# LAPORAN AKHIR

# MAGANG & STUDI INDEPENDEN BERSERTIFIKAT

## Peserta

## Studi Independen

## Di PT Cadfem Simulation Technology Indonesia

Gloria Marstella Aruan

2039211061

Nama Dosen Pendamping Program (DPP):

Nurmiah. ST., M.Sc

**TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

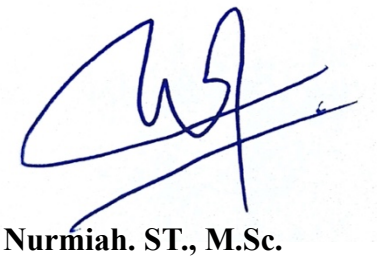
**TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI**
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**
**FAKULTAS VOKASI**
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**Studi Independen Bersertifikat #Bertaji *by* CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) *Learning Track***

**Di PT. Cadfem Simulation Technology Indonesia**

Oleh:
Gloria Marstella Aruan
2039211061
Disetujui dan disahkan sebagai
Laporan Magang & Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kampus Merdeka

Surabaya, 05 Juli 2024
**Dosen Pembimbing Program (DPP)**



**Nurmiah. ST., M.Sc.**

## Kata Pengantar

Puji dan Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kuasa-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan program Studi Independen Bersertifikat #Bertaji *by* CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) *Learning Track* dengan baik. Laporan akhir ini disusun sebagai bagian dari pertanggung jawaban penulis sebagai peserta Studi Independen Bersertifikat #Bertaji *by* CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan sebagai pemenuhan persyaratan akademis. Laporan ini berisikan dokumentasi kegiatan Studi Independen yang sudah diikuti penulis selama lima bulan di PT Cadfem Simulation Technology Indonesia.

Penyusunan laporan akhir ini bukanlah hal yang mudah tetapi berkat dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Terima kasih kepada Para Mentor CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD), Bu Nurmiah. ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Program, dan Orang Tua penulis, keluarga serta kepada teman-teman yang turut berkontribusi dalam program CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan penulisan laporan ini.

Penulis berharap laporan ini dapat memberikan penjelesan dan pemahaman mengenai kegiatan #Bertaji *by* CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) *Batch* 6 dan bermanfaat bagi pembaca yang ingin mengetahui hal tersebut. Kritik dan saran yang bersifat membangun selalu diharapkan demi perbaikan di masa yang mendatang.

Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman kita semua, Terima kasih.

Jakarta, 27 Juni 2024

Penulis

# Daftar Isi

**Kata Pengantar**

**Daftar Isi**

**Daftar lain-lain**

**I. Gambaran Umum**

A. Profil Perusahaan

B. Deskripsi Kegiatan

**II. Aktivitas Bulanan**

**III. Penutup**

A. Kesimpulan

B. Saran

**Referensi**

**Lampiran**

# I. Gambaran Umum

## A. Profil Perusahaan

PT CADFEM Simulation Technology Indonesia merupakan perusahaan multinasional penyedia lisensi & pelatihan Engineering Simulation Ansys. PT CADFEM Simulation Technology Indonesia adalah salah satu pelopor simulasi numerik berdasarkan Finite Element Method (FEM) dan merupakan bagian dari CADFEM International, salah satu pemasok terbesar di Eropa untuk Computer-Aided Engineering (CAE), dengan kantor pusat global di Jerman dan kantor pusat lokal di Singapura, Vietnam, Thailand, Malaysia, Indonesia dan Filipina. PT CADFEM Simulation Technology Indonesia menawarkan pengetahuan dan layanan khusus di bidang simulasi medis, matematika numerik, pengembangan perangkat lunak, pengoptimalan desain, kota digital, dan kembar digital. CADFEM adalah ANSYS Certified Elite Channel Partner.

## B. Deskripsi Kegiatan

| | | |
|---|---|---|
| Posisi | : | Peserta Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track |
| Deskripsi | : | Program ini bertujuan untuk mendalami Engineering Simulation, sebuah pilar penting dalam Industri 4.0. Engineering Simulation digunakan sebagai dasar untuk teknologi lain seperti Artificial Intelligence, Additive Manufacturing, Internet of Things, dan Autonomous Systems. Simulasi ini memungkinkan pengujian virtual melalui platform yang disebut Engineering Simulation. Dalam konteks dinamika fluida, studi ini vital karena fluida hadir di berbagai aspek kehidupan, dari atmosfer hingga sirkulasi darah. Prinsip-prinsip dinamika fluida memungkinkan insinyur merancang berbagai aplikasi, termasuk roket antariksa, pendingin elektronik, dan infrastruktur energi. |

Program pembelajaran *Computational Fluid Dynamics (CFD)* ini terstruktur selama 5 bulan dengan total 20 sks. Ini mencakup pembelajaran asinkronus melalui Learning Management System, termasuk video pembelajaran, bahan bacaan, penyelesaian masalah praktis, dan tugas rumah. Penggunaan perangkat lunak Ansys Cloud Computing atau Ansys Student Version memungkinkan simulasi yang mendalam.Peserta juga berpartisipasi dalam kelas daring secara langsung dengan mentor CFD untuk diskusi dan arahan. Program ini mengarah pada sertifikasi internasional Ansys, memberikan nilai tambah signifikan dalam karier industri. Akhir program, peserta menyusun dan mempresentasikan Proyek Akhir berdasarkan kasus yang dipilih, didampingi oleh mentor ahli dalam Engineering Simulation. Ini memberikan pengalaman empiris yang kuat bagi peserta untuk memasuki dunia industri dengan keterampilan yang diperlukan.

Secara keseluruhan, program ini dirancang untuk membangun fondasi yang kokoh dalam dinamika fluida dan CFD, mempersiapkan peserta untuk menjadi profesional yang kompeten di era Industri 4.0.

Kompetensi yang dikembangkan:

1. *Engineering Mindset*
2. *Renewable Energy*
3. *Fluid Mechanics Theories and Materials*
4. *Theory of Fluids*
5. *Fluid Kinematics*
6. *Governing Equations of Fluids*
7. *Dimensional Analysis and Similarity*
8. *Simple Approximation of Fluid Flows*

9. *Viscous Flows and Turbulence Modelling*
10. *Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation*
11. *Geometry Pre-Processing and Meshing Process*
12. *Problem Solving*
13. *Team Work*
14. *Creative thinking*

Pada kegiatan ini, dilakukan pembelajaran *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yang dimulai dari mempelajari teori-teori dasar dari mekanika fluida yang nantinya diterapkan dalam proses simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD).* Setelah mempelajari teori-teori dasar mekanika fluida maka hal selanjutnya yang dipelajari adalah mempelajari pengaplikasian teori tersebut dan melakukannya secara langsung dalam bentuk simulasi menggunakan *software* Ansys Fluent Student Version. Setiap menyelesaikan satu bagian teori dasar maka setelah itu penerapan teori tersebut langsung dilakukan melalui simulasi seperti yang dijelaskan diatas. Setelah mempelajari semua teori dan tahapan simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* maka dilakukanlah penerapan semua yang sudah dipelajari dalam bentuk *final project* yang disebut juga dengan *Capstone Project* yang dikerjakan secara berkelompok. Saya bergabung dalam kelompok 61 dengan *Capstone Project* bertemakan *Low-Pressure Steam Turbine. Capstone Project* ini dikerjakan selama kurang lebih satu bulan dan dikumpulkan pada 21 Juni 2024 pukul 08.00 WIB. *Capstone Project* kelompok saya termasuk ke 20 *Capstone Project* terbaik. Selain itu juga ada *Certification Exam* yang dilakukan oleh setiap peserta.

