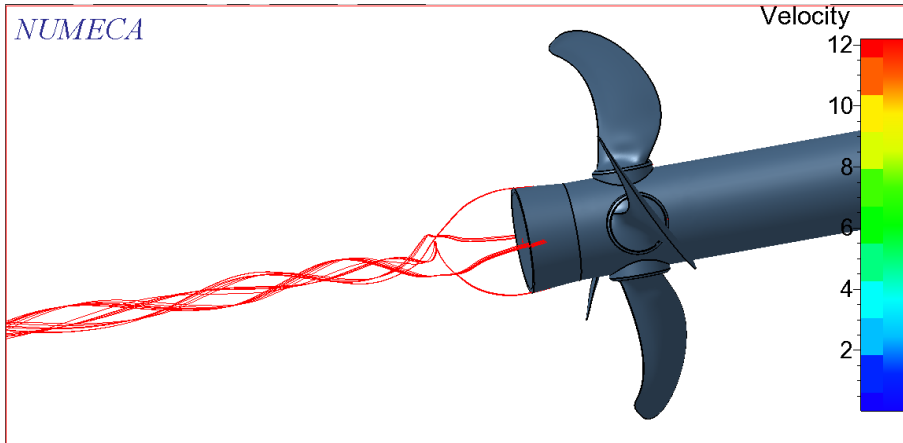
- Torsi



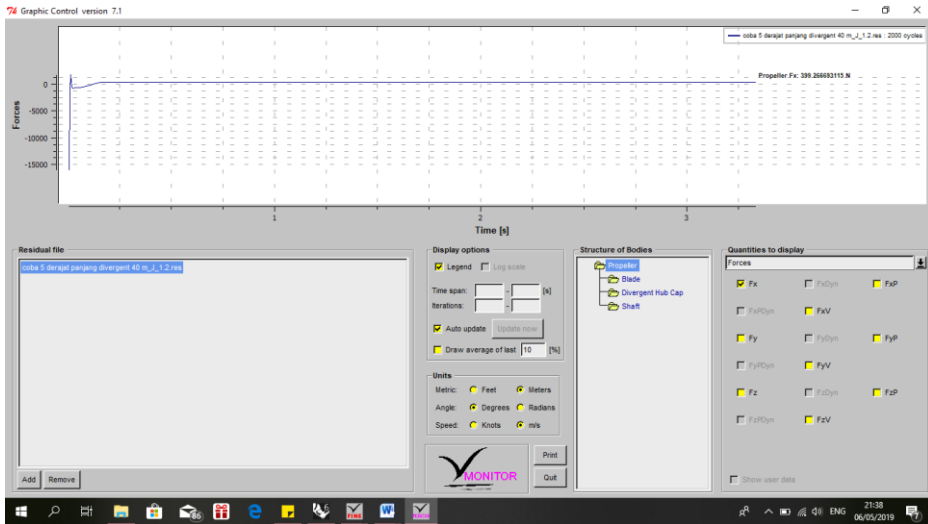
- Simulasi Aliran
Side View



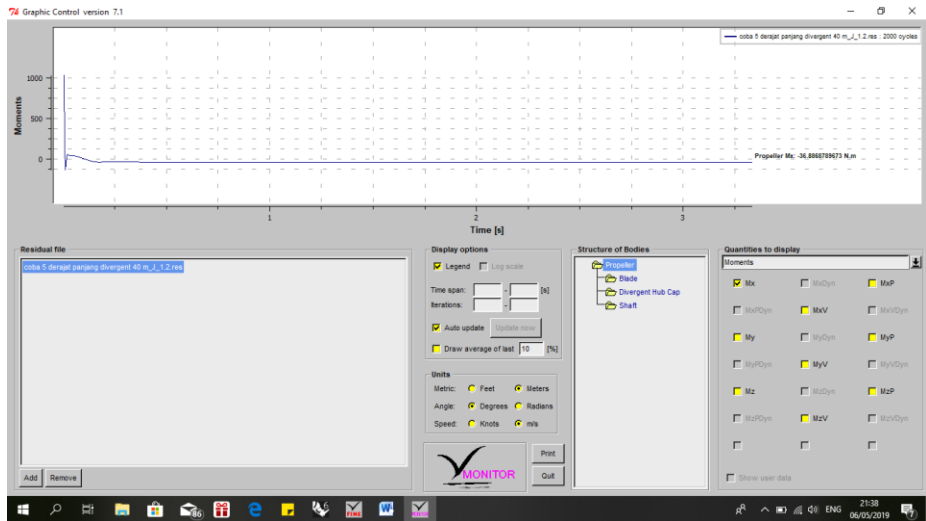
Isometric View



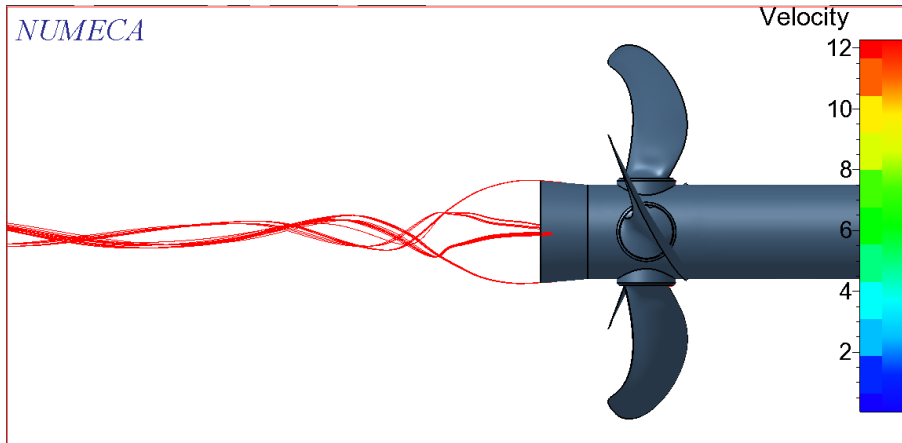
d. J1.2
- Thrust



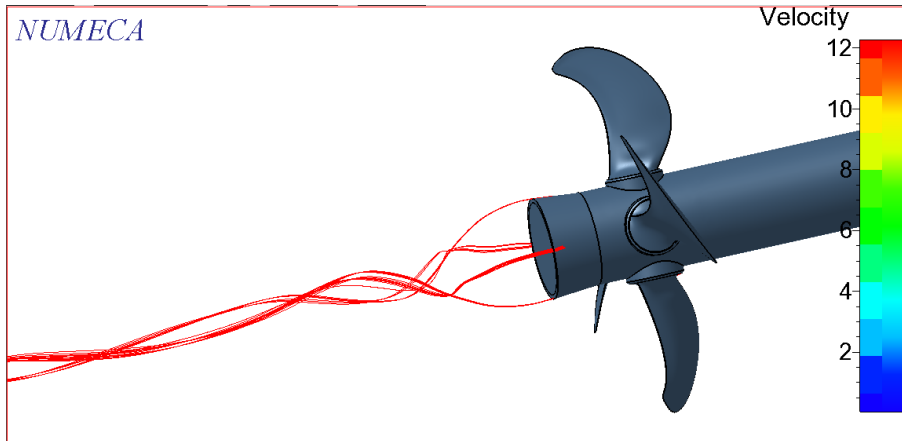
- Torsi



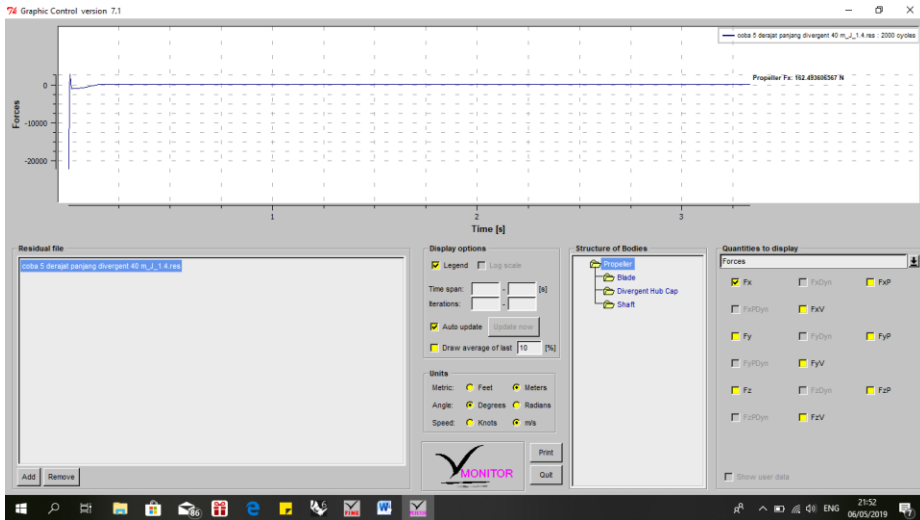
- Simulasi Aliran
Side View



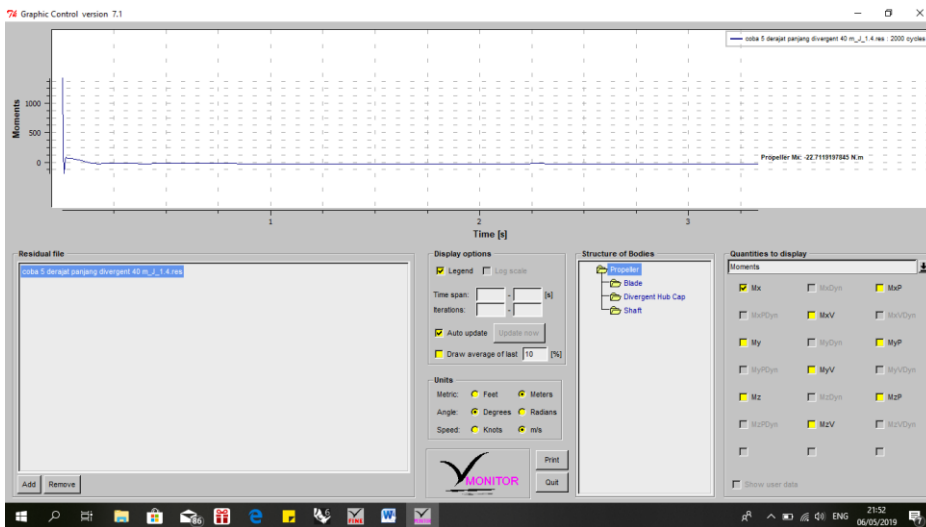
Isometric View



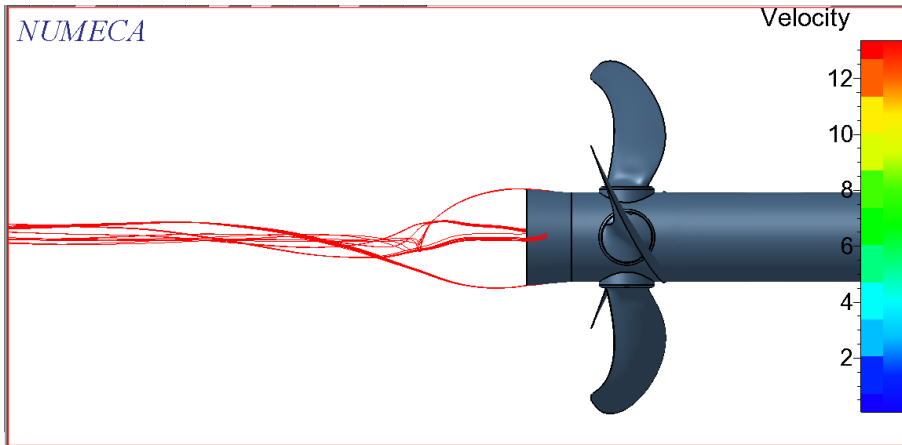
e. J1.4
- Thrust



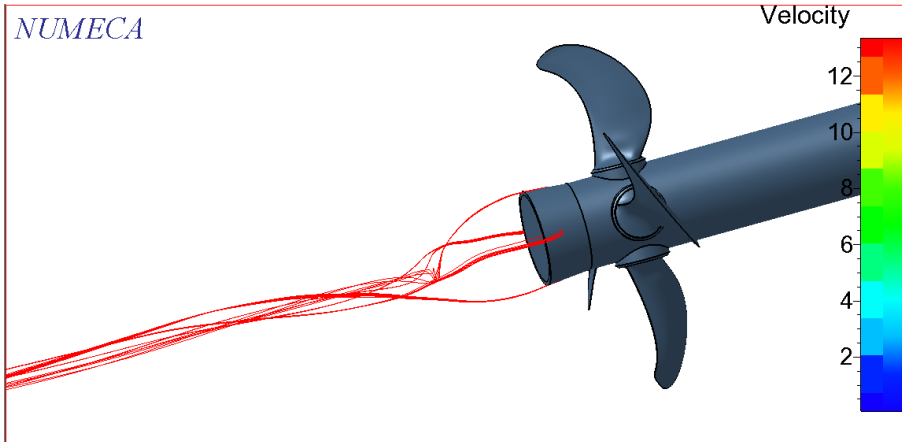
- Torsi



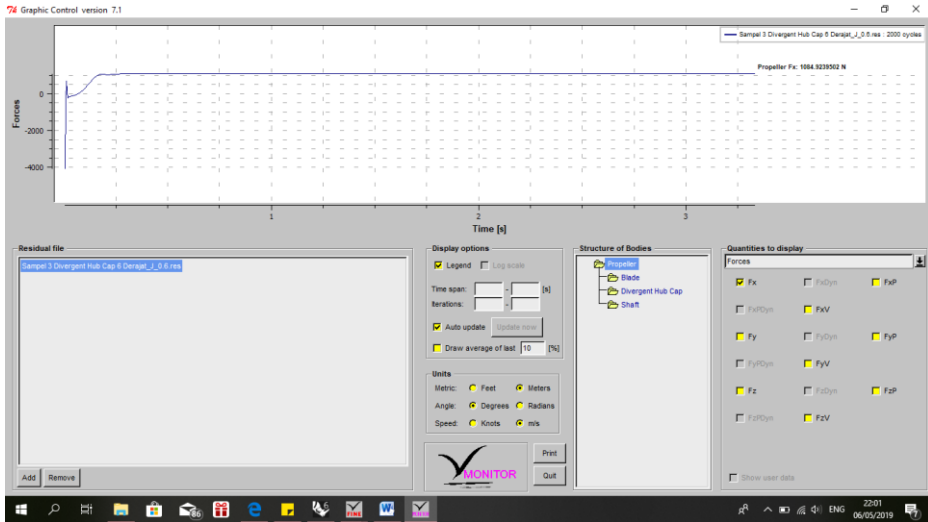
- Simulasi Aliran
Side View



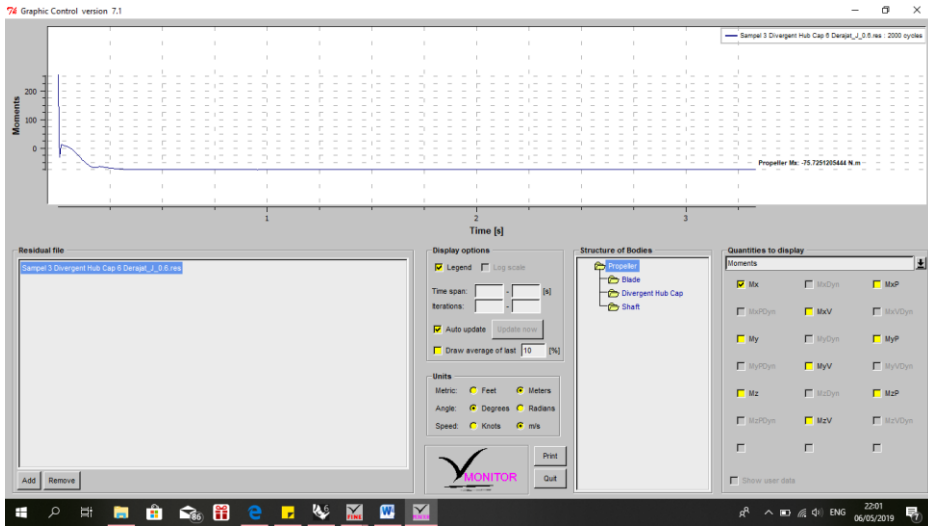
Isometric View



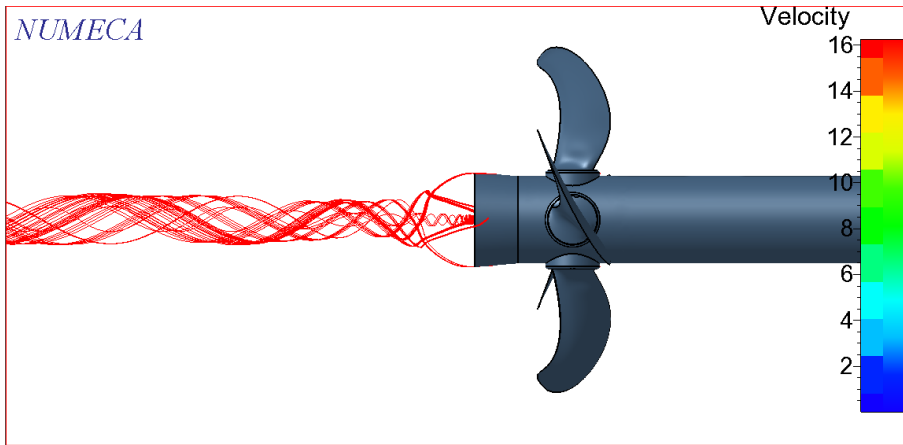
3. Propeller dengan divergent 6 derajat
 a. J 0.6
 - Thrust