## II.Aktivitas Bulanan

### a. Kegiatan Bulanan

Berikut ini merupakan rincian aktivitas bulanan yang dilakukan selama mengikuti kegiatan Studi Independen Bersertifikat #Bertaji *by* CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) *Batch* 6 selama kurang lebih lima bulan, mulai dari 16 Februari 2024 sampai 30 Juni 2024.

| Bulan | Kegiatan |
|---|---|
| 1 | Pada bulan pertama pelaksanaan program Studi Independen ini, saya telah melakukan beberapa kegiatan dengan rincian sebagai berikut. Pada minggu pertama program ini saya mengikuti kegiatan sesi singkronus yang dimana pada kegiatan ini dilakukan pemberian materi oleh para mentor. Dalam menyampaikan materi, para mentor menjelaskan materi dengan baik dan mudah untuk dipahami. Para mentor sangat menguasai materi yang diberikan, hal ini terlihat dari para mentor yang dapat memberikan jawaban yang menjawab semua pertanyaan yang diberikan oleh peserta. Selama sesi singkronus ini saya mendapatkan materi yang bagus dan menambah dan memperdalam pengetahuan saya mengenai Basic Teori dari Fluid Dynamics. Minggu pertama ditutup dengan pemberian tugas pertama yaitu membuat rangkuman mengenai materi yang sudah diberikan. Pengumpulan tugas ini dilakukan pada Jumat, 08 Maret 2024 dan dikumpulkan melalui Google Classroom. Tugas ini sangat membantu saya dalam mengingat dan mempelajari kembali materi yang telah diberikan pada hari sebelumnya.<br>Pada minggu kedua, dilakukan sesi mentoring yang diisi dengan sesi tanya-jawab dan diskusi antara mentor dan peserta mengenai materi dan penugasan. Sesi mentoring ini sangat membantu |

| | |
|---|---|
| | ketika terdapat pertanyaan yang perlu ditanyakan mengenai materi. Para Mentor juga memberikan sumber-sumber pembelajaran yang dapat dijadikan refrensi untuk pembelajaran. Pada Minggu ketiga diberikan penugasan simulasi pertama dan akan dikumpulkan pada Minggu, 17 Maret 2024.<br>Pada Sabtu, 09 Maret 2024 saya melakukan zoom meeting pertama dengan Dosen DPP saya yaitu Bu Nurmiah. Pada pertemuan ini, Bu Nurmiah menanyakan para peserta satu persatu mengenai kendala selama kegiatan, hal yang telah didapatkan selama program berjalan, perkembangan proses konversi sks dengan kampus masing-masing, dan tentang pengisian logbook. Untuk saya sendiri, pada bulan pertama ini saya belum menemukan kendala baik dalam proses pembelajaran maupun proses konversi sks dengan kampus saya. Kendala saya hanya pada pengisian logbook dan hal tersebut sudah saya sampaikan kepada Bu Nurmiah dan beliau memberikan solusi dan membantu saya menyelesaikan permasalahan tersebut. |
| 2 | Aktivitas Mentoring yang dilakukan oleh Mentor dari pihak CADFEM Ansys sangatlah baik. Setiap sesi mentoring para peserta bebas menyampaikan pendapat dan pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang dibawakan oleh para Mentor. Proses mentoring berjalan dengan semakin baik karena didukung oleh kemampuan, pengetahuan serta pengalaman dari para Mentor yang sangat luar biasa dan tentunya mendukung dalam proses pembelajaran. Begitu juga dengan Dosen DPP, saya sendiri merasa bahwa Dosen DPP saya sangatlah kooperatif, aktif, dan peduli dengan para peserta. Setiap minggunya pada hari Jumat atau Sabtu, Dosen DPP saya akan melakukan meeting dengan para peserta dengan menggukana platform Zoom Meeting. Pada sesi meeting ini, Dosen DPP saya akan |

| | |
|---|---|
| | menanyakan para peserta secara satu-persatu mengenai progress dan kendala apa yang sekiranya ditemukan oleh para peserta baik kendala dalam proses belajar maupun mengenai hal tekniks. Sebagai contoh, beberapa peserta mengalami kendala mengenai wakru pelaksanaan sesi mentoring dan hal ini disampaikan kepada Dosen DPP pada sesi meeting mingguan. Dosen DPP melaporkan kendala ini kepada pihak Mentor CADFEM dan masalah ini dapat diatasi dengan cepat dengan dilaksanakannya dua sesi mentoring pada 10.00 WIB dan 15.00 WIB. Sehingga, peserta dapat memilih sesuai dengan jadwal yang sesuai.<br>Pada Bukan kedua ini saya melakukan bebepa kegiatan, yaitu pada Minggu pertama bulan ini saya mendapatkan Simulation Assigment 1 dengan topic Theory of Fluids. Selain diberikan tugas, saya juga mengikuti sesi Mentoring. Pada penugasan pertama ini saya memilih untuk melakukan simulasi mengenai Falling Sphere Viscometer dan untuk progress tugas ini sudah selesai dan sudah dikumpulan pada 8 April 2024.<br>Pada Minggu kedua, saya mendapatkan Simulation Assigment 2 dengan Topic Fluid Kinematics. Saya juga mengikuti sesi mentoring mengenai tugas ini dan saya memutuskan untuk mengambil tugas simulasi mengenai Cyclone Seperator. Progress penugasan ini sudah seratus persen selesai dan sudah dikumpulkan pada 12 April 2024.<br>Pada Minggu ketiga, saya juga mendapatkan Simulation Assigment 3 dengan topic Governing Equations of Fluids. Saya juga mengikuti sesi mentoring untuk penugasan ini. Tugas simulasi yang saya lakukan mengenai Incompressible Flow Through a Converging Nozzle. Progress penugasa ini sudah selesai dan dikumpulkan pada 12 April 2024. |