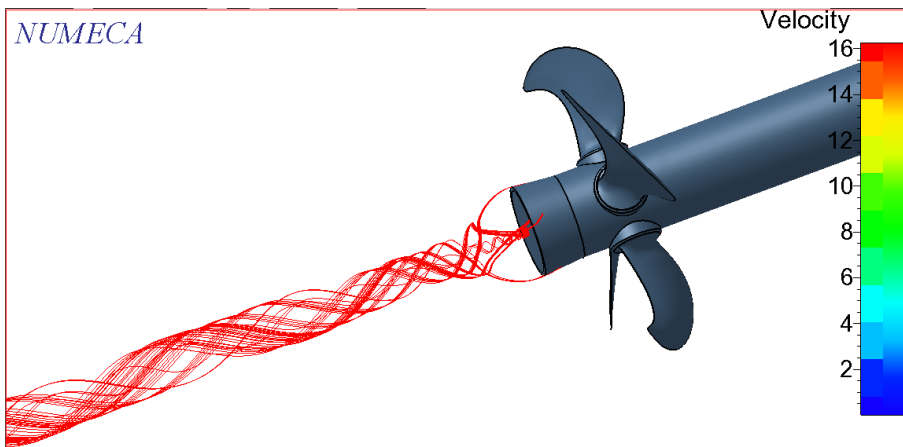
- Torsi



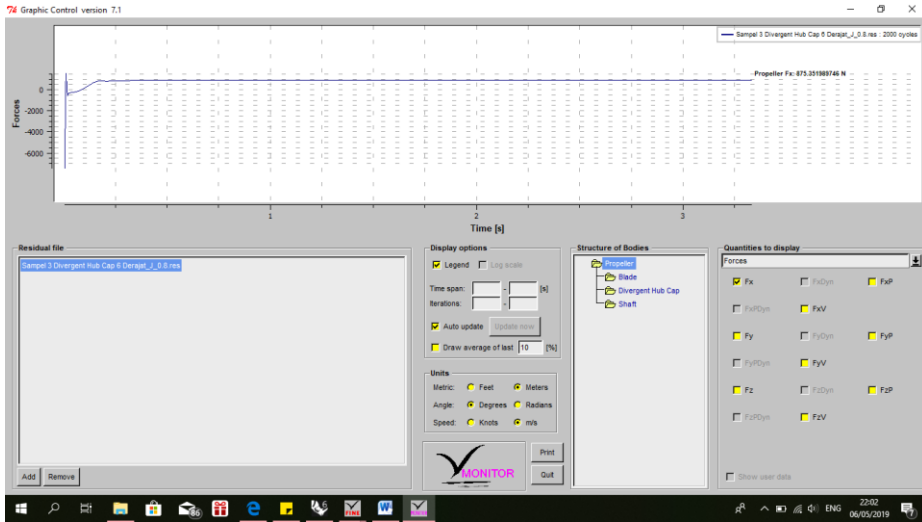
- Simulasi Aliran
Side View



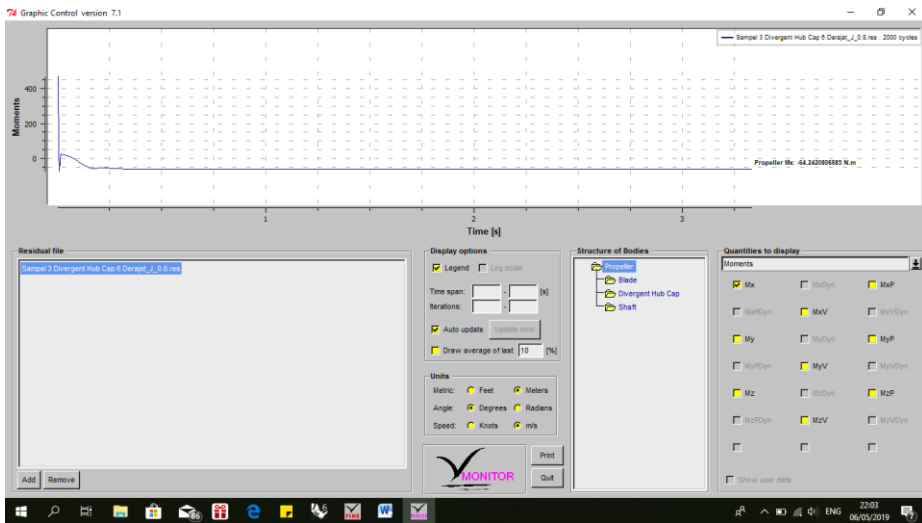
- Isometric View



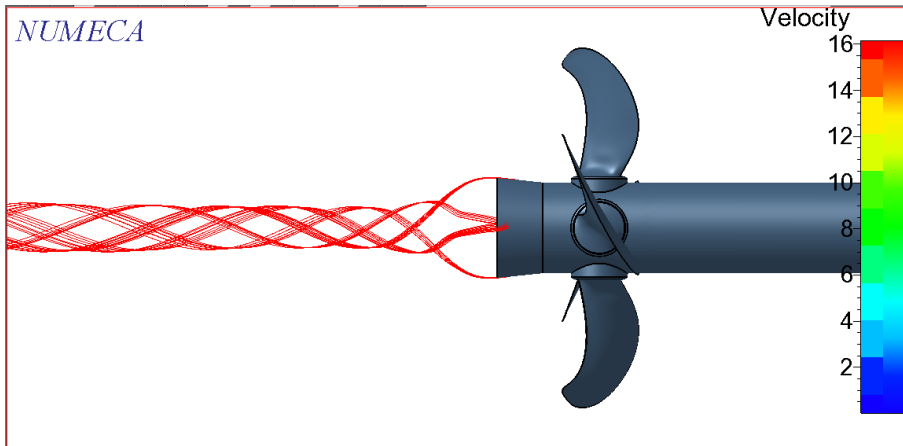
b. J 0.8
- Thrust



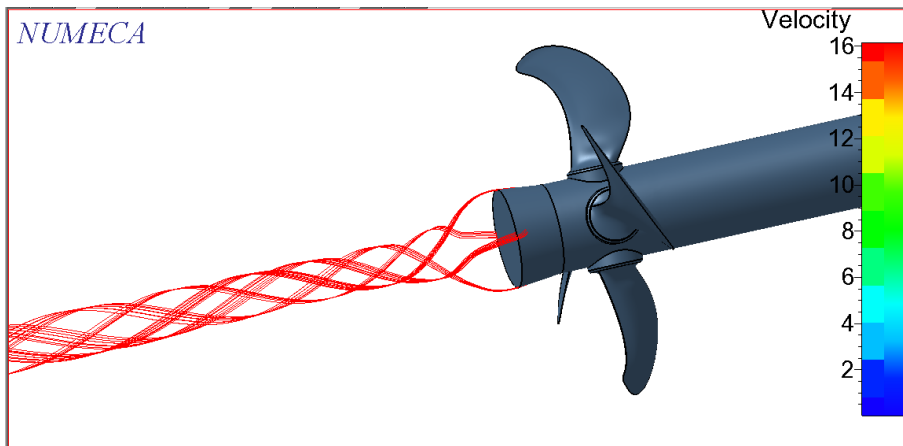
- Torsi



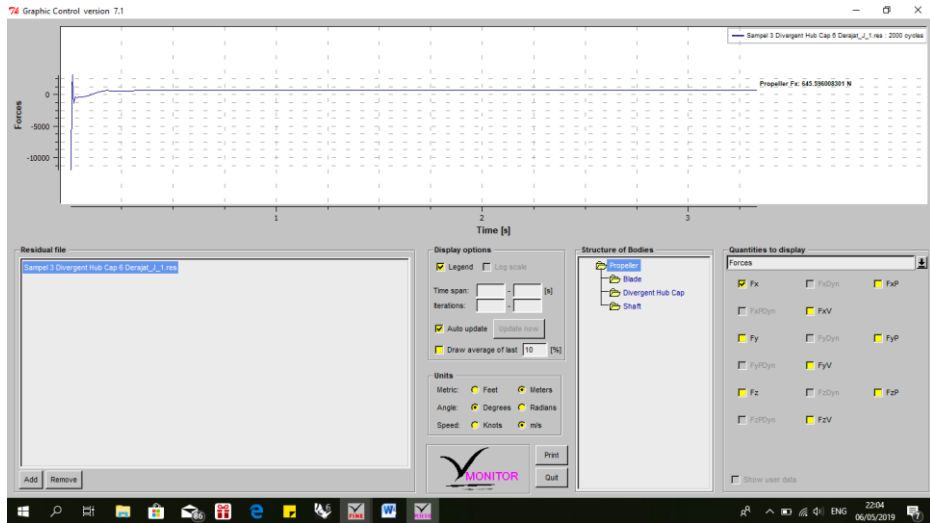
- Simulasi Aliran
Side View



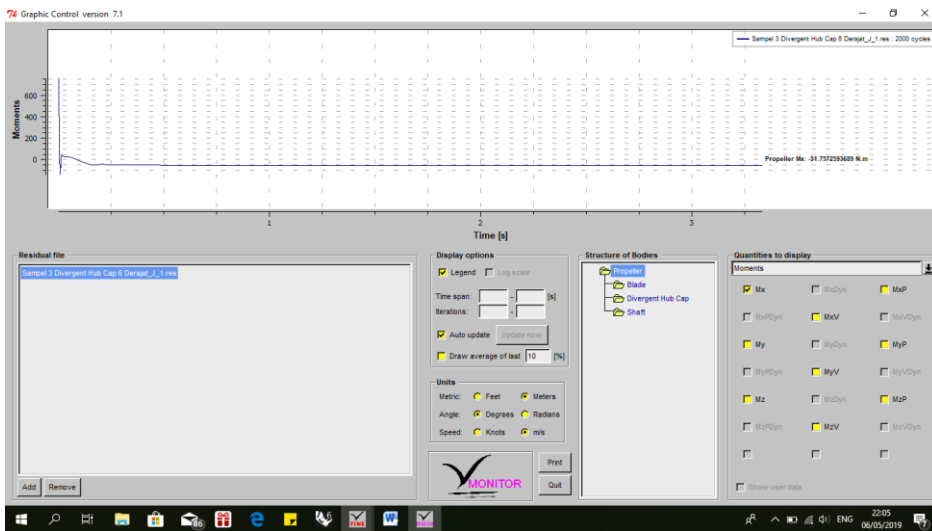
Isometric View



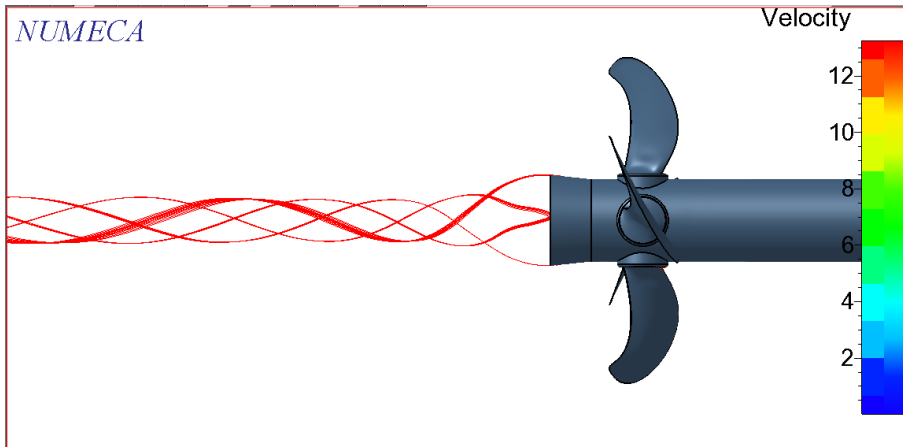
c. J1
- Thrust



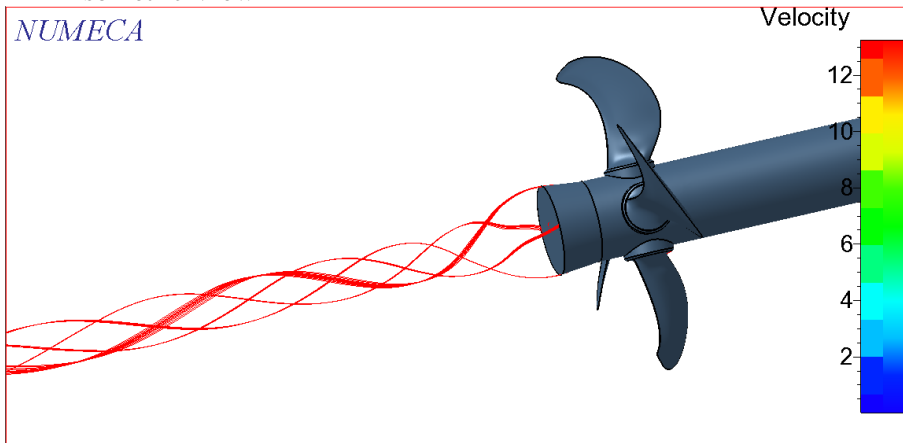
- Torsi



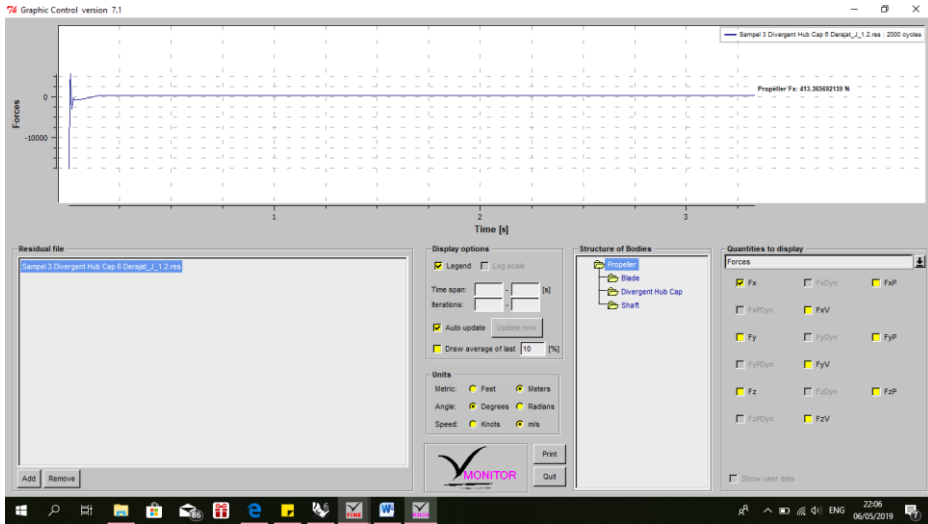
- Simulasi Aliran
Side View