| | |
|---|---|
| | Pada Minggu keempat, saya juga mendapatkan Simulation Assigment 4 dengan topic Dimensional Analysis and Similarity. Pada minggu ini saya juga mengikuti sesi mentoring untuk penugasan ini dan tugas simulasi yang saya lakukan mengenai Flying on Earth - Simulation. Progress penugasan ini sudah selesai dan sudah dikumpulkan pada 12 April 2024.<br>Selama bulan kedua ini, kegiatan dan pengerjaan penugasa yang diberikan dapat saya lakukan dengan baik. Untuk kendala yang saya temukan tidaklah terlalu besar sehingga tidak menggangu proses pelaksanaan kegiatan. Kendala saya hanya pada waktu pelaksaan sesi mentoring dan hal tersebut sudah diatasi dengan baik oleh para mentor seperti yang sudah saya jelaskan tadi.<br>Setelelah melakukan dan menyelesaikan tugas simulasi CFD sebanyak empat tugas, sekarang saya sudah cukup familiar dengan Software Ansys Fluent dan menurut saya kedepannya jika ada penugasan simulasi saya akan dapat melakukannya dengan lebih baik dari sebelumnya. Hal ini sangatlah membantu saya dalam persiapan untuk Capstone Project dengan kelompok saya. Kelompok saya sudah memutuskan Topic untuk Capstone Project kami yaitu Steam Turbine in Geothermal Power Plant. |
| 3 | Pada program Studi Independen Bulan Ketiga ini, saya melakukan kegiatan mentoring dan persiapan untuk Certification Exam dan Final Project yaitu Capstone Project. Mentor CADFEM memberikan materi sebagai bentuk persiapan dan pemantapan untuk Certification Exam dan hal ini sangat membantu saya untuk lebih mengerti hal-hal yang perlu saya persiapkan baik dalam hal pendalaman materi maupun teknis ujian. Koordinasi dengan Dosen DPP mengenai progress program ini juga terjalin dengan baik. Setiap hari Sabtu di setiap minggunya, Dosen DPP saya mengadakan zoom meeting untuk mengetahui progress dan pada |

| | |
|---|---|
| | sesi ini juga jika ada kendala saya langsung menyampaikannya dan sejauh ini Dosen DPP sangat membantu.<br>Pada bulan ketiga ini diisi juga dengan pengerjaan simulation assignments lima dan enam. Penugasan simulasi yang diberikan ini sangatlah membantu saya untuk lebih mendalami pengetahuan mengenai simulasi CFD. Dalam proses pengerjaannya pun, saya dapat mengerjakannya dengan baik dan lancar karena sudah memiliki pengetahuan dari pengalaman pengerjaan tugas-tugas sebelumnya. Tugas kelima bertopik Simple Approximation s of Fluid Flows, dan untuk materi simulasi yang saya ambil yaitu mengenai Unsteady Flow Over a Cylinder. Sedangkan untuk tugas simulasi keenam ini, bertopik Viscous Laminar Flow, dan simulasi yang saya lakukan adalah mengenai Flow Over a 2D Sedan Car Shape Simulation. Kedua tugas saya tersebut sudah selesai dan dikumpulkan di google classroom yang sudah disediakan.<br>Selama bulan ketiga ini, saya tidak menemukan kendala dalam mengikuti program ini. Hal ini karena koordinasi dan bantuan yang diberikan oleh para Mentor dan Dosen DPP sangat baik dan membantu. Kompetensi CFD saya sudah sangat berkembang dari sebelum mengikuti program ini mengingat sebelumnya saya kurang familiar dengan CFD. Setelah mengikuti program ini selama tiga bulan, saya sudah dapat melakukan simulasi CFD dengan baik. Kedepannya saya akan belajar lebih dalam lagi dan melakukan banyak latihan simulasi dengan harapan saya akan lulus dalam ujian sertifikasi. |
| 4 | Kegiatan mentoring dan kordinasi dengan Mentor dan DPP pada bulan keempat ini berjalan dengan sangat baik. Aktivitas mentoring dan koordinasi dengan dosen DPP pada bulan ini berjalan dengan baik dan membahas seputar pengerjaan final project dan pengumpulan KRS. Aktivitas mentoring dengan |

| | |
|---|---|
| | Mentor mengenai progress pengerjaan final project yaitu capstone project berlangsung dengan sangat baik dan pelaksanaanya berjalan secara effektif dan sangat membantu kelompok saya dalam mengerjakan capstone project. Capstone project yang dikerjakan oleh kelompok saya berhubungan dengan low-pressure steam turbin dan penggunaanya dalam geothermal power plan. Selain mentoring mengenai pengerjaan capstone project, pada bulan ini juga dilakukan kegiatan mentoring untuk certification exam dan sesi mentoring ini sangatlah effektif. Pada bulan ini saya sudah mengikuti certification exam dan melakukan pengerjaan capstone project bersama kelompok saya. Pada proses pengerjaan certification exam saya mendapatkan kendala pada pengerjaan simulasi tetapi mentor dan teman sekelompok saya memberikan bantuan sehingga saya dapat menyelesaikan simulation exam dengan baik. Selain itu, pada pengerjaan capstone project kelompok saya mengalami kendala dalam pengerjaan mesh tetapi setelah berkonsultasi dengan mentor, akhirnya kendala ini dapat diatasi dengan mengurangi kompleksitas mesh yang kami buat karena software ansys student yang kami miliki tidak memiliki fiture yang cukup jika menggunakan mesh yang sebelumnya. Melalui pengerjaan certification exam dan capstone project yang saya lakukan bukan ini kemampuan simulasi dan pengetahuan theoy saya semakin berkembang. Tidak hanya itu, melalu pengerjaan capstone project dengan kelompok saya, soft-skill seperti communication skill dan team work juga berkembang. |
| 5 | Kegiatan mentoring dan kordinasi dengan Mentor dan DPP pada bulan kelima ini berjalan dengan sangat baik. Aktivitas mentoring dan koordinasi dengan dosen DPP pada bulan ini berjalan dengan baik dan membahas seputar pengerjaan final project dan pengisisan survay akhir kegiatan msib. Aktivitas mentoring dengan Mentor |

| | |
|---|---|
| | mengenai progress pengerjaan final project yaitu capstone project berlangsung dengan sangat baik dan pelaksanaanya berjalan secara effektif dan sangat membantu kelompok saya dalam mengerjakan capstone project. Capstone project yang dikerjakan oleh kelompok saya berhubungan dengan low-pressure steam turbin dan penggunaanya dalam geothermal power plan. Selain itu, pada pengerjaan capstone project kelompok saya melakukan sesi mentoring offline di kantor PT Cadfem Simulation Technology Indonesia dengan diwakilkan oleh salah satu anggota kelompok saya yang berdomisi di Jakarta. Sesi mentoring dengan mentor ini sangat membantu proses pengerjaan Capstone project kami. Pada capstone project ini kami melakukan simulasi CFD dengan variasi tekanan dengan cara memvariasikan kecepatan inlet dari low-pressure steam turbin. Setelah melakukan simulasi dan analisis hasil simulasi kami menyusun sebuah laporan yang berisikan hasil dari simulasi dan analisis yang kami lakukan. Dalam prose pengerjaan capstone project ini, kami memang menemukan kendala tapi dengan adanya bantuan dari para metor dan kerjasama satu kelompok yang baik, pada akhirnya capstone project kelompok saya dalam terselesaikan dengan baik dan dikumpulkan tepat waktu. Selain itu, project kelompok kami juga terpilih menjadi 20 project terbaik dan itu merupakan hal yang patut untuk disyukuri. Setelah melakukan pengerjaan capstone project ini, kemampuan simulasi CFD dan pengetahuan saya akan teori- teori pendukungnya semakin berkembang. Selain itu, melalu pengerjaan capstone project dengan kelompok saya, soft-skill seperti communication skill, interpersonal skill dan team work saya berkembang menjadi lebih baik. |

**b. *Capstone Project***

*Capstone project* adalah *final project* yang diberikan oleh Mentor Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track kepada seluruh peserta. *Capstone Project* ini dikerjakan secara berkelompok dan mengangkat tema *renewable energy.* Maka dari itu, saya bergabung dengan kelompok 61 dan membahas tentang *low-pressure steam turbine* pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (*Geothermal)*.

***1) Project Description***

Panas bumi berasal dari dua kata yaitu *geo* yang berarti bumi dan *thermal* yang berarti panas, jadi secara umum *geothermal* dapat diartikan sebagai sumber energi yang berasal dari panas alamiah di dalam bumi. Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki sumber energi panas bumi (*geothermal*) terbesar di dunia. Hal ini disebabkan letak geografis Indonesia yang berada berada pada kerangka tektonik dunia. Menurut data Badan Geologi Kementerian ESDM tahun 2018 telah ditemukan sebanyak 342 lokasi sumber daya panas bumi yang tersebar di 8 (delapan) kepulauan besar. Indonesia sendiri sudah mulai memanfaatkan energi panas bumi secara langsung maupun panas bumi tidak langsung. Contoh dari pemanfaatan energi panas bumi secara langsung yaitu sebagai pemanasan kolam renang, pengeringan hasil pertanian, pembuatan gula aren, budidaya jamur, greenhouse heating dan lain-lain. Untuk pemanfaatan energi panas bumi secara tidak langsung dimanfaatkan sebagai energi listrik yang dihasilkan dari gerak turbin yang digerakkan oleh panas bumi atau yang sering kita dengar sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Melihat potensi tenaga panas bumi yang besar di Indonesia saat ini menjadikan pembangunan PLTP sebagai salah satu prioritas nasional di bidang energi. Beberapa contoh PLTP yang telah beroperasi di Indonesia yaitu; PLTP Sibayak, PLTP Sarulla, PLTP Ulubelu, PLTP Salak, PLTP Wayang Windu, PLTP Patuha, PLTP Kamojang, PLTP Darajat, PLTP Dieng, PLTP Karaha, PLTP Mataloko, PLTP Ulumbu, dan PLTP Lahendong.

Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, sumber daya energi panas bumi di Indonesia diperkirakan berpotensi mencapai sekitar 28,5 Giga Watt electrical (GWe) yang terdiri dari resources 11.073 MW dan

reserves 17.453 MW. Kapasitas pembangkit listrik secara nasional yang pada akhir 2016 memproduksi listrik 59,6 Gigawatt (GWe) atau 59.600 MWe. Maka, jika potensi tersebut digunakan semua sebagai pembangkit listrik, maka menambah kapasitas 18% dari total produksi listrik saat ini. Meskipun potensi ini sangat besar tetapi realisasi pemanfaatannya masih belum maksimal. Langkah awal pemaksimalan potensi ini dilakukan dengan mempelajari mekanisme pemanfaatannya. Salah satu komponen atau alat yang digunakan dalam mekanisme pemanfaatan panas bumi sebagai sumber energi adalah *low pressure steam turbine.* Sebagai mahasiswa dan bentuk penerapan pengetahuan yang sudah didapatkan dari program Studi Independen #Bertaji By CADFEM Ansys - *Computational Fluid Dynamics* (CFD) *Learning Track* ini maka pada *capstone project* ini akan dilakukan simulasi dengan topik *Low Pressure Steam Turbine* dengan menggunakan *software* Ansys Fluent Student 2024.

**2) Problem Statements**

Permasalah yang akan dibahas dalam simulasi ini, yaitu:

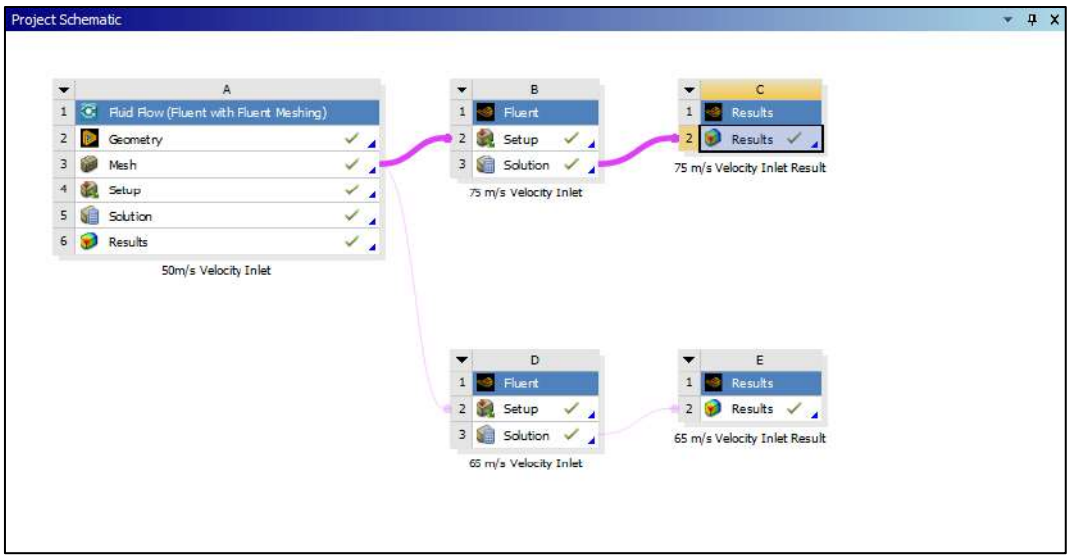
1. Analisa performa dari *low-pressure steam turbine* berdasarkan besar torsi yang dihasilkan oleh *low-pressure steam turbine.*
2. Analisa performa dari struktur blade *low-pressure steam turbine*.

**3) Objective**

Tujuan yang perlu kami dapatkan dari proses analisis, yaitu:

1. Membuat model geometri dan *mesh preparation*.
2. Melakukan *mesh generation* dari hasil geometri.
3. Melakukan *steady-state CFD Simulation* dan *static structural FEA analysis* untuk mengidentifikasikan torsi dari turbin dan tekanan struktural *blade*.
4. Melakukan *plot* dari tekanan dan torsi pada turbin dengan menggunakan variasi tekanan dan distribusi tekanan yang melalui sistem.
5. Melakukan analisa distribusi *stress* pada *blade* pada beberapa variasi tekanan.