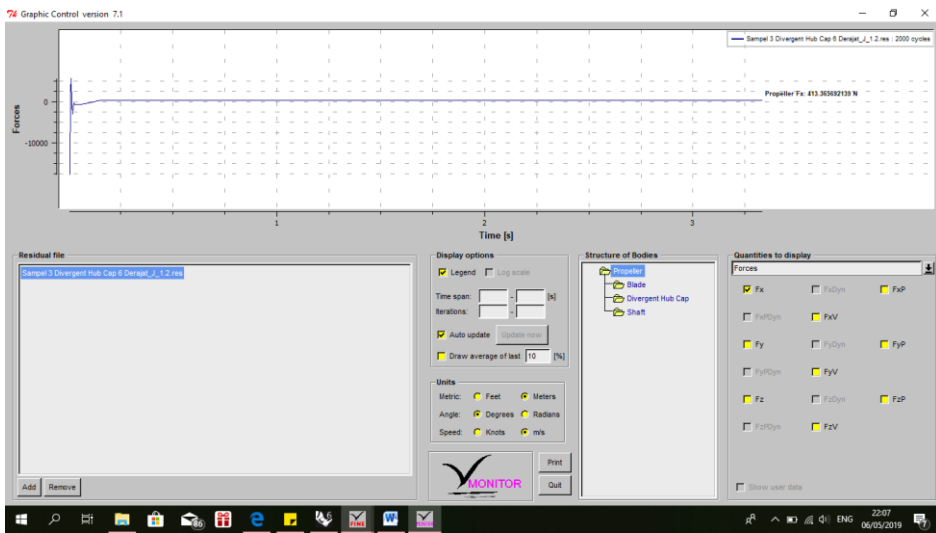
Isometric View



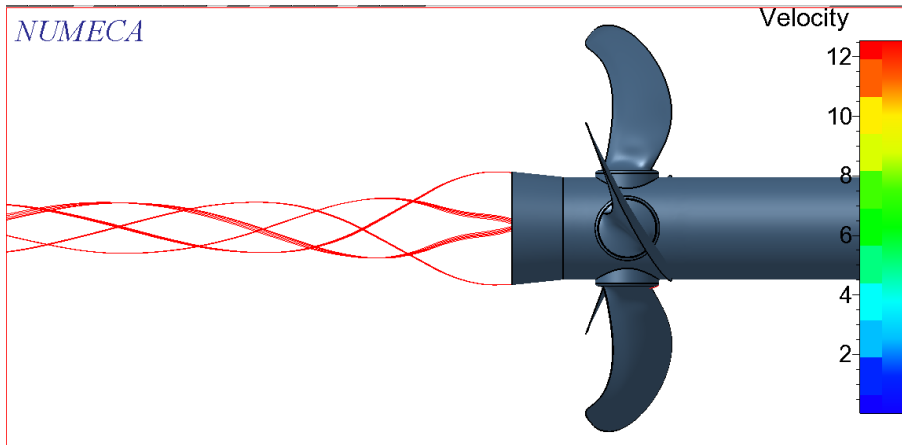
d. J1.2
- Thrust



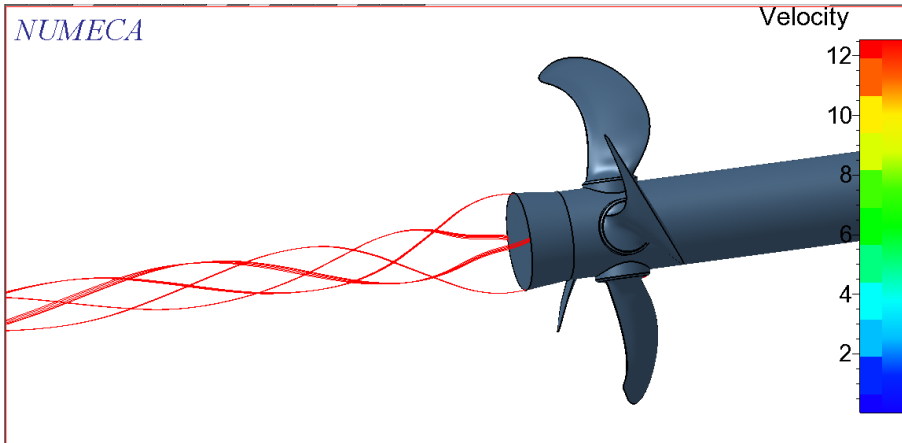
- Torsi



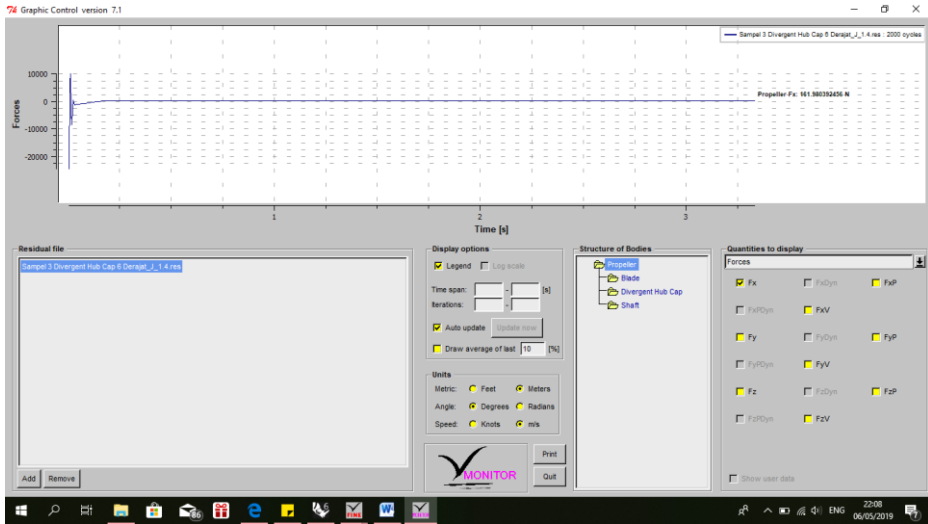
- Simulasi Aliran
Side View



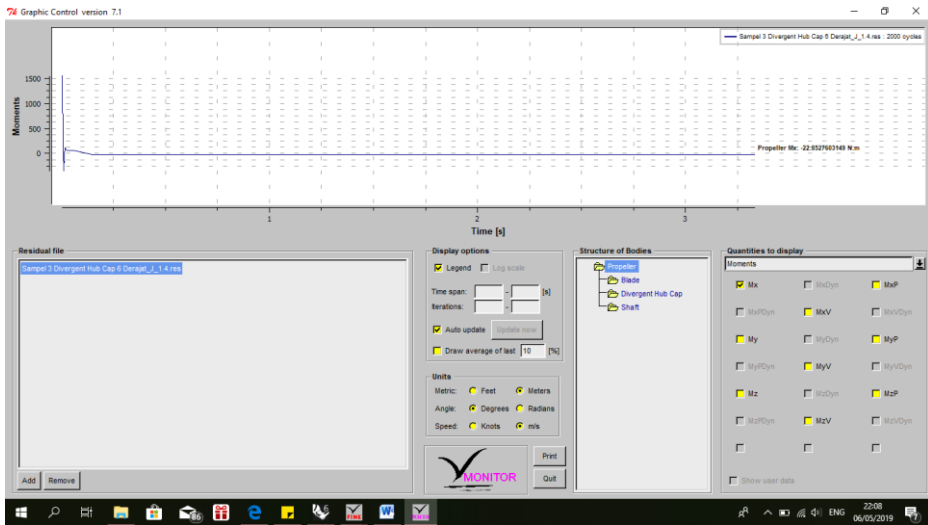
Isometric View



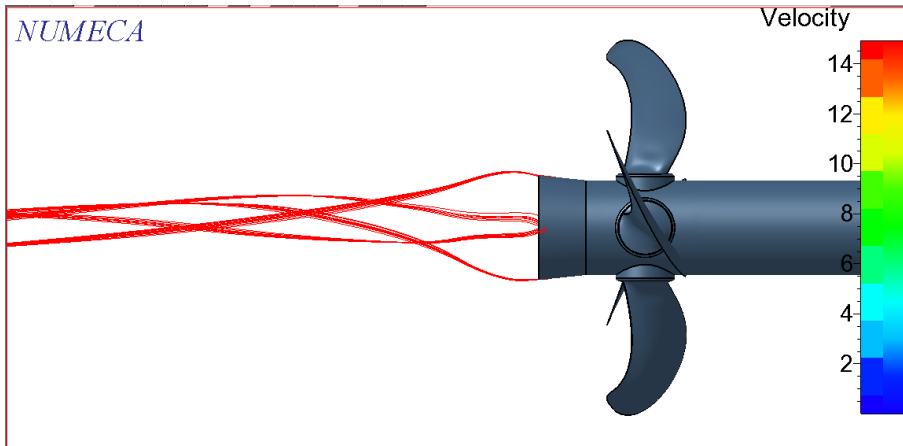
e. J1.4
- Thrust



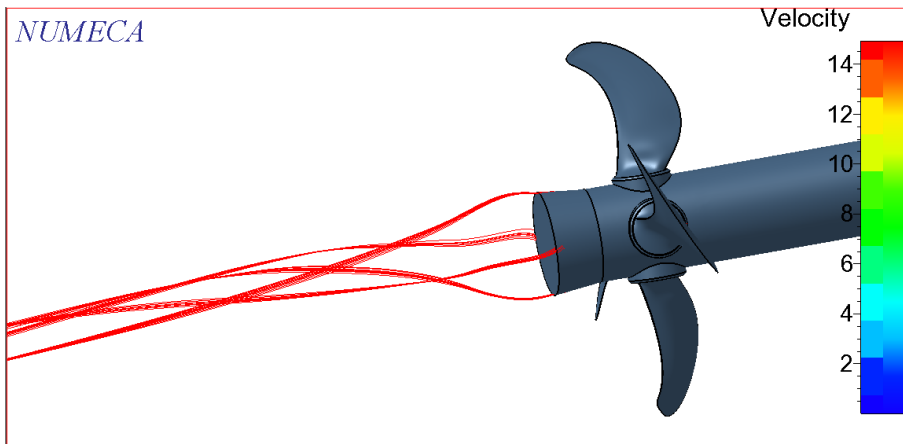
- Torsi



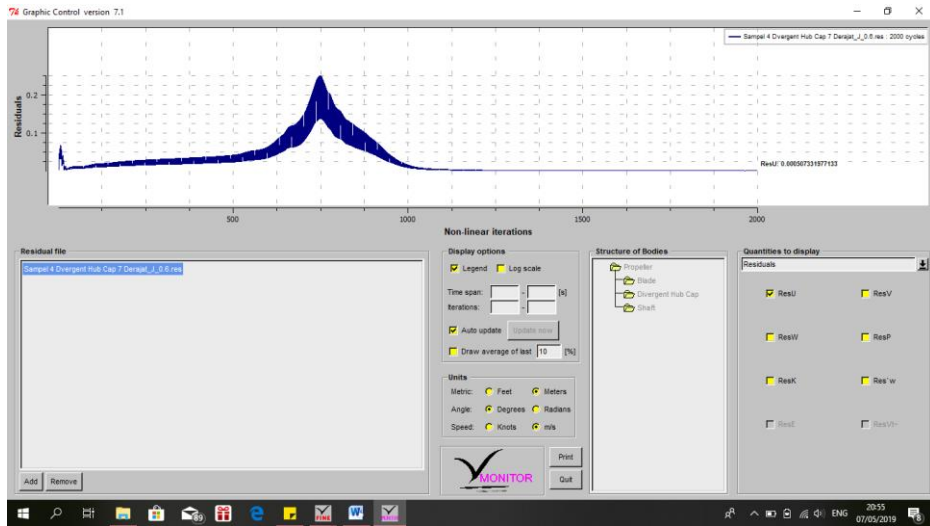
- Simulasi Aliran
Side View



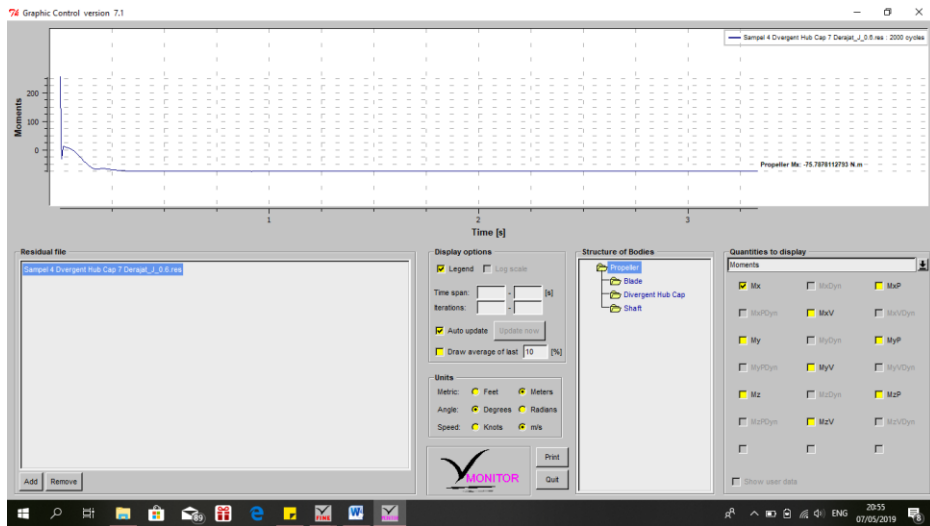
Isometric View



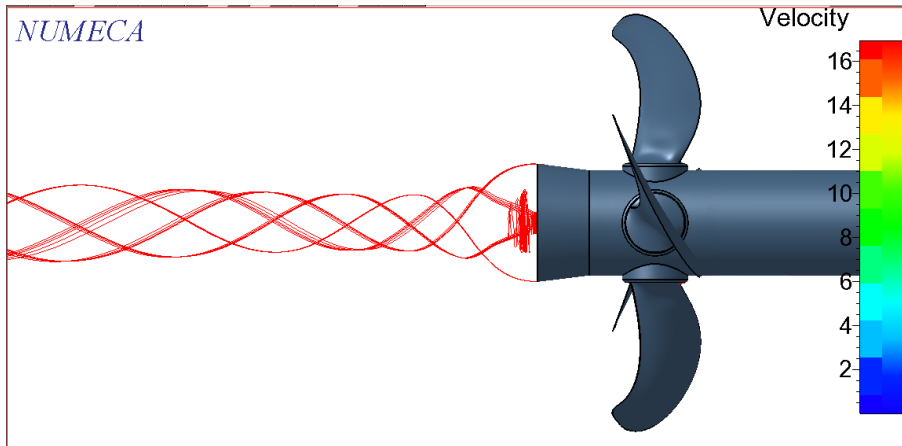
4. Propeller dengan divergent 7 derajat
 a. J 0.6
 - Thrust