## 4) FSI Diagram




*Fluid Structure Interaction* merupakan interaksi antara solid dengan aliran fluida dengan berbagai variabel solution berdasar pada Geometri dan Mesh yang sama, sehingga dibentuk beberapa cabang yang bertumpu pada satu geometri dan mesh, namun memiliki bentuk solution dan hasil yang berbeda-beda. Pada simulasi ini, penggunaan 3 variabel sebagai bentuk variasi dari hasil yang diharapkan berbeda-beda untuk masing-masing variabel yang diteliti.

## 5) Simulation Result

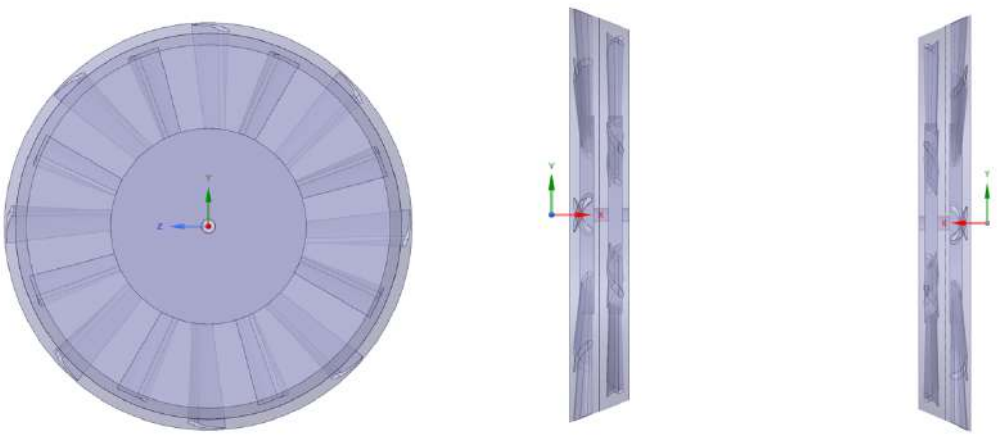
Proses simulasi dilakukan menggunakan Ansys Fluent R1 Student 2024 version. Berikut ini merupakan hasil yang didapatkan setelah melakukan simulasi dan berdasarkan dari *objective* atau tujuan dilakukannya simulasi ini.

- **Model Geometri**

Pemodelan geometri *low pressure steam* turbin harus dibuat dan sesuai dengan gambar asli *low-pressure steam* turbin.

*Gambar 1 Low-Pressure Steam Turbine*

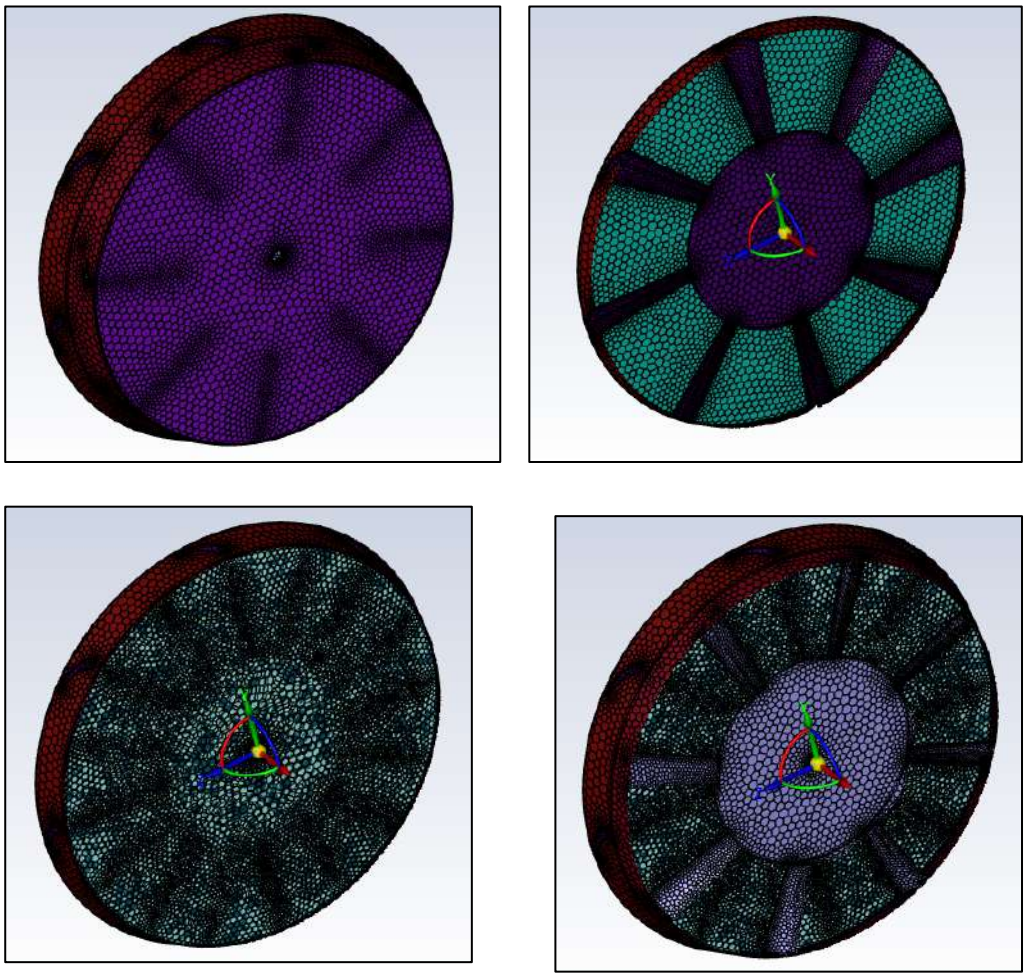
Maka berdasarkan gambar asli low *pressure steam* turbin, model geometri yang digunakan pada simulasi ini adalah sebagai berikut.



*Gambar 2 Geometry Low-Pressure Steam Turbine*

## 2. Mesh

Setelah geometri yang dibuat sudah sesuai dengan *real case* maka tahap selanjutnya adalah pembuatan mesh. Mesh yang digunakan pada simulasi ini adalah sebagai berikut. Proses *meshing* dilakukan menggunakan *software* Ansys Fluent Student 2024.