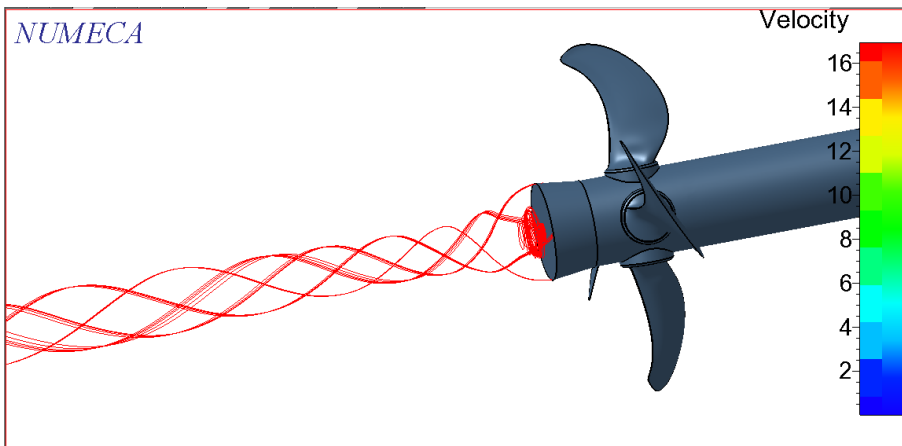
- Torsi



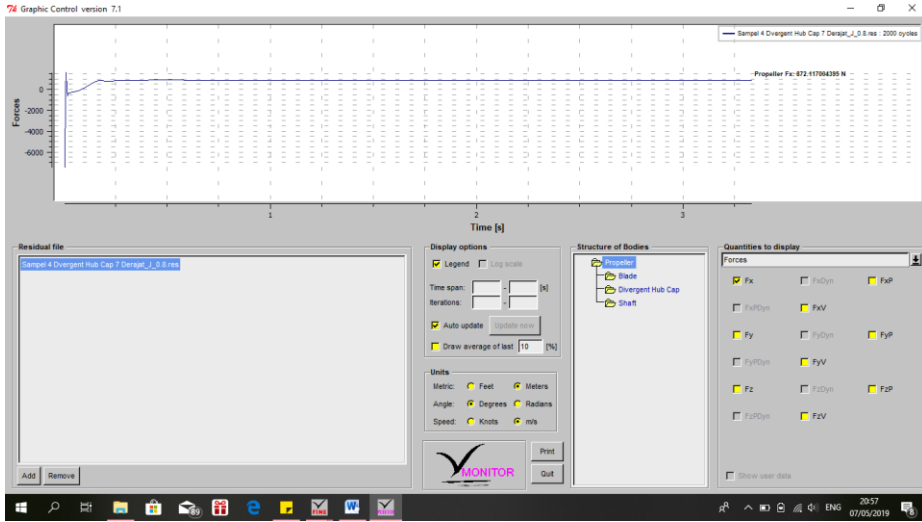
- Simulasi Aliran
Side View



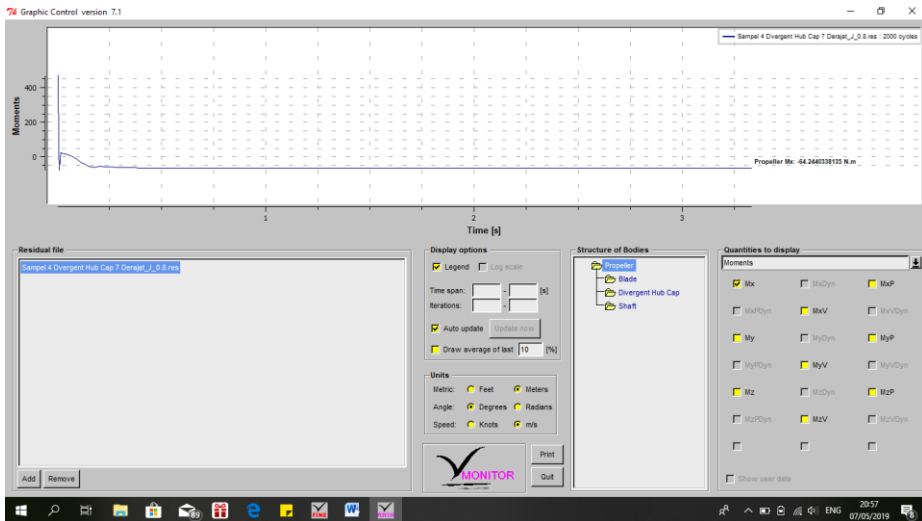
Isometric View



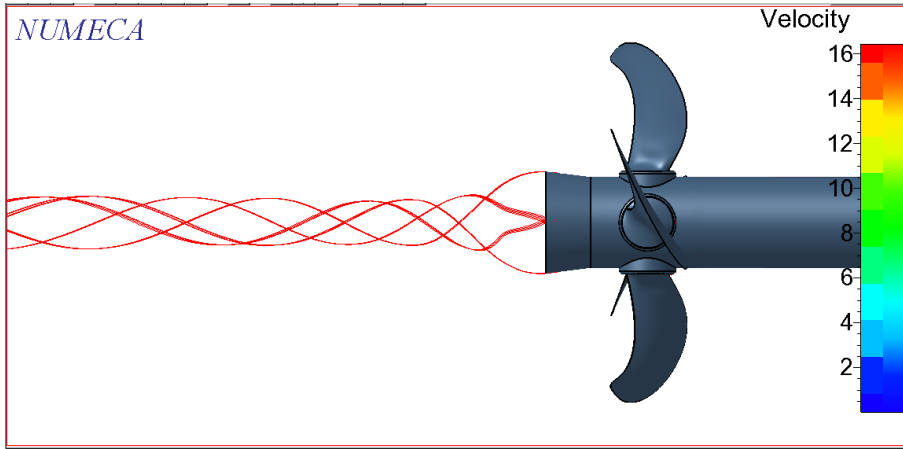
b. J 0.8
- Thrust



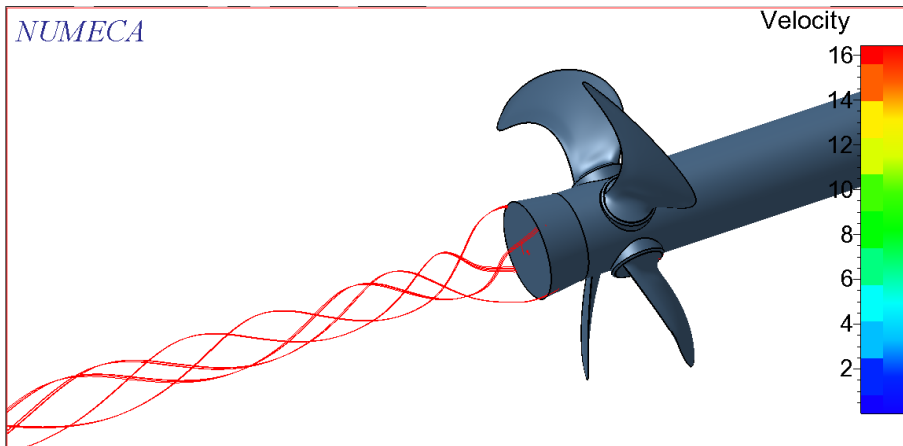
- Torsi



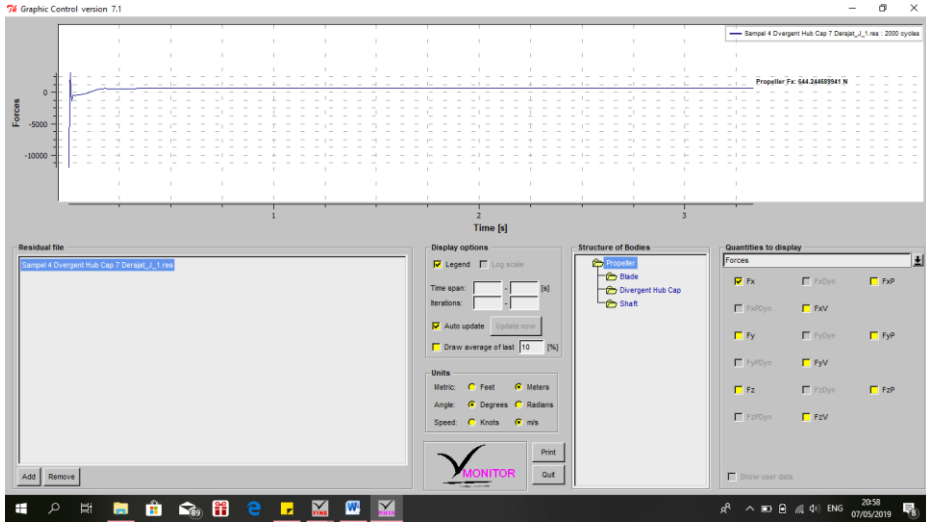
- Simulasi Aliran
Side Vew



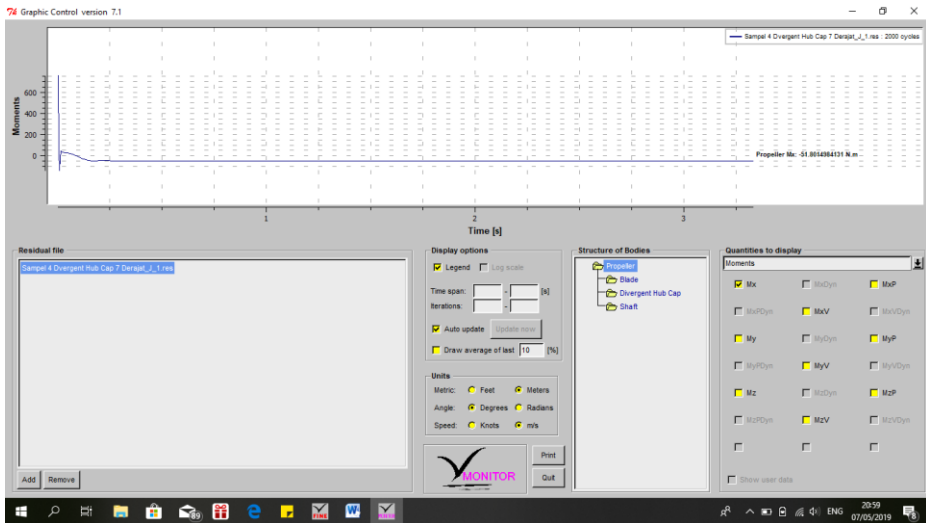
Isometric View



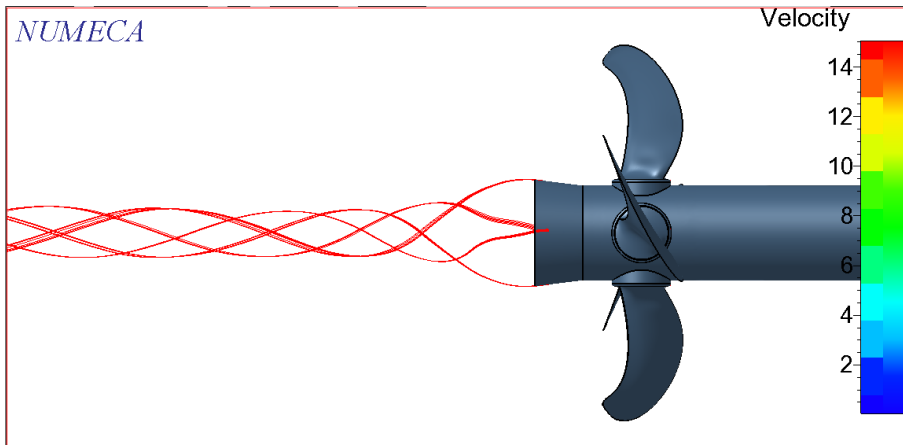
c. J1
- Thrust



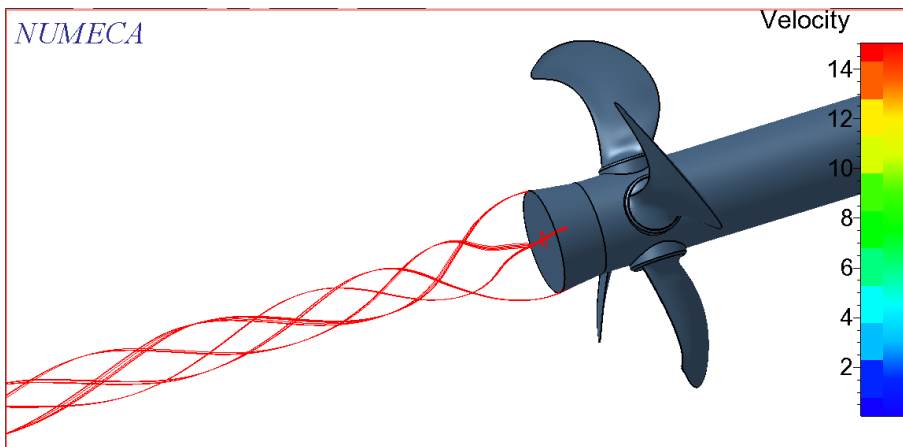
- Torsi



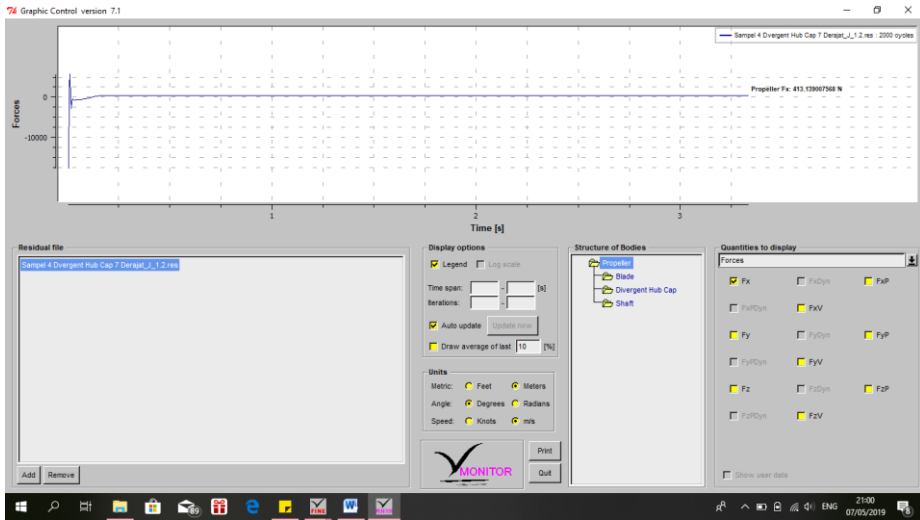
- Simulasi Aliran
Side View



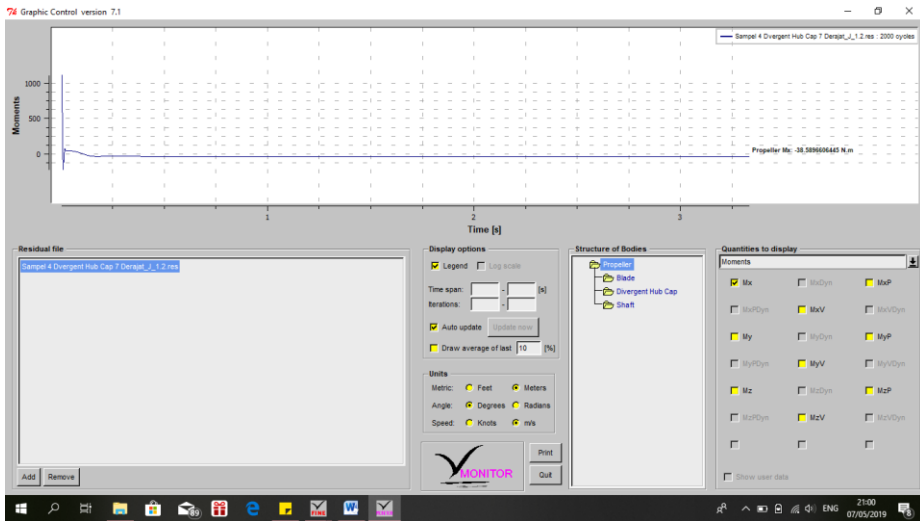
Isometric View



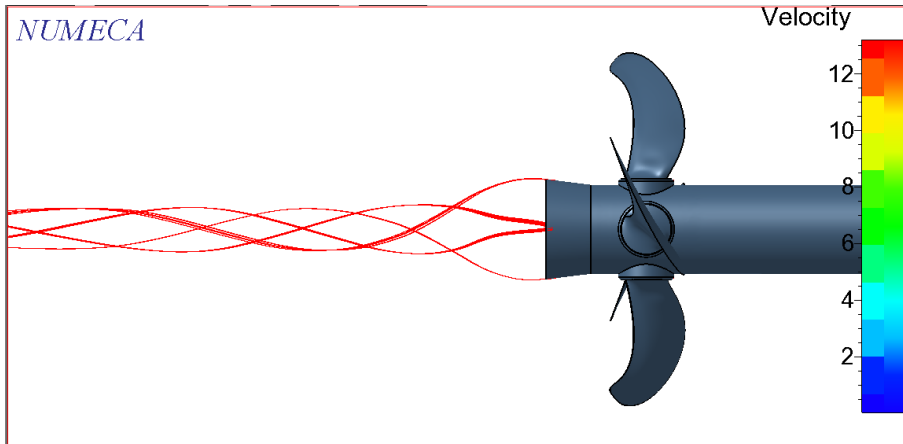
d. J 1.2
- Thrust



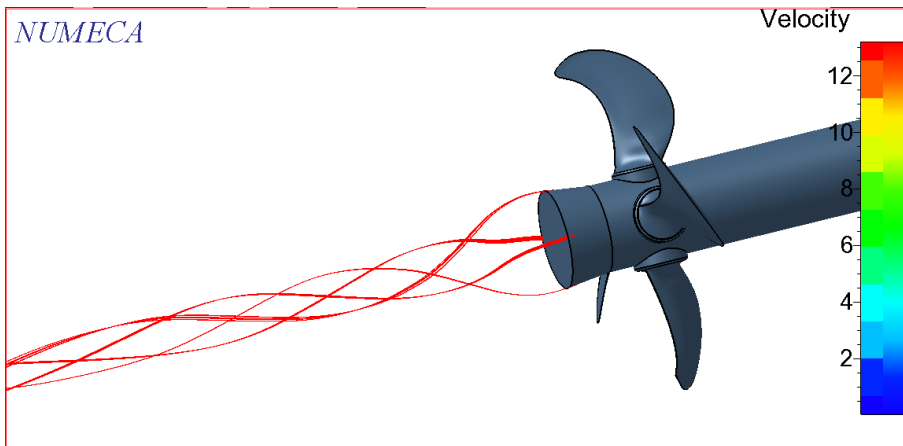
- Torsi



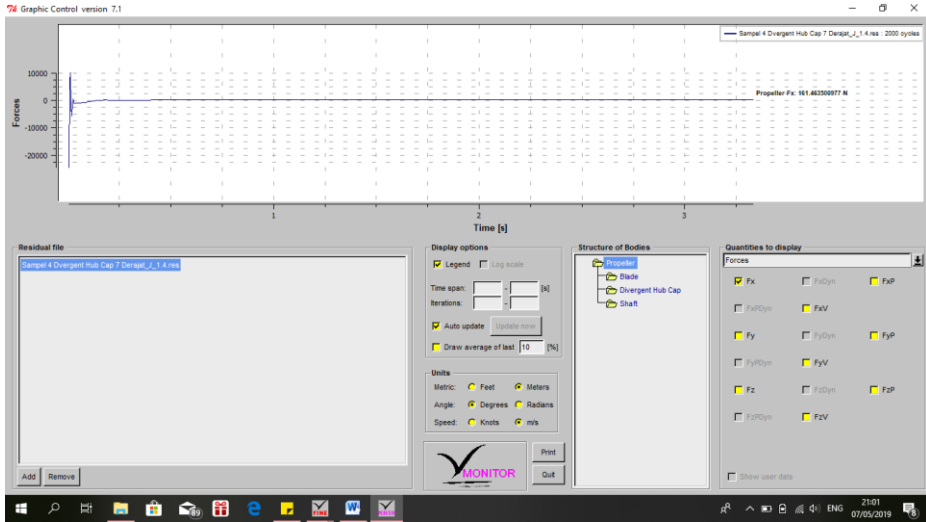
- Simulasi Aliran
Side View



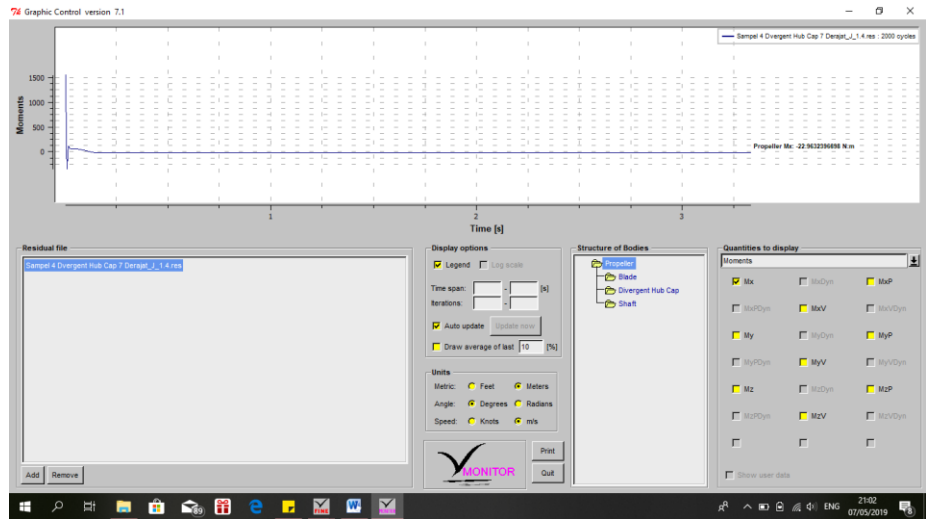
Isometric View



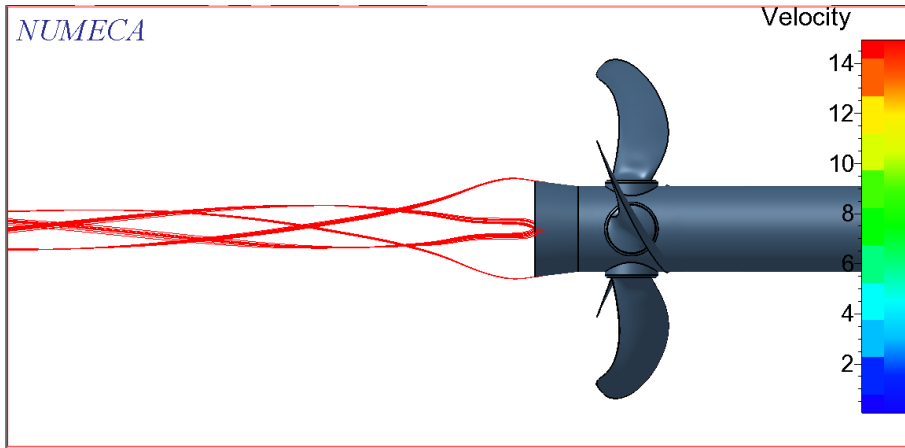
e. J1.4
- Thrust



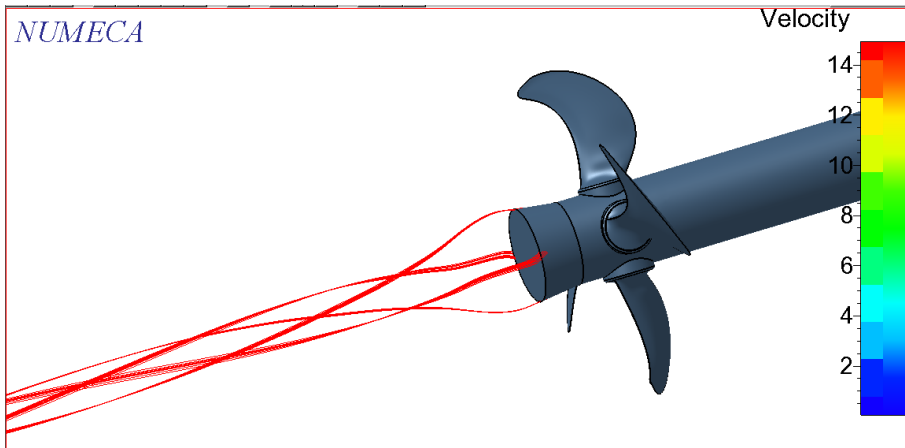
- Torsi



- Simulasi Aliran
Side View



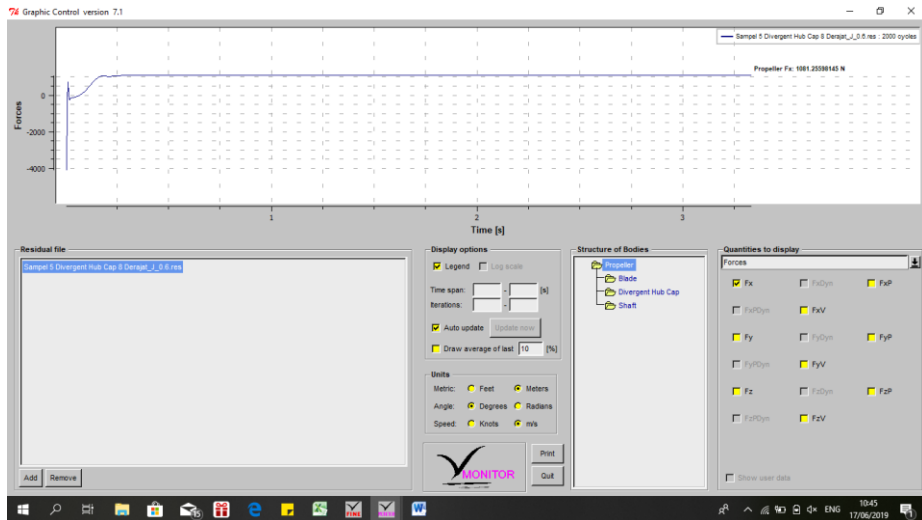
Isometric View



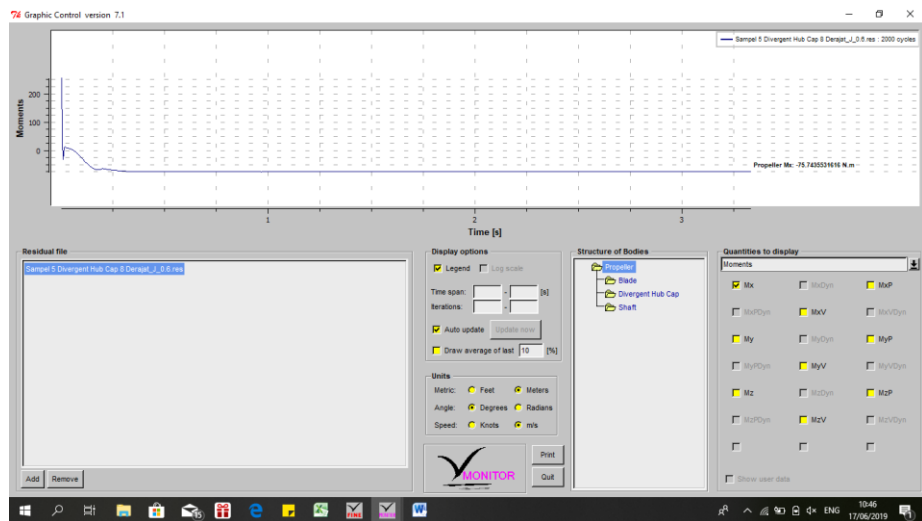
5. Propeller dengan divergent 8 derajat

a. J 0.6

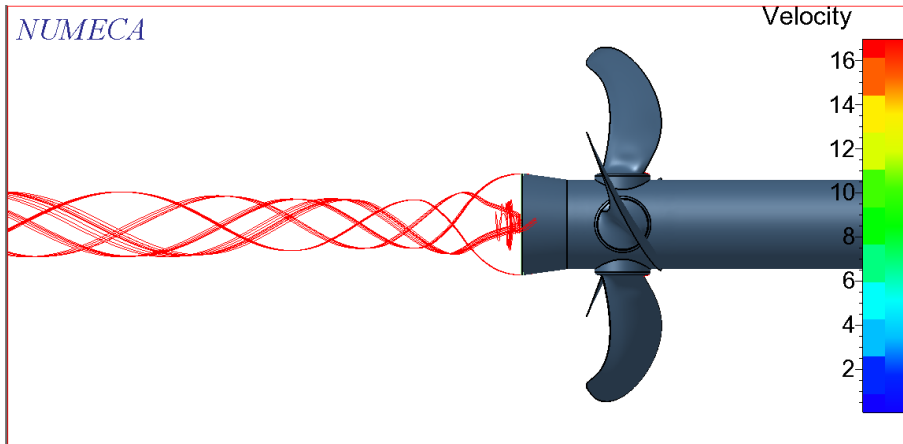
- Thrust



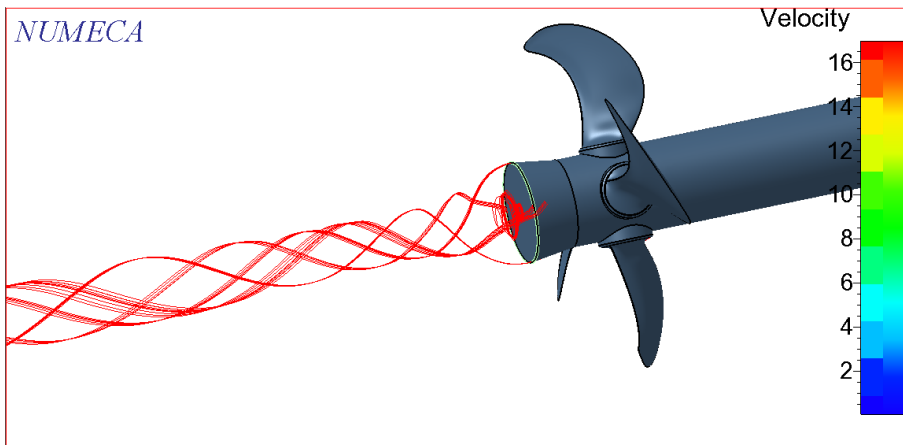
- Torsi



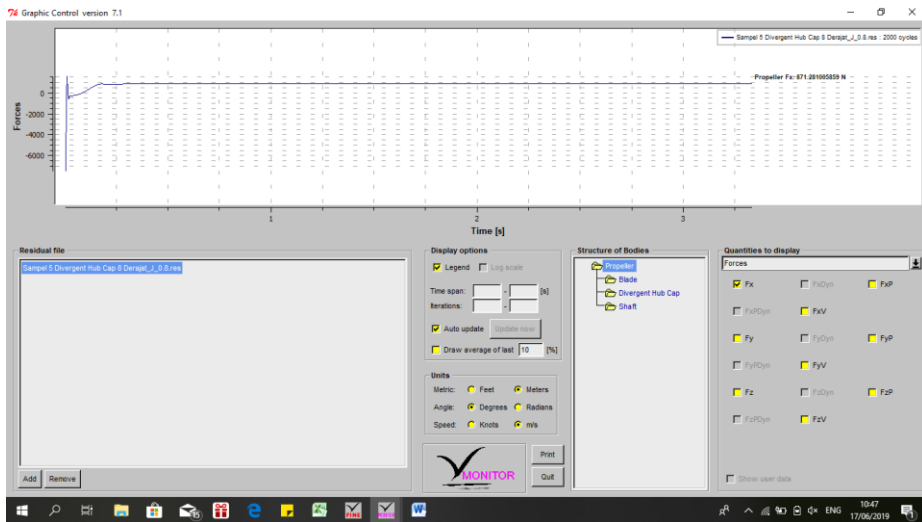
- Simulasi Aliran
Side View



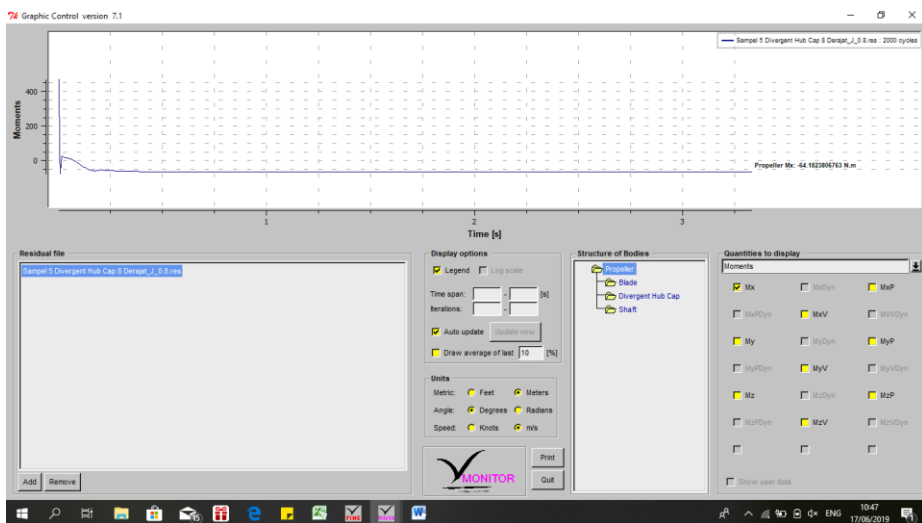
Isometric View



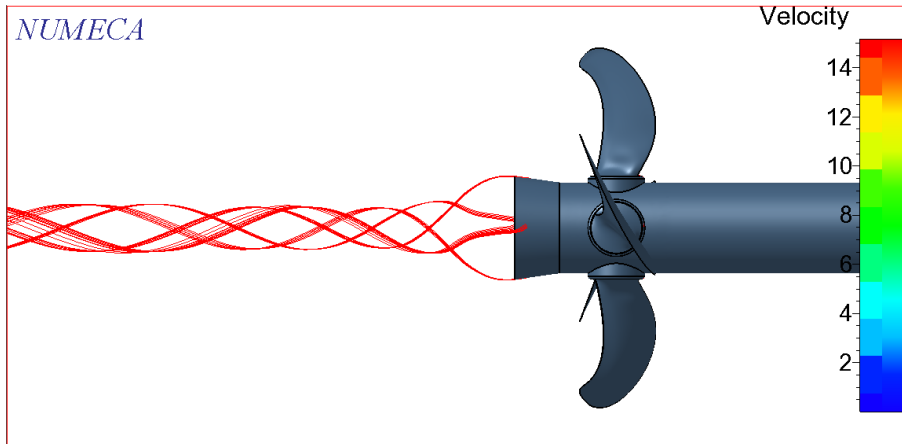
b. J 0.8
- Thrust



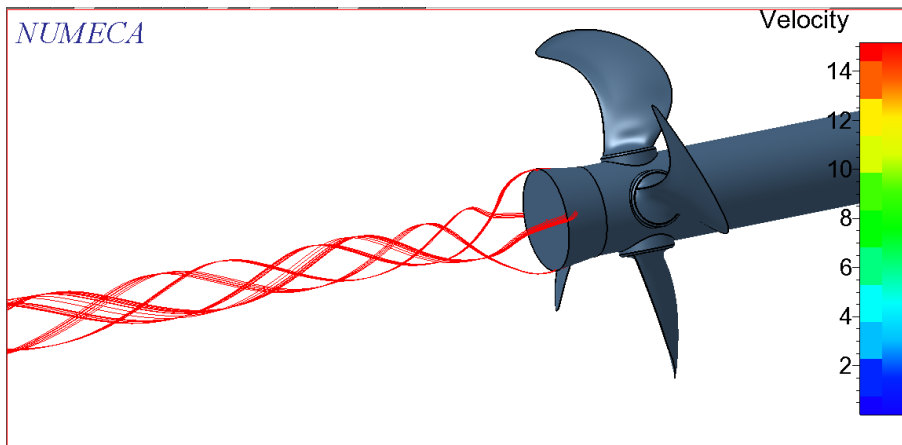
- Torsi



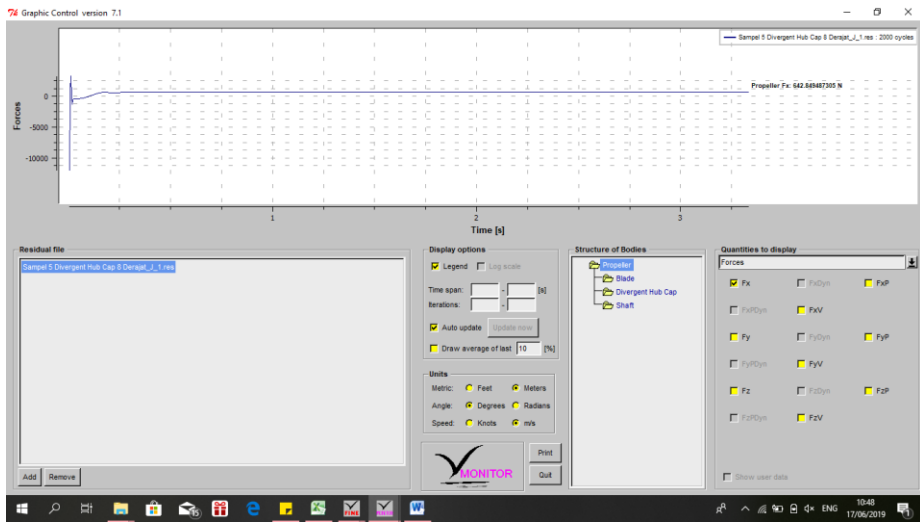
- Simulasi Aliran
Side View



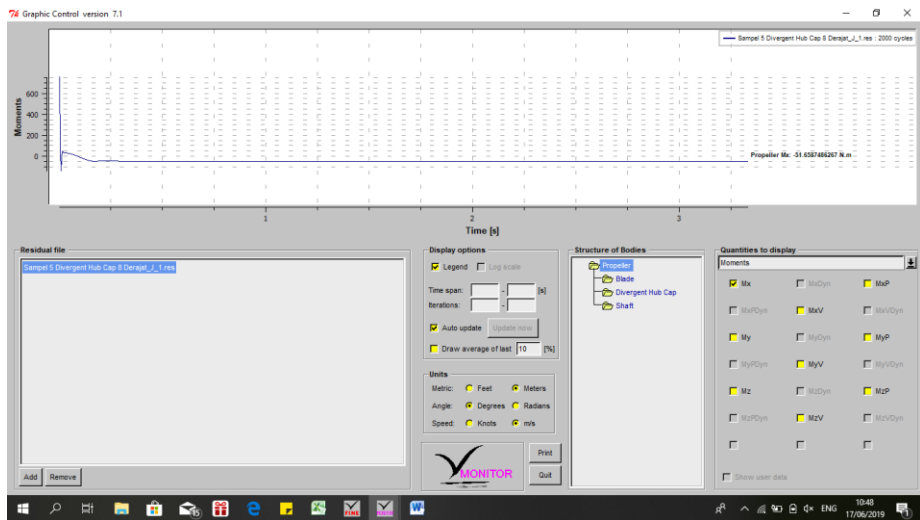
- Isometric View



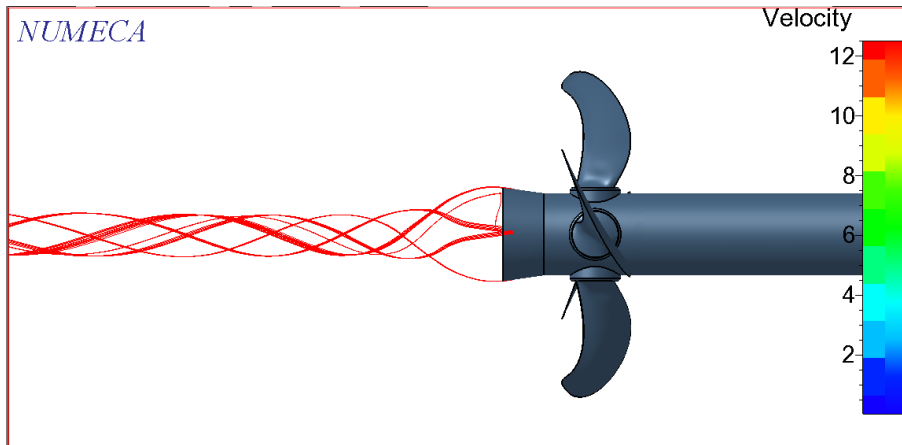
c. J 1
- Thrust



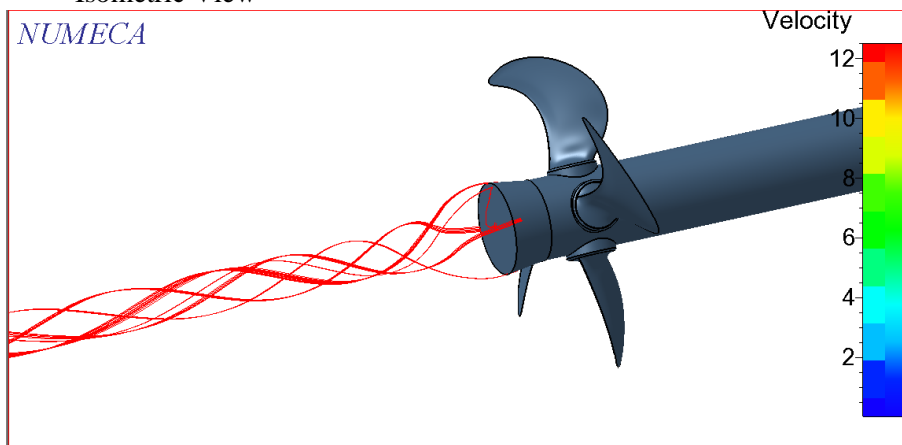
- Torsi



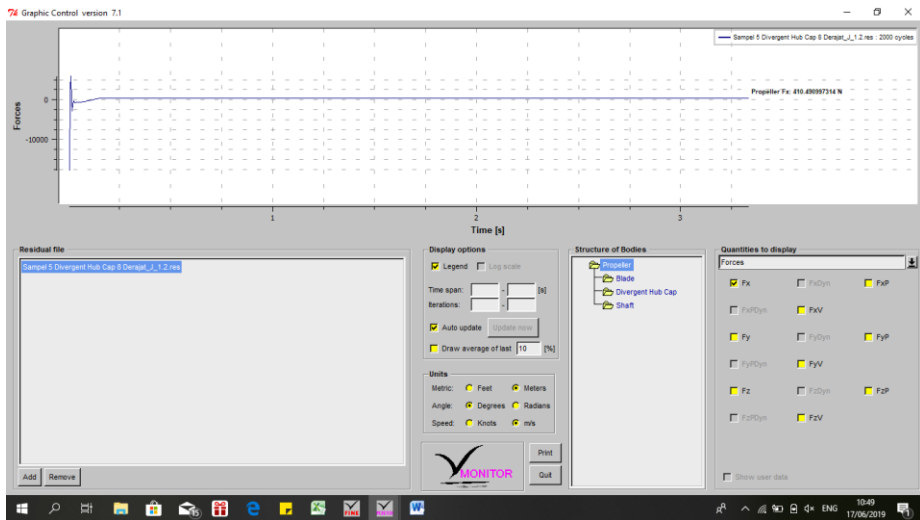
- Simulasi Aliran
Side View



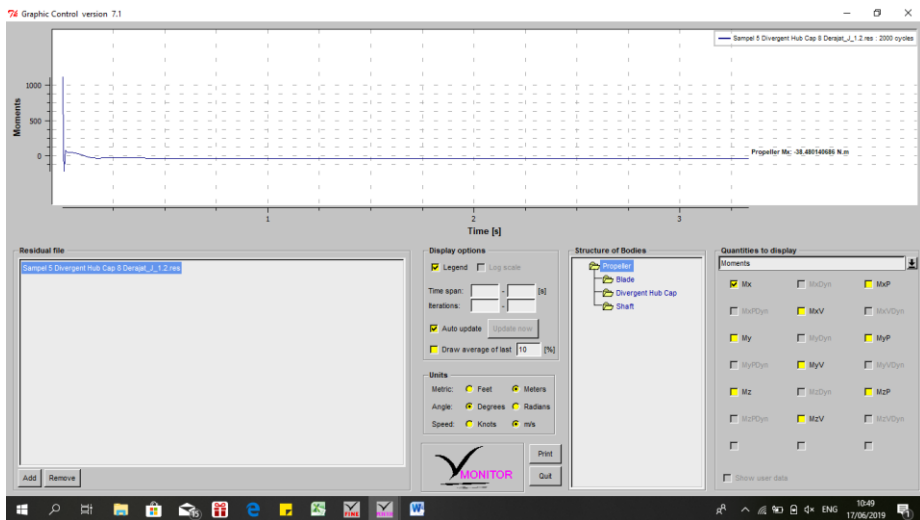