*Gambar 3 Mesh Low-Pressure Steam Turbine*

**a) Mesh *Quality Check***

Berikut ini merupakan hasil *Surface Quality Check* dari mesh yang digunakan.

```
131332 boundary nodes.
57169 boundary faces.
8 boundary face zones.
```

```
---------------------------------------
Cell Quality [Measure : Orthogonal]
Minimum = 0.13853921, Maximum =     1, Average = 0.91633762.
```

```
Surface Quality [Measure : Skewness]
Minimum = 1.1817289e-06, Maximum = 0.71494267, Average = 0.024983774.

Marking Face in Range (0.66494267 0.71494267)...
```

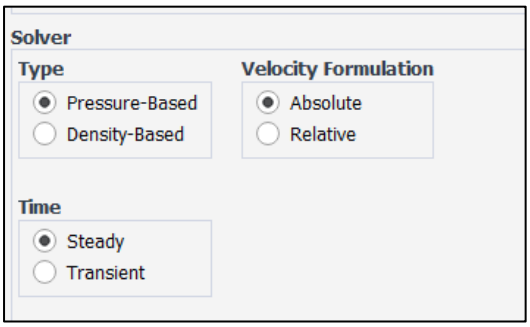
Berdasarkan hasil diatas, didapatkan kualitas minimum mesh sebesar 1.18210-6, maksimal 0.7149 dan kualitas rata-rata sebesar . Maka dapat disimpulkan bahwa kualitas dari mesh yang digunakan sudah bagus dan layak untuk proses simulasi. Selanjutnya dilakukan prose pengecekan *cell quality* untuk mengetahui *orthogonal quality* dari mesh yang digunakan. Berikut ini adalah hasilnya. Berdasarkan hasil diatas, diketahui bahwa *minimum orthogonal quality* dari mesh sebesar 0.138 0.14, maksimum sebesar 1 dan untuk rata-rata *orthogonal quality* sebesar 0.9163 dimana syarat dari standar minimum *orthogonal quality* mesh lebih besar dari 0.01 (Ansys) dan 0.1 (CADFEM), dengan nilai *average orthogonal quality* minimal sebesar 0.916. Maka berdasarkan hasil diatas, dapat disimpulkan kualitas mesh yang digunakan sudah memenuhi syarat nilai standar minimal yang berlaku sehingga mesh layak digunakan untuk proses simulasi.

**b) Physics Setup**

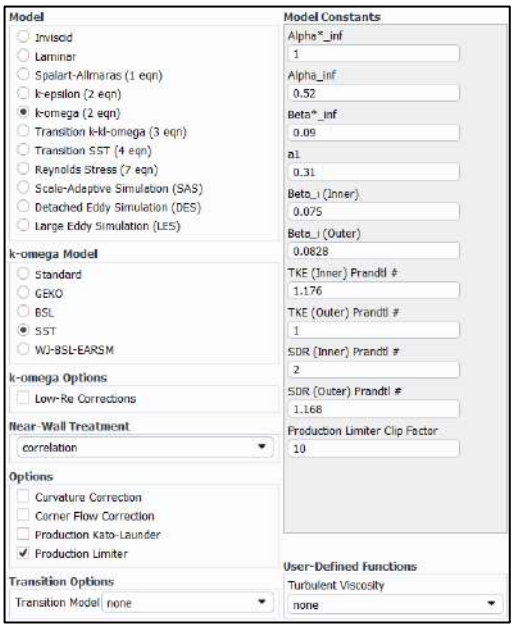
Dalam melakukan proses simulasi perlu dilakukan *physics setup* terlebih dahulu.

- *General Setup*

  Proses simulasi ini dilakukan dengan *Pressure-Based Solver, Absolute Velocity Formulation* dan *Steady-State.*




- *Viscous Model*



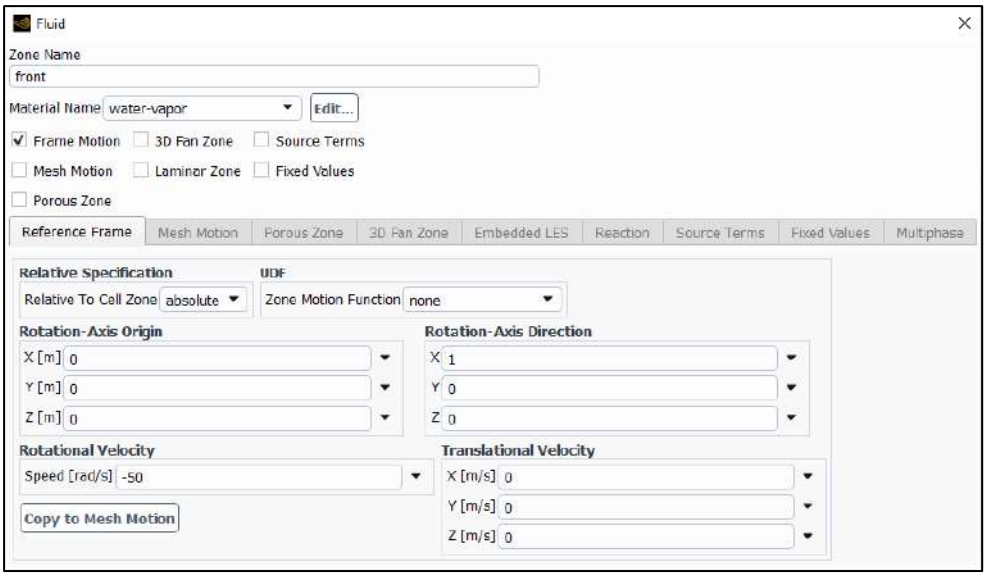

Proses simulasi ini, *viscous model* yang digunakan adalah **k-omega (2 eqn) SST**. Memakai model turbulensi ini karena dinilai lebih akurat dalam menghitung *flow region* yang bergerak dekat dengan *wall.*

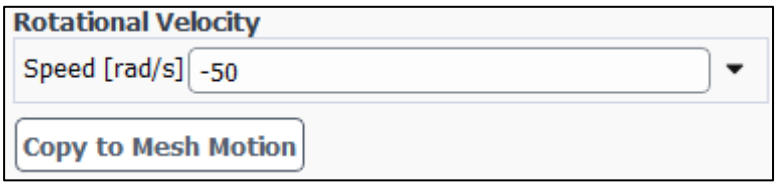
- Material

Pada simulasi ini, Fluida yang digunakan adalah uap air (*water-vapor*) dengan =0.5542kgm3 , =1.3410-3kgms.

- *Cellzone*

Pada simulasi ini, terdapat dua bagian zona yaitu, front dan stator. Pada bagian *Zone Front,* material yang digunakan adalah uap air (*water-vapor*). Rotational Velocity yang digunakan pada simulasi ini divariasikan menjadi tiga yaitu (-50 rad/s), (-65 rad/s) dan (-75 rad/s) dan Rational-Axis Direction dengan nilai pada sumbu x=1.