- Isometric View



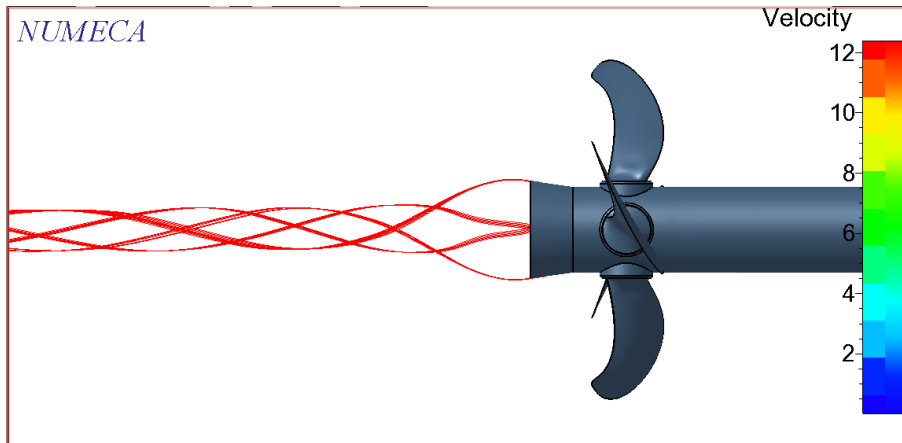
d. J 1.2
- Thrust



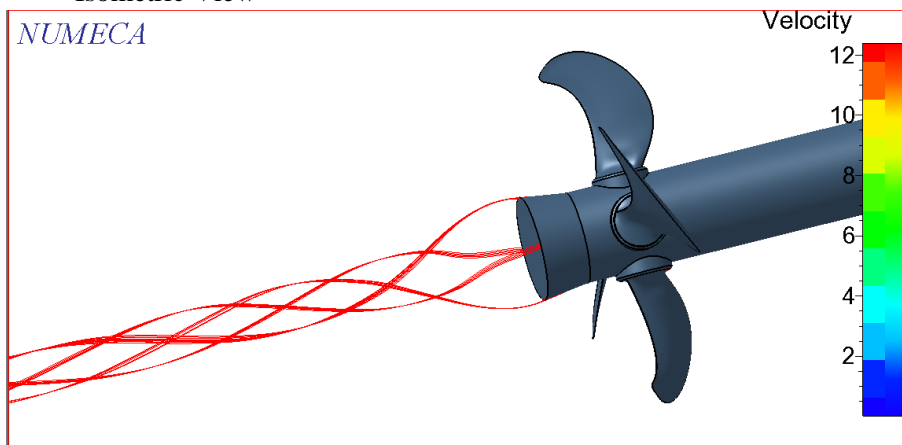
- Torsi



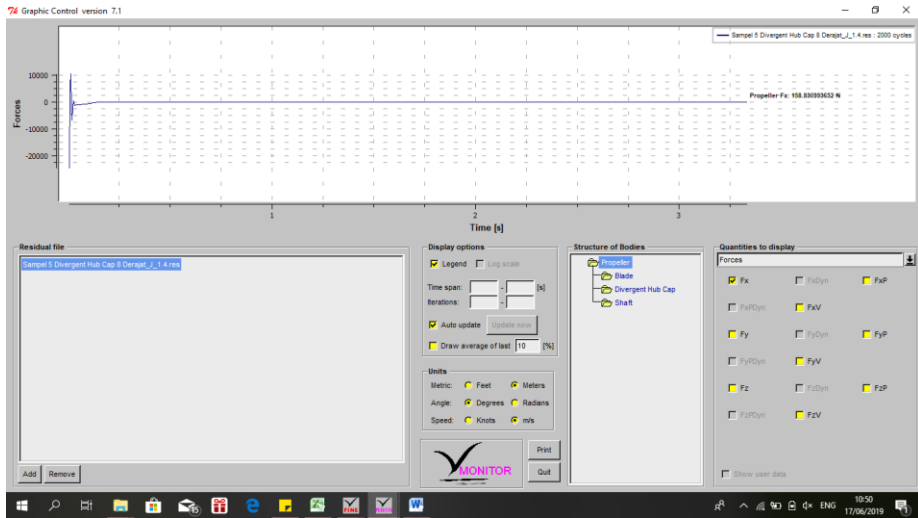
- Simulasi Aliran
Side View



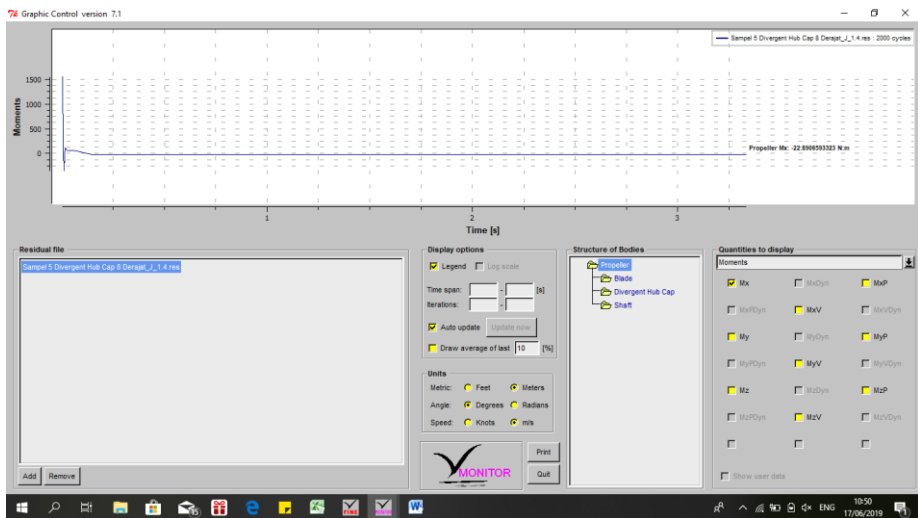
- Isometric View



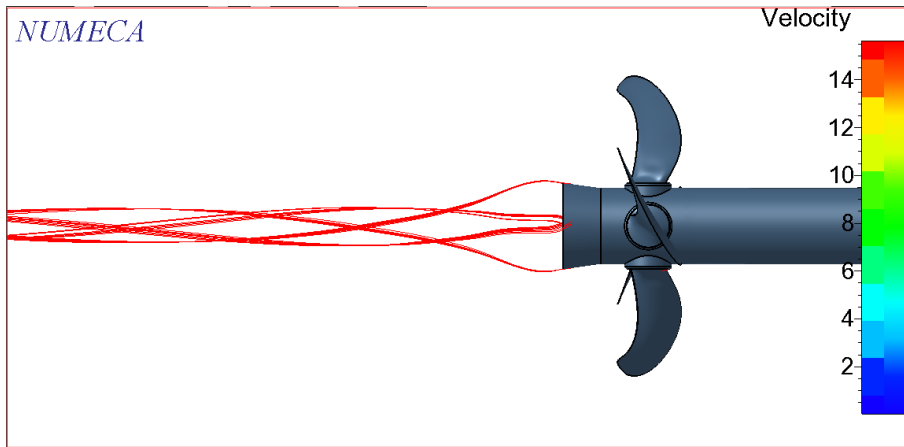
e. J 1.4
- Thrust



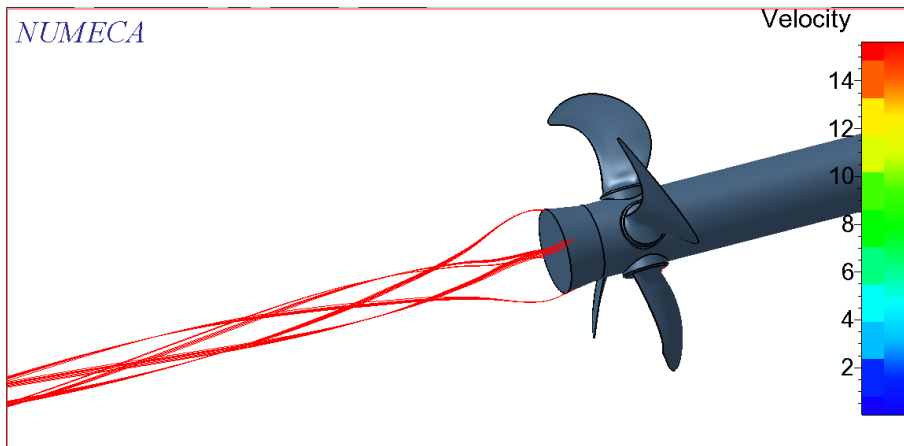
- Torsi



- Simulasi Aliran
Side View



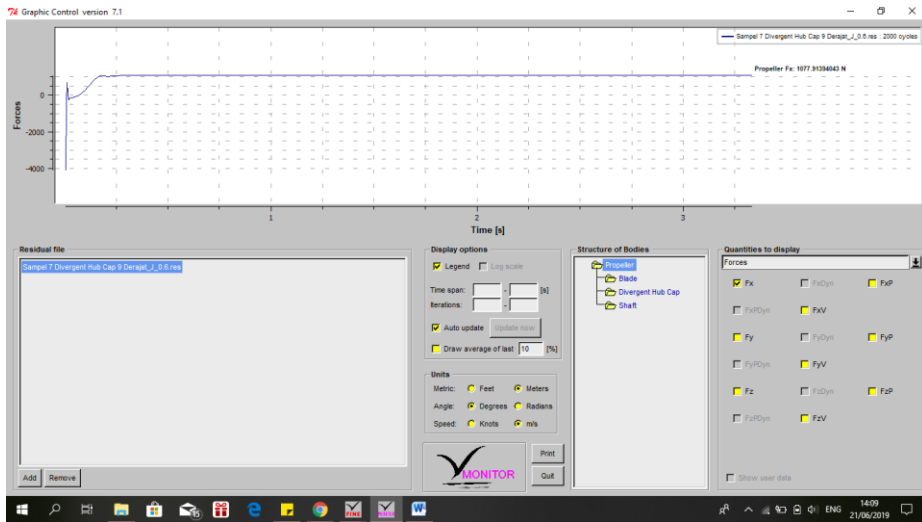
Isometric View



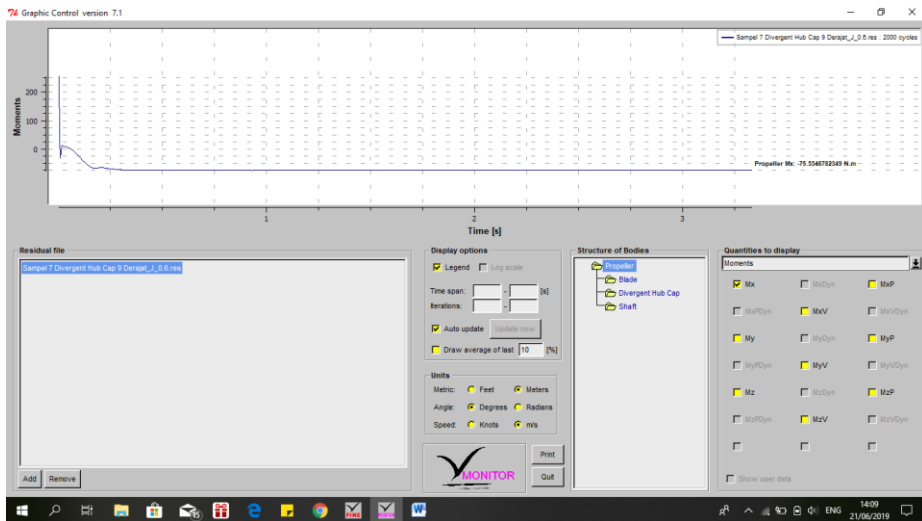
5. Propeller dengan divergent 9 derajat

a. J 0.6

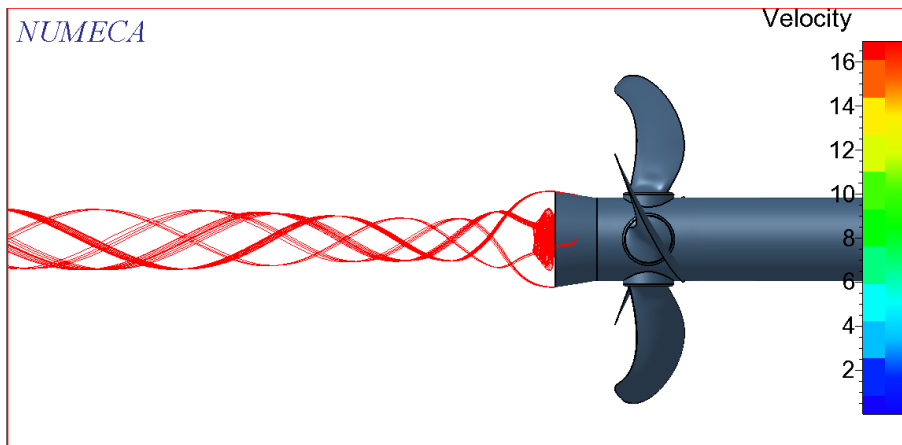
- Thrust



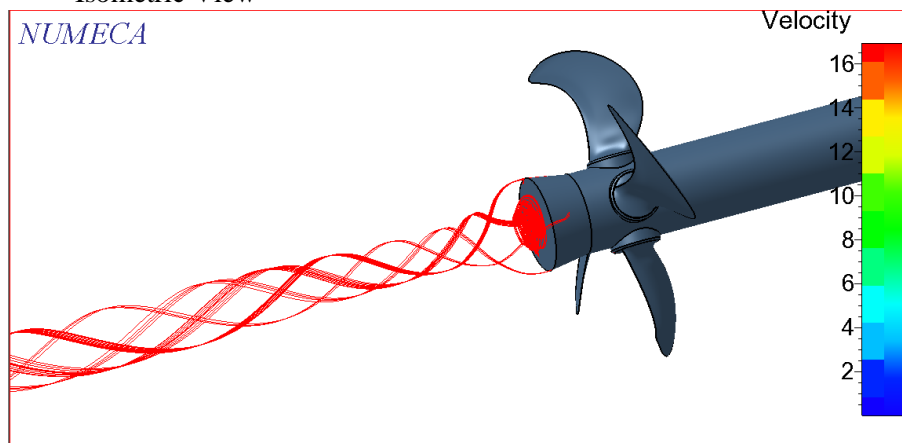
- Torsi



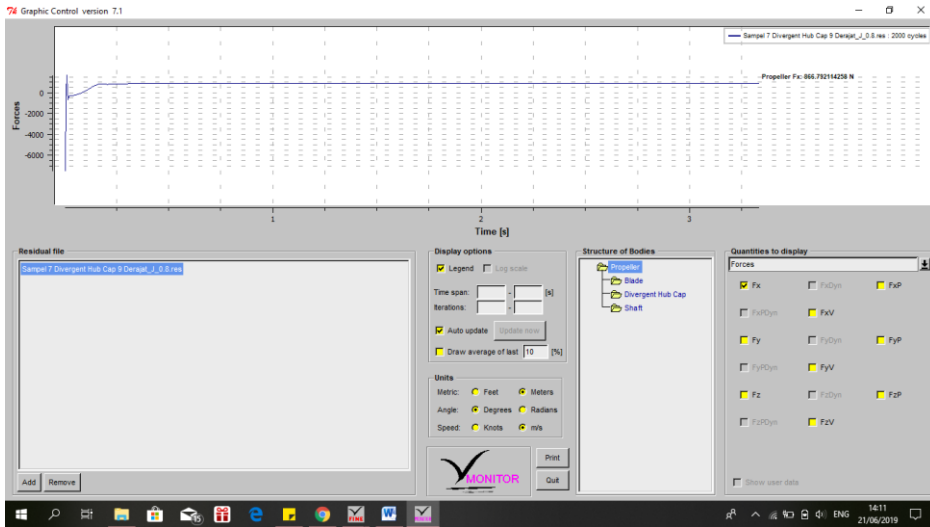
- Simulasi Aliran
Side View



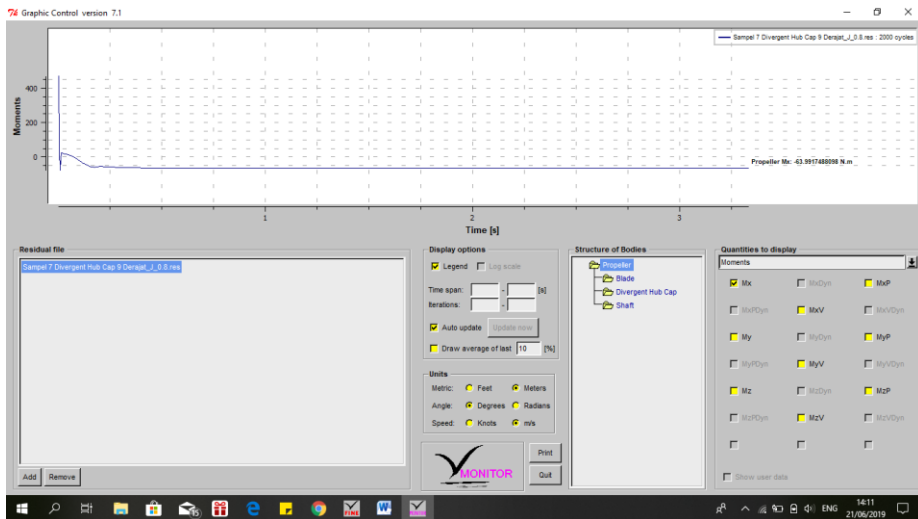
- Isometric View



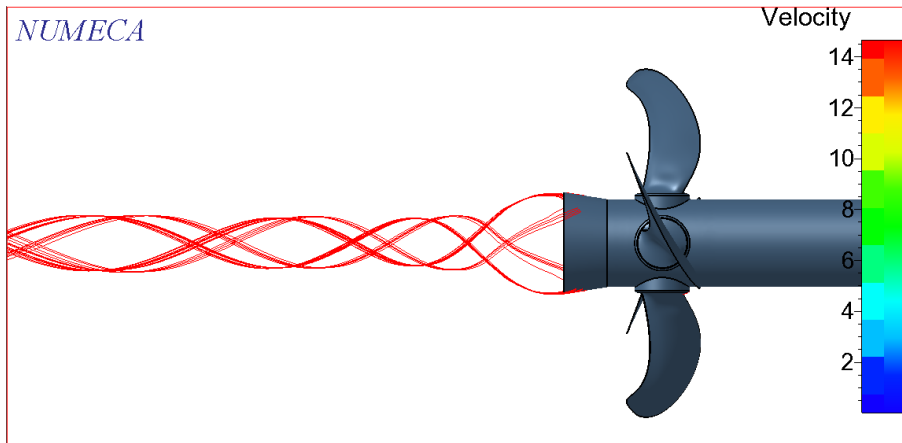
b. J 0.8
- Thrust



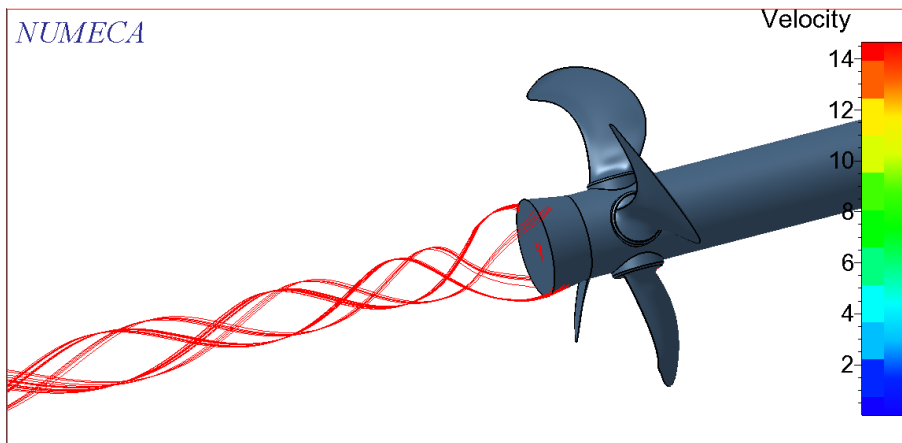
- Torsi



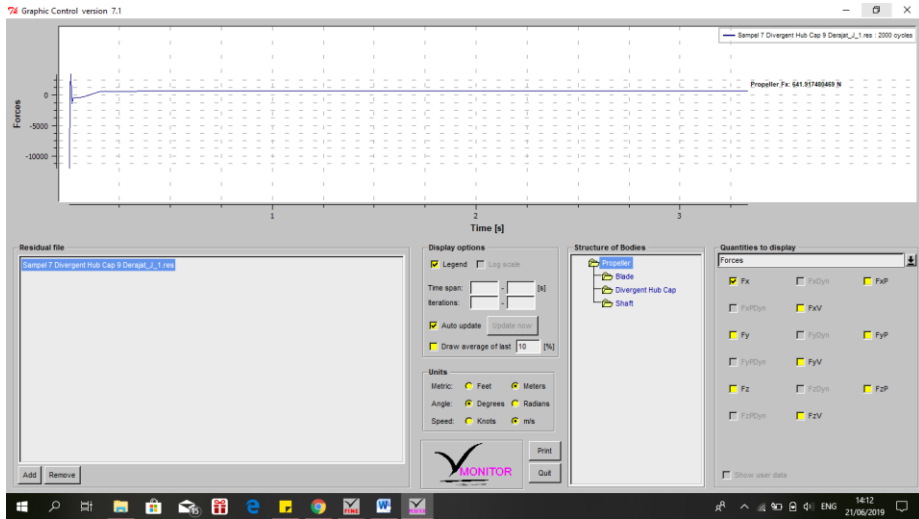
- Simulasi Aliran
Side View



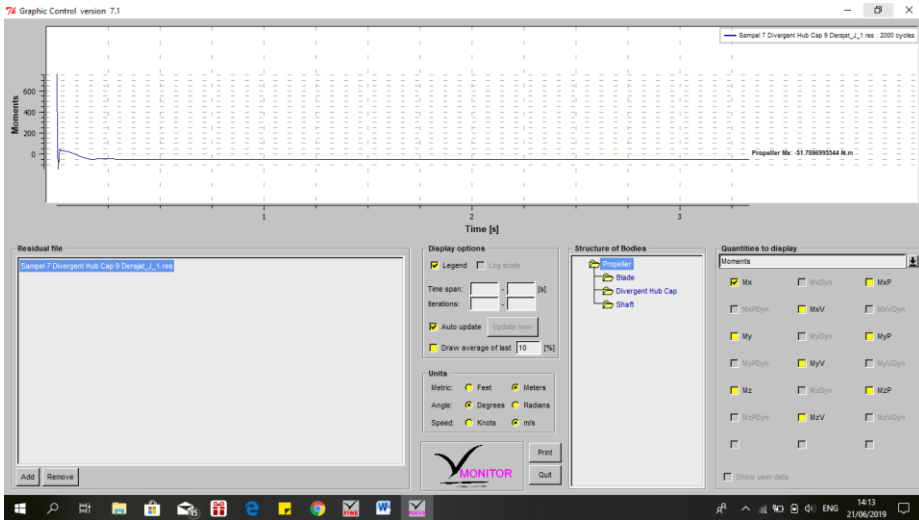
- Isometric View



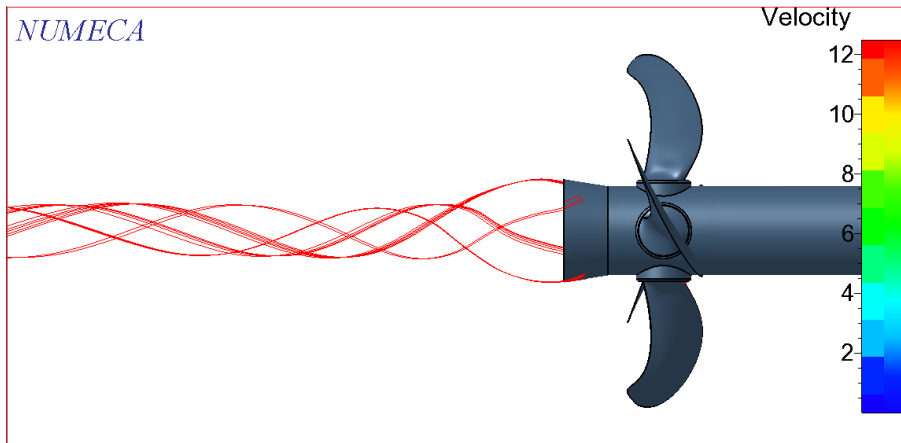
c. J1
- Thrust



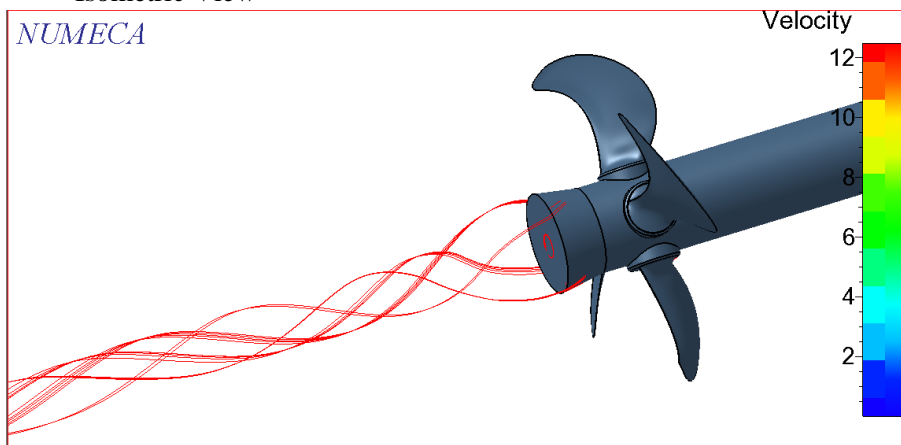
- Torsi



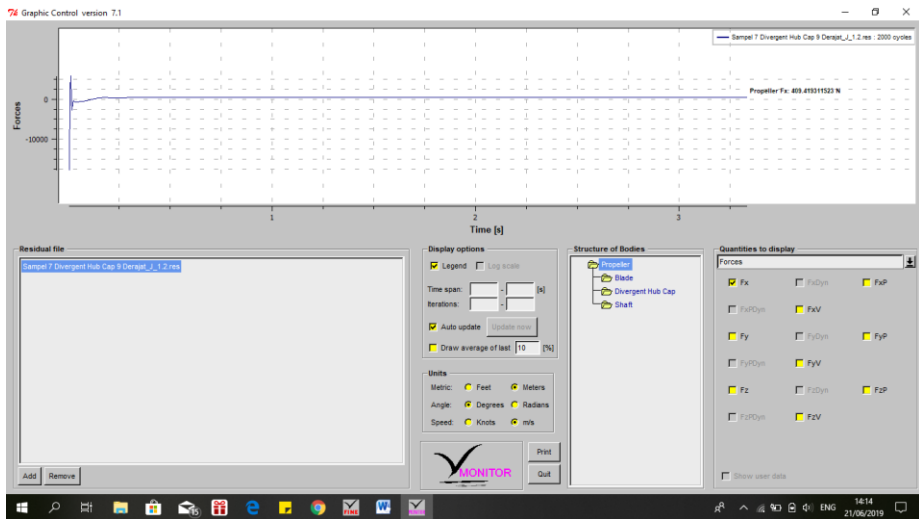
- Simulasi Aliran
Side View



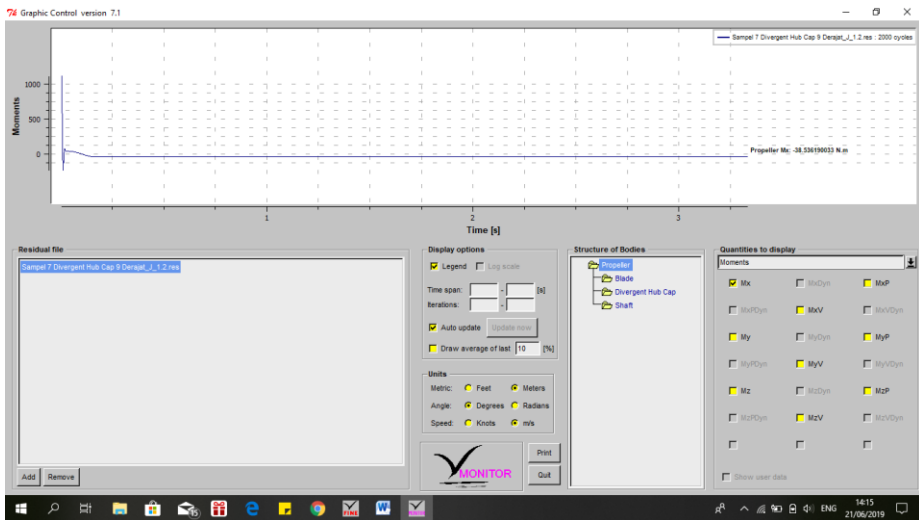
- Isometric View



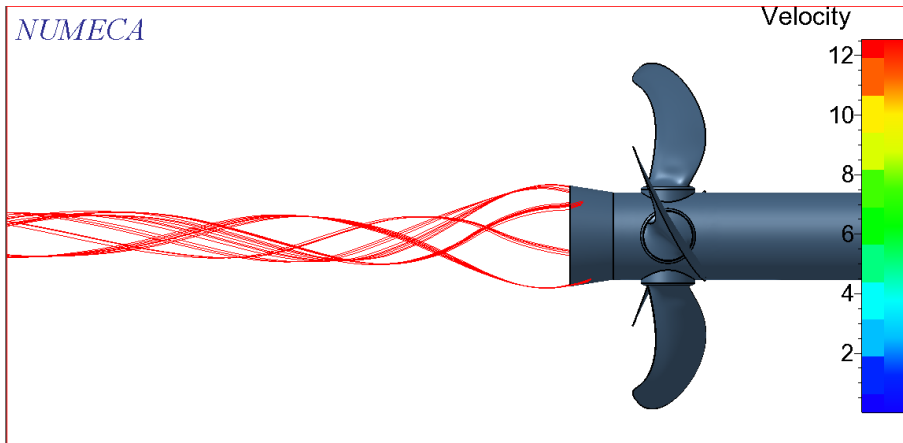
d. J1.2
- Thrust



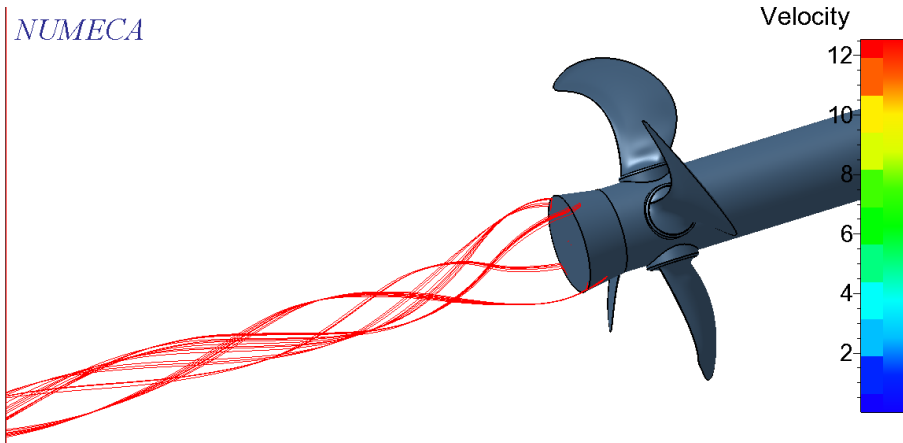
- Torsi



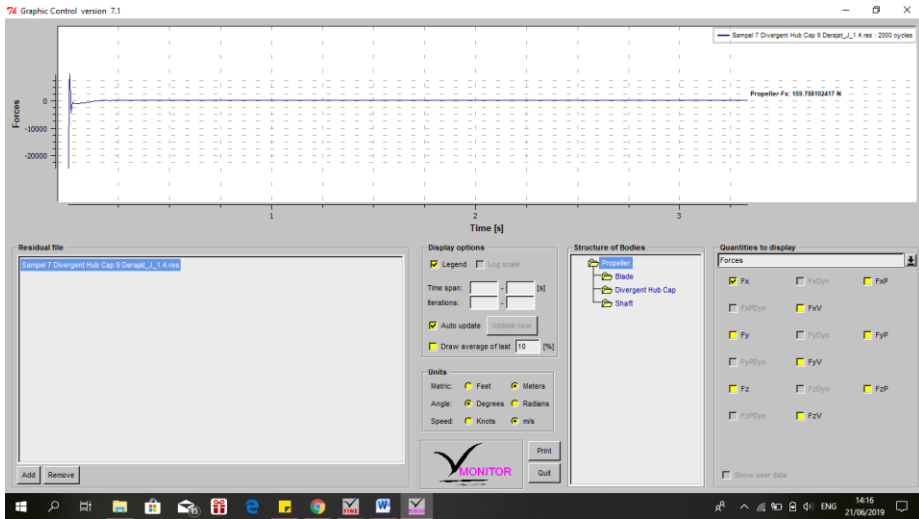
- Simulasi Aliran
Side View



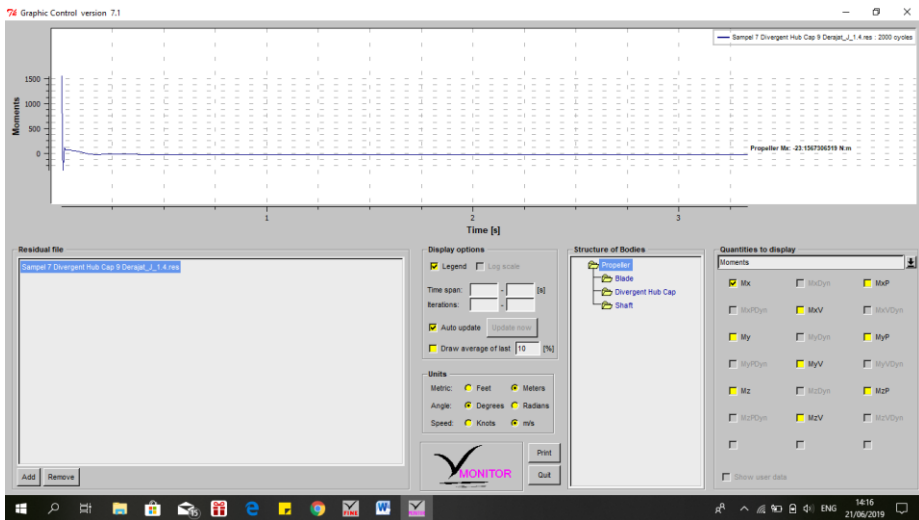
Isometric View



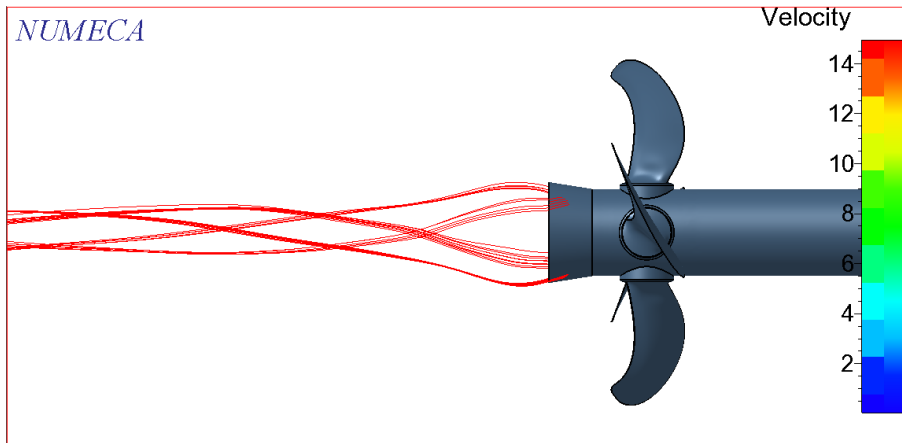
e. J 1.4
- Thrust



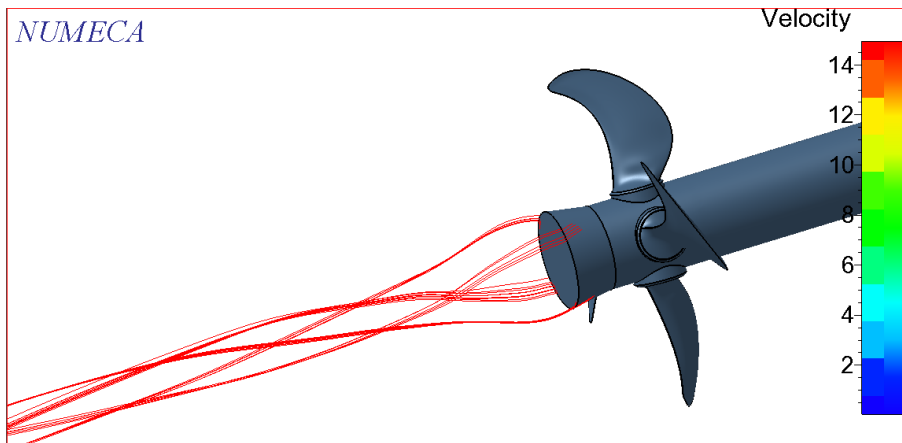
- Torsi



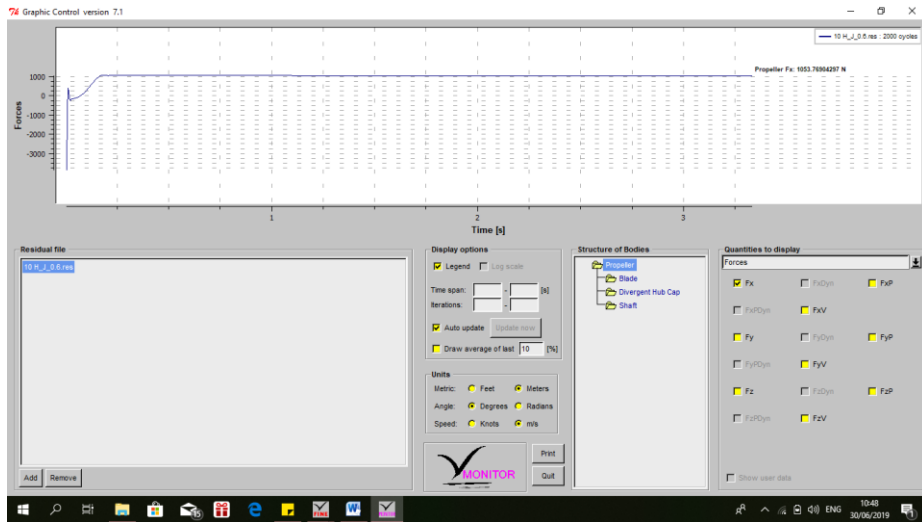
- Simulasi Aliran
Side View



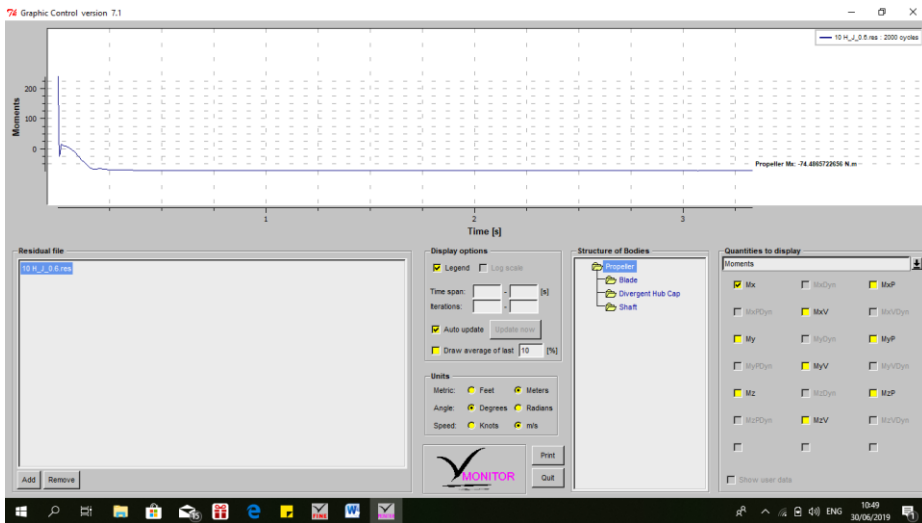
- Isometric View



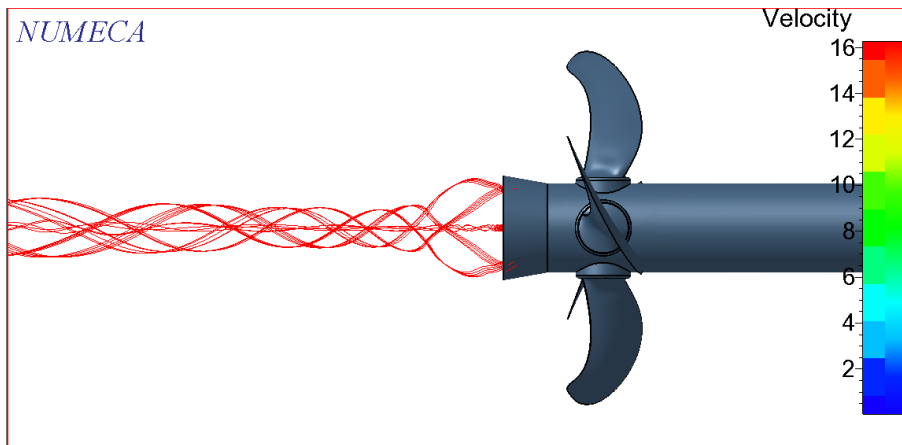
6. Propeller dengan divergent 10 derajat
 a. J 0.6
 - Thrust