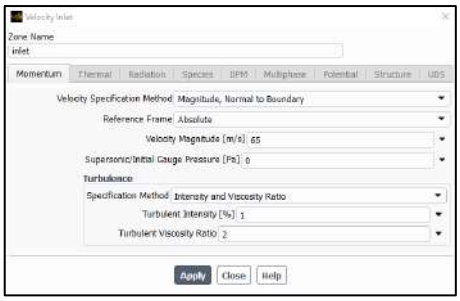



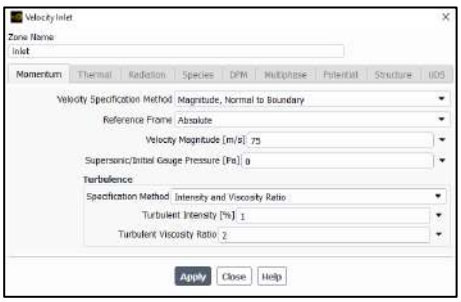
- *Boundary Condition*

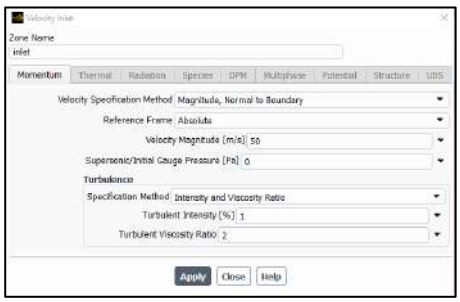
Pada simulasi ini, terdapat dua domain yaitu front dan stator. *Boundary conditions* dari bagian *Front* dan Stator sesuai dengan data pada tabel di bawah ini.

| Domain | Boundaries | |
|---|---|---|
| front | **Boundary - front 1** | |
| | Type | WALL |
| | Location | front:1 |
| | **Boundary - inlet** | |
| | Type | VELOCITY-INLET |
| | Location | inlet |
| | **Boundary - intrf1 2** | |
| | Type | INTERFACE |
| | Location | intrf1-2 |
| | **Boundary - wall_outer1** | |
| | Type | WALL |
| | Location | wall_outer1 |

| stator | **Boundary - intrf2 1** | |
|---|---|---|
| | Type | INTERFACE |
| | Location | intrf2-1 |
| | **Boundary - outlet** | |
| | Type | PRESSURE-OUTLET |
| | Location | outlet |
| | **Boundary - stator 1** | |
| | Type | WALL |
| | Location | stator:1 |
| | **Boundary - wall_outer2** | |
| | Type | WALL |
| | Location | wall_outer2 |

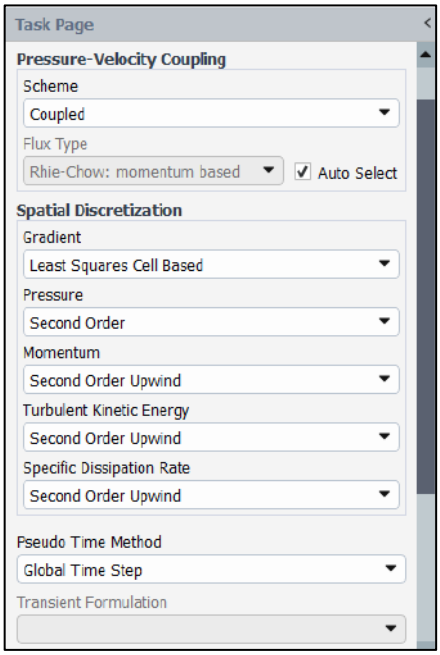


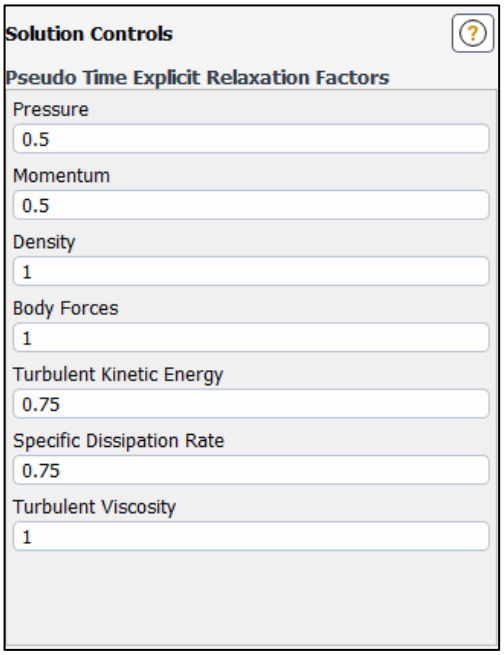



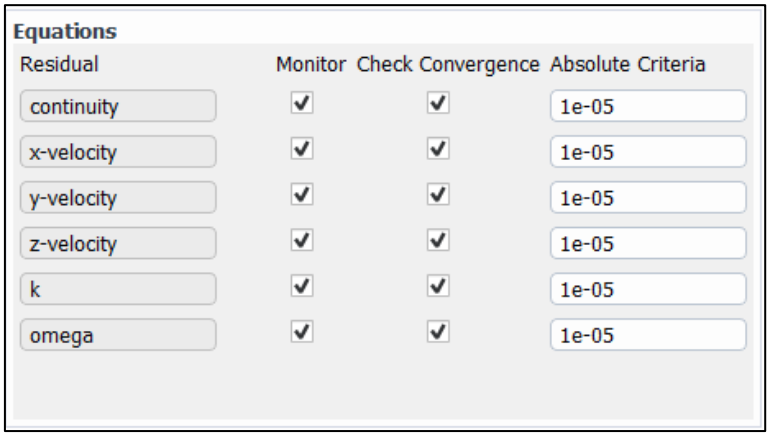




Terdapat 3 variasi kecepatan inlet, yaitu 50 m/s, 65 m/s, dan 75 m/s. Variasi inilah yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil variasi pressure pada *LP Turbine.*

- *Solution Method*




*Solution method* yang digunakan pada simulasi ini menggunakan *coupled scheme* sebagai pengaturan *default* dari perhitungan model turbulensi **K-Omega (2 eqn) SST.** Lalu Solution controls digunakan secara *default*. Keseluruhan pengaturan residual monitor bernilai 1e-05. Serta dilakukan *Hybrid Initialization* sebagai dasar perhitungannya. dan dilakukan iterasi sebanyak 1000 iterasi.

## 3. Simulation Result

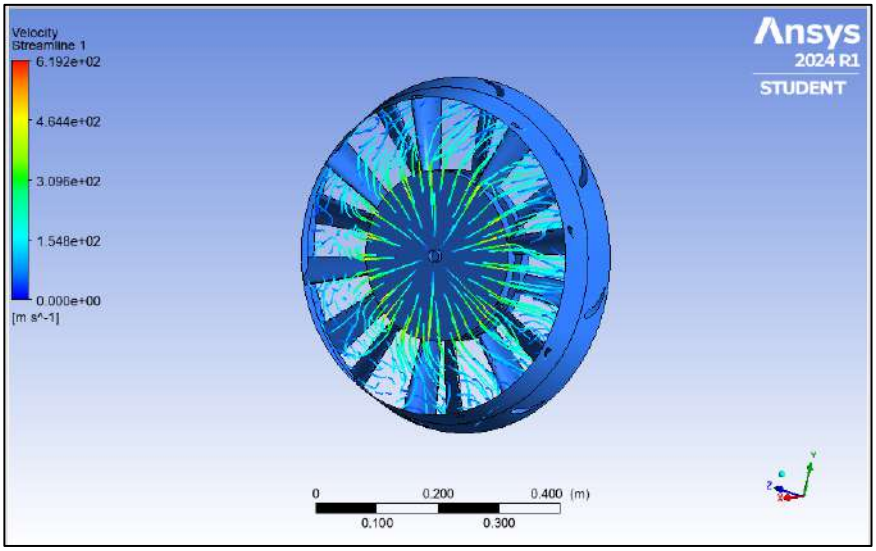
Berikut ini merupakan hasil simulasi *steady-state CFD Simulation* dan *static structural FEA analysis* untuk mengidentifikasikan torsi dari turbin dan tekanan struktural *blade*.