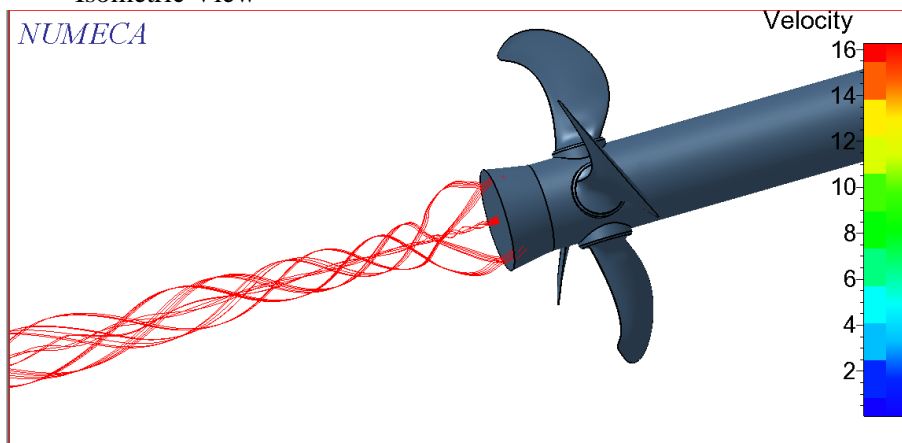
- Torsi



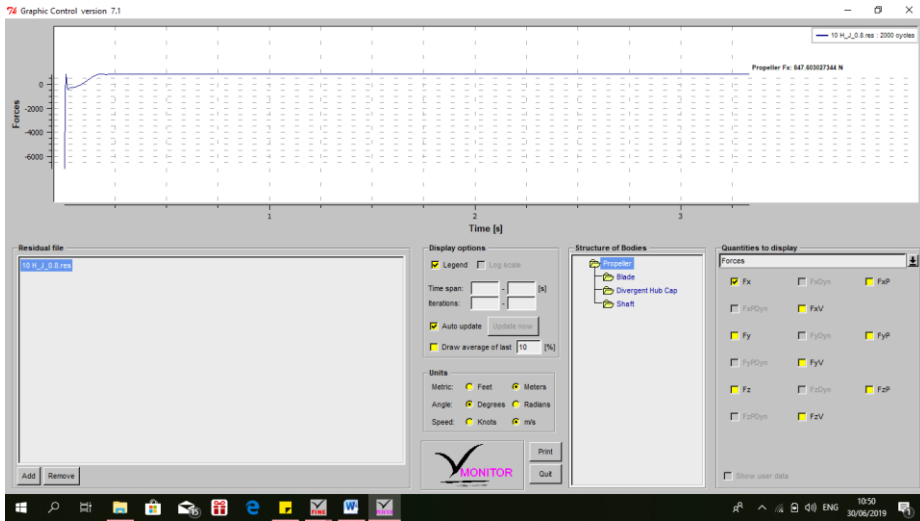
- Simulasi Aliran
Side View



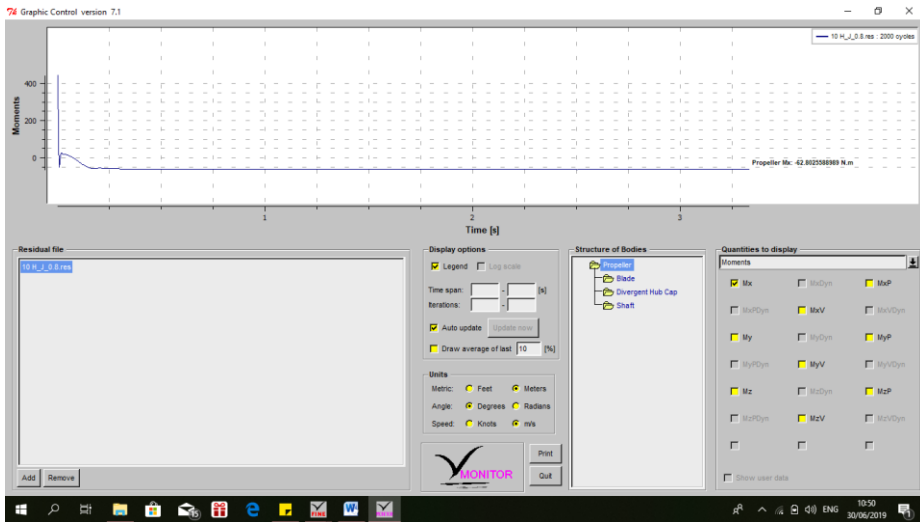
- Isometric View



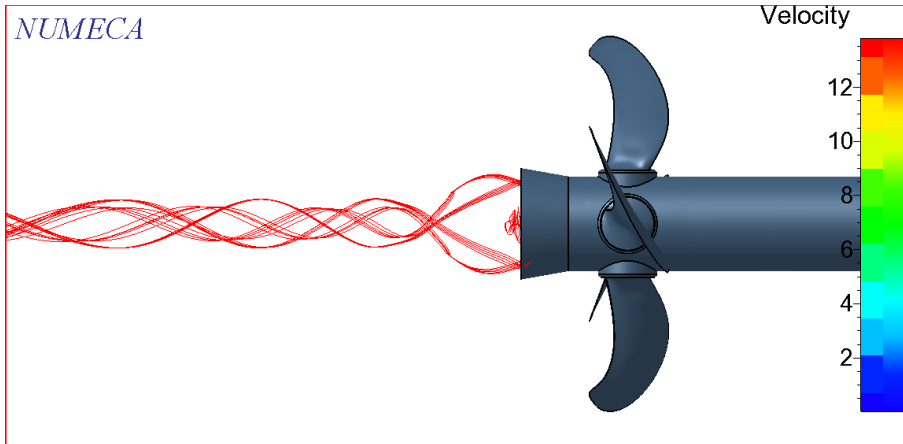
b. J 0.8
- Thrust



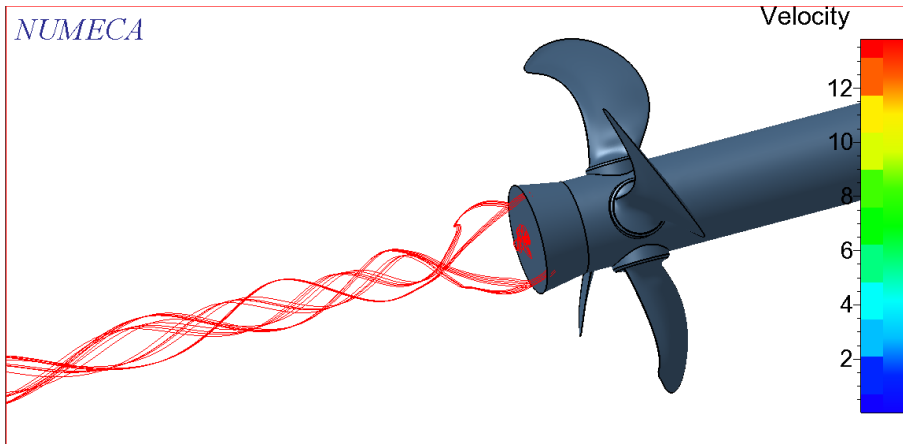
- Torsi



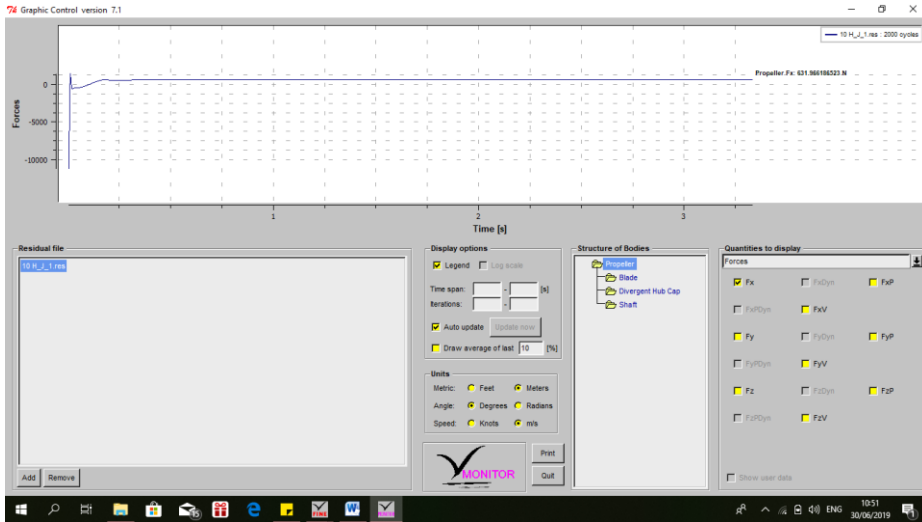
- Simulasi Aliran
Side View



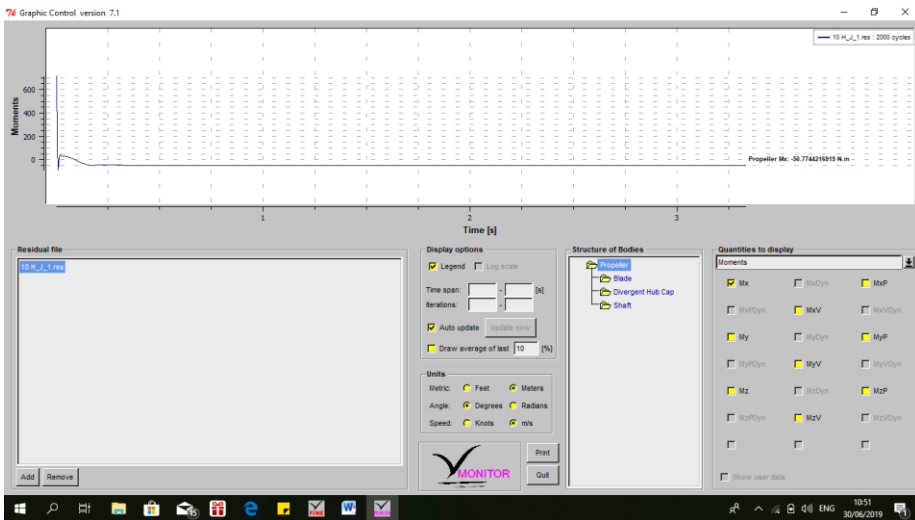
Isometric View



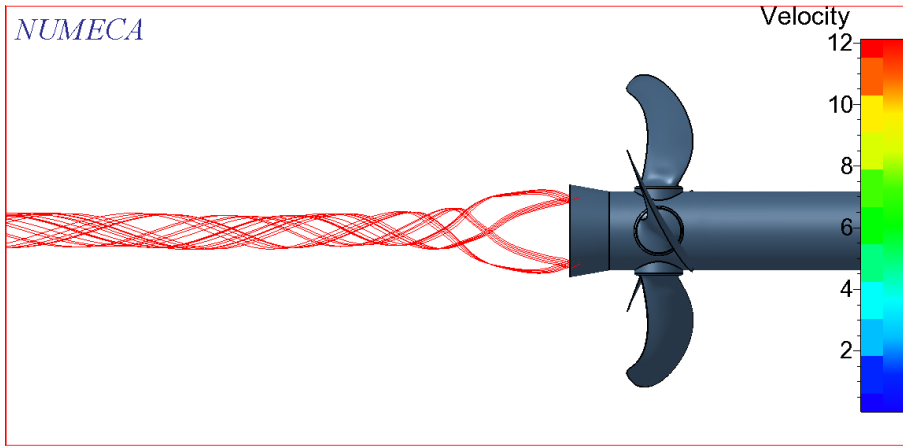
c. J1
- Thrust



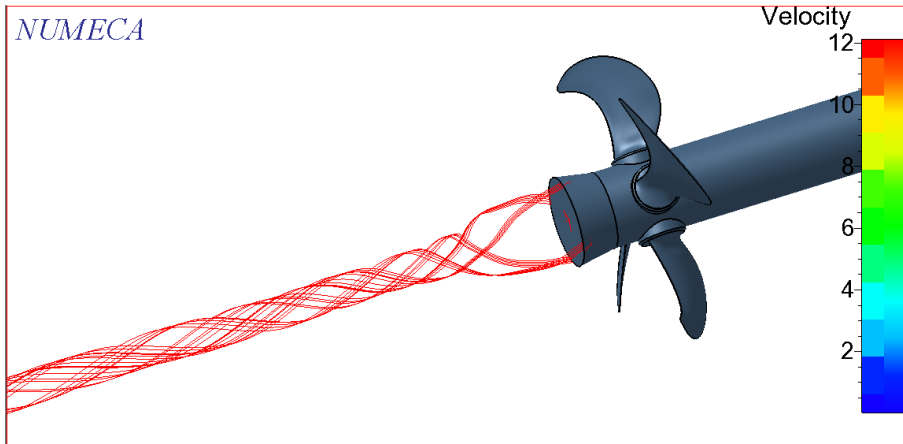
- Torsi



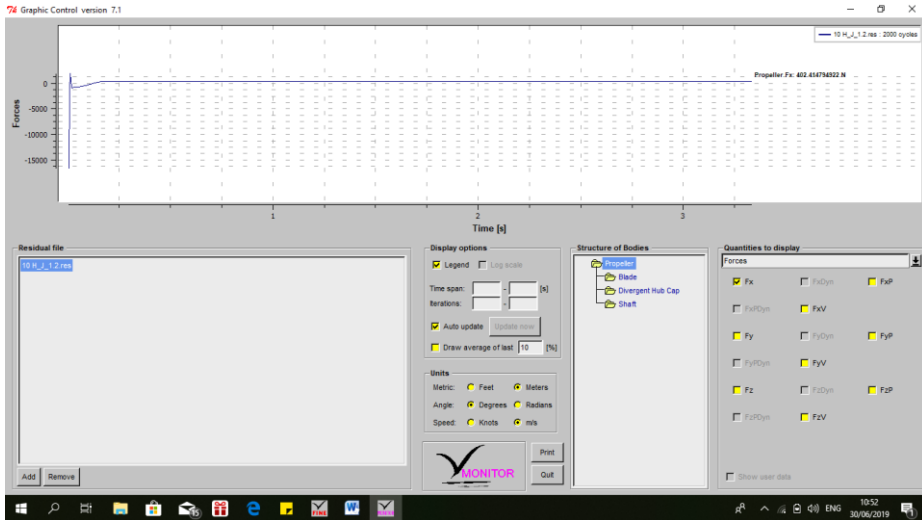
- Simulasi Aliran
Side View



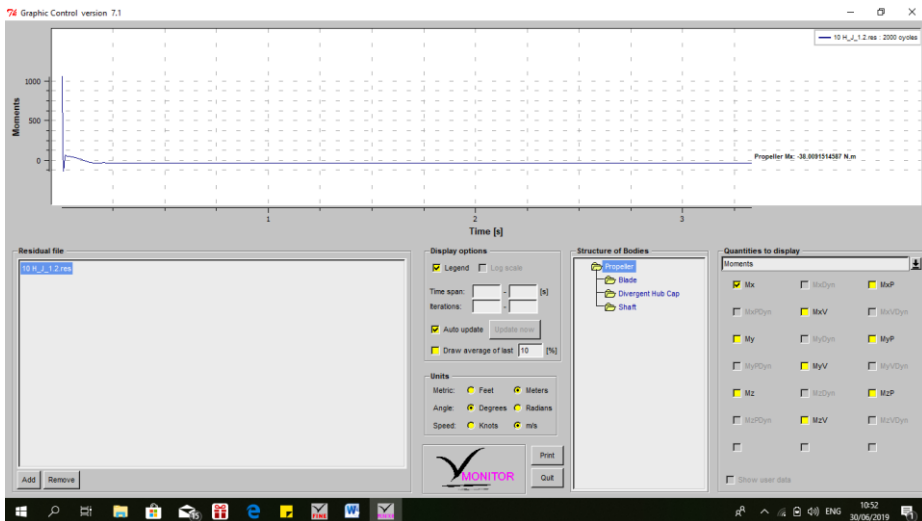
Isometric View



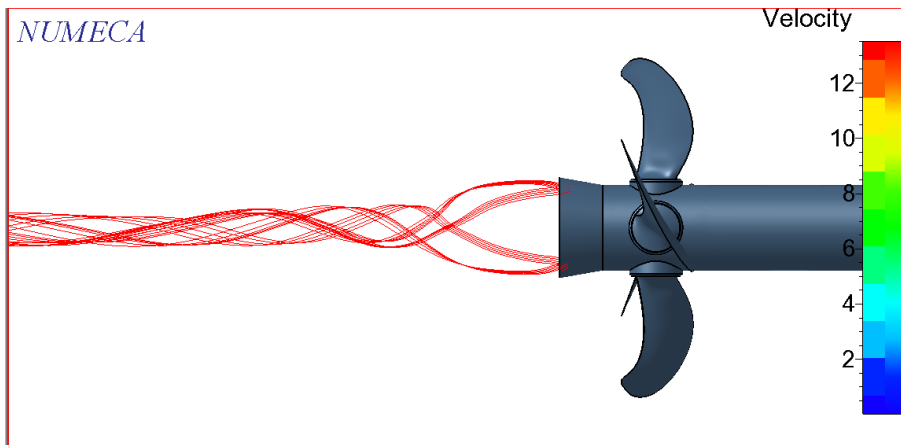
d. J1.2
- Thrust



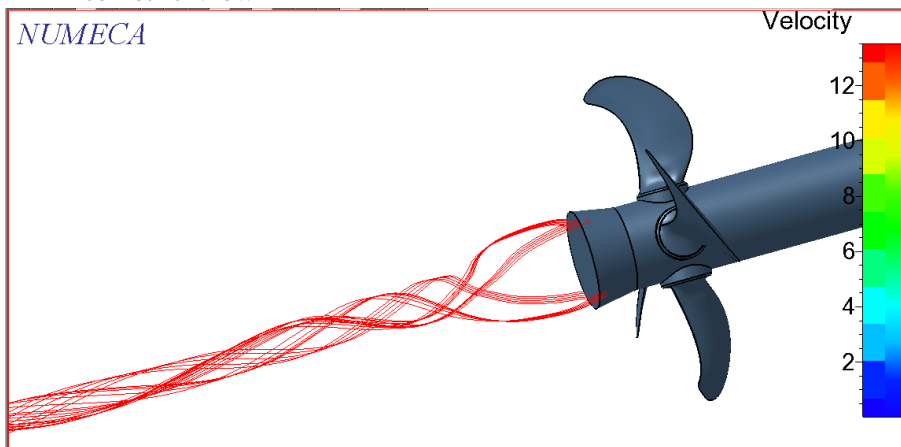
- Torsi



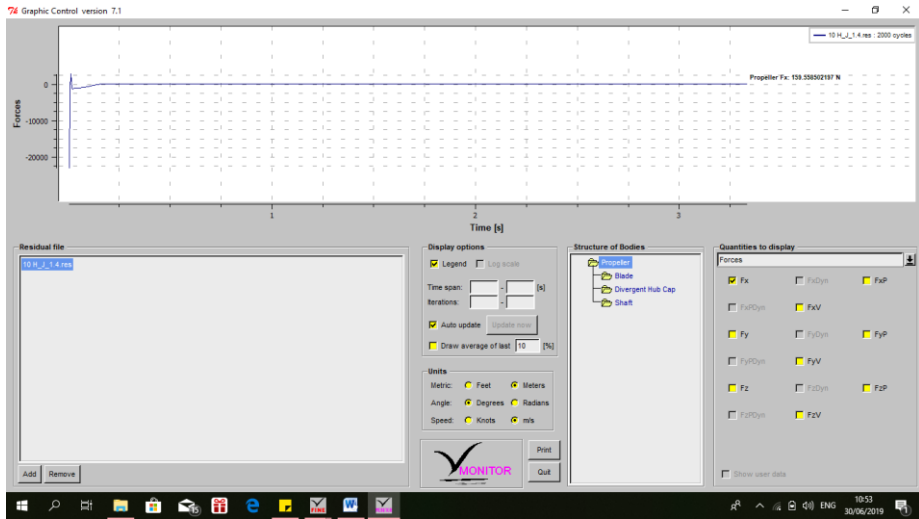
- Simulasi Aliran
Side View



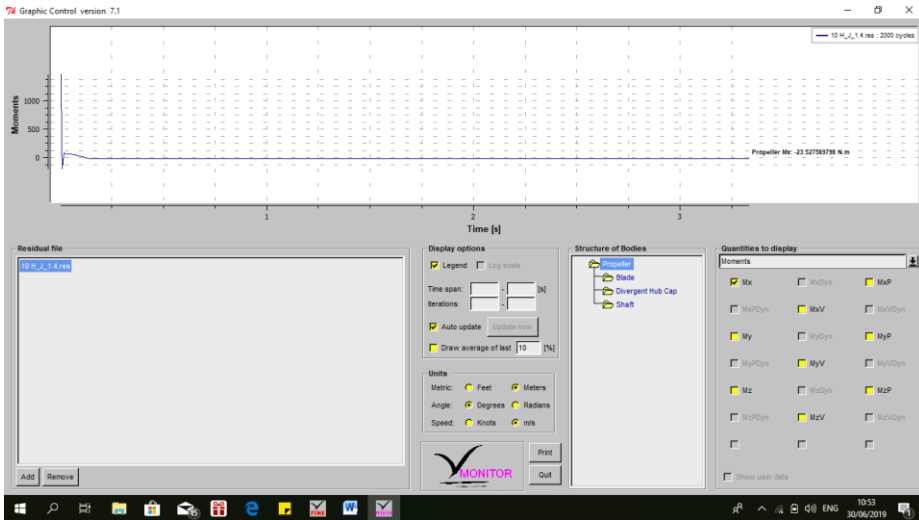
- Isometric View



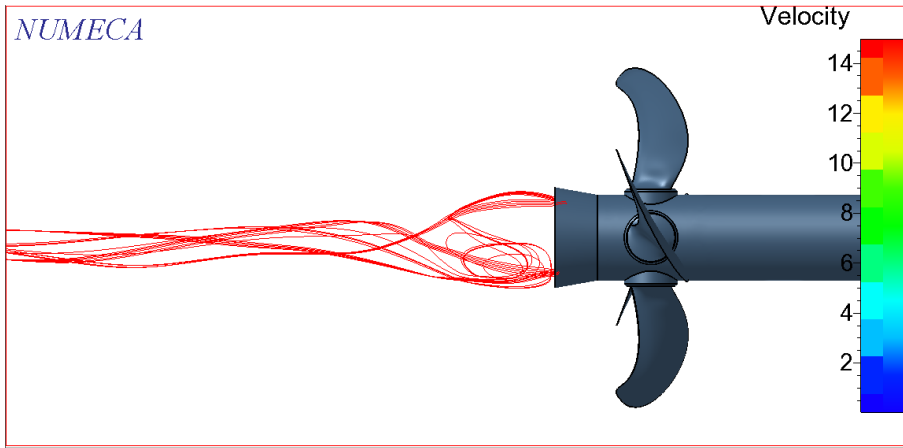
e. J1.4
- Thrust



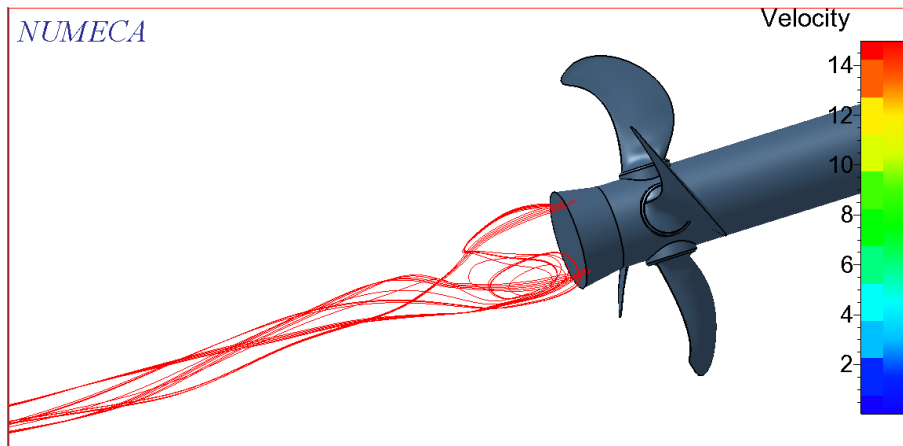
- Torsi



- Simulasi Aliran
Side View



- Isometric View



BIODATA PENULIS



Rainida Vinka Kumala, lahir pada 13 September 1995 di kabupaten Boyolali provinsi Jawa Tengah, sebagai anak terakhir dari Sumardi dan Endang Hartati. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD N 3 Boyolali (2002 – 2008), SMP N 3 Boyolali (2008 – 2011), SMA N 2 Boyolali (2011 – 2014). Setelah melakukan pendidikan forma penulis melanjutkan pendidikan tinggi di D3 Teknik Perkapalan, Falkutas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang (UNDIP). Penulis mengerjakan tugas akhir dengan judul “PERENCANAAN KAPAL TUNDA (TUG BOAT) “TB. KUMALA” 93 BRT BERDASARKAN PERATURAN BKI 2013. Kemudian penulis melanjutkan studi di Depertemen Teknik Sistem Perkapalan, Falkutas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nppember Surabaya (ITS). Pada masa pendidikan di ITS, Penulis mengerjakan tugas akhir berjudul “ANALISA PENGARUH PERUBAHAN DIVERGENT PROPELLER HUB CAP DARI PROPELLER C4-40 DENGAN PENDEKATAN CFD” dibawah bimbingan bapak Ir. Amiadji, M.M., M.Sc. dan bapak Ir. Tony Bambang M, PGD., M.M.T.