### a. CFD (*Computational Fluid Dynamics)* Simulation Result

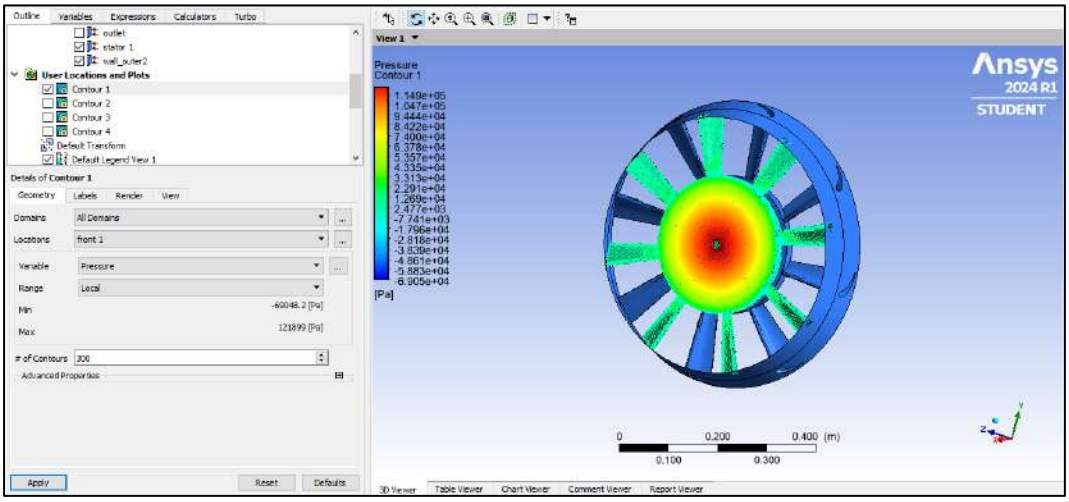
Simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics)* ini dilakukan dengan kondisi *steady-state.* Pada simulasi ini dilakukan dengan menggunakan variasi tekanan dan distribusi tekanan yang melalui sistem. Variasi tekanan didapatkan dengan memberikan variasi pada kecepatan inlet. Terdapat 3 variasi kecepatan inlet, yaitu 50 m/s, 65 m/s, dan 75 m/s. Variasi inilah yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil variasi pressure pada *LP Turbine.*

#### 1. Kecepatan Inlet 50 m/s

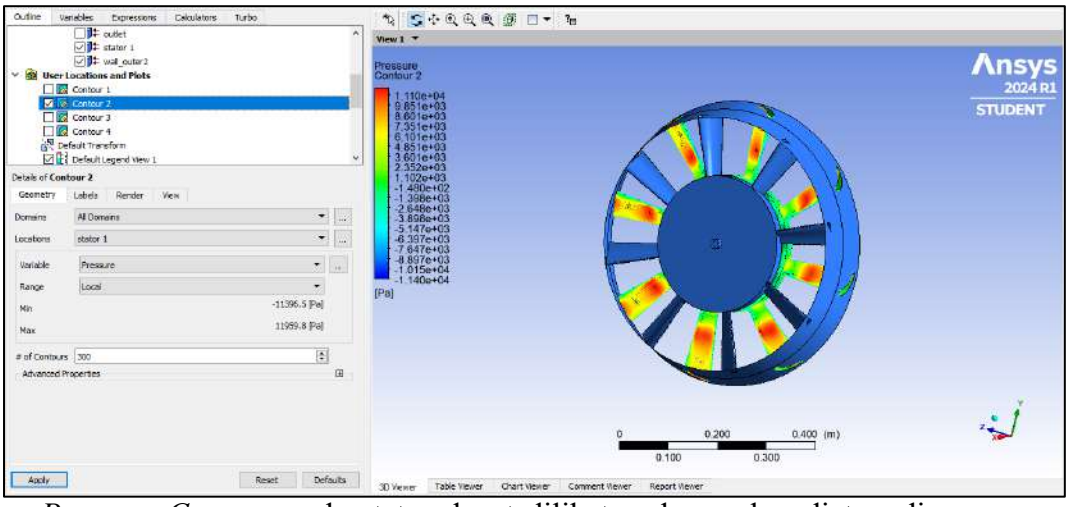
Berikut ialah profil aliran fluida yang bergerak melalui *LP Turbine* pada kecepatan inlet 50 m/s.



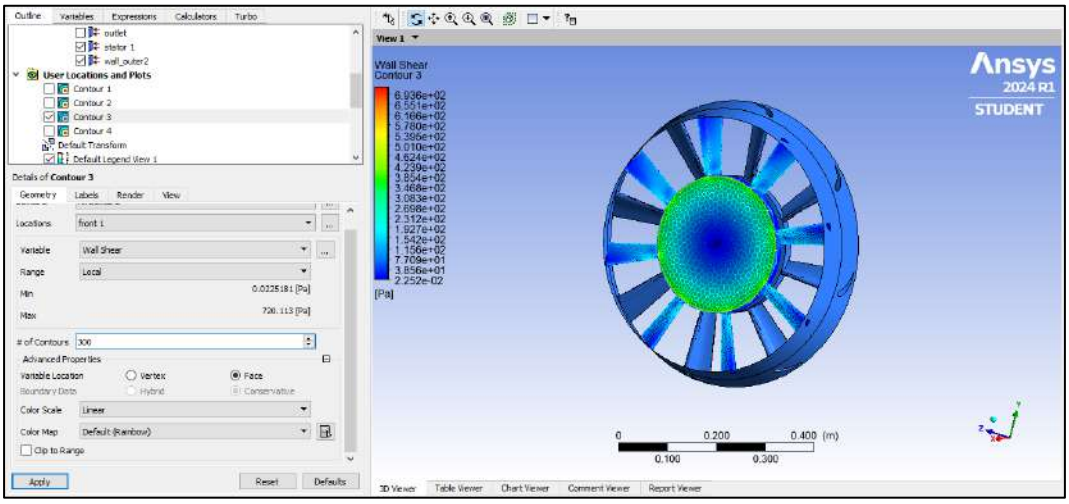

*Gambar 4 LP Turbine Pada Kecepatan Inlet 50 m/s.*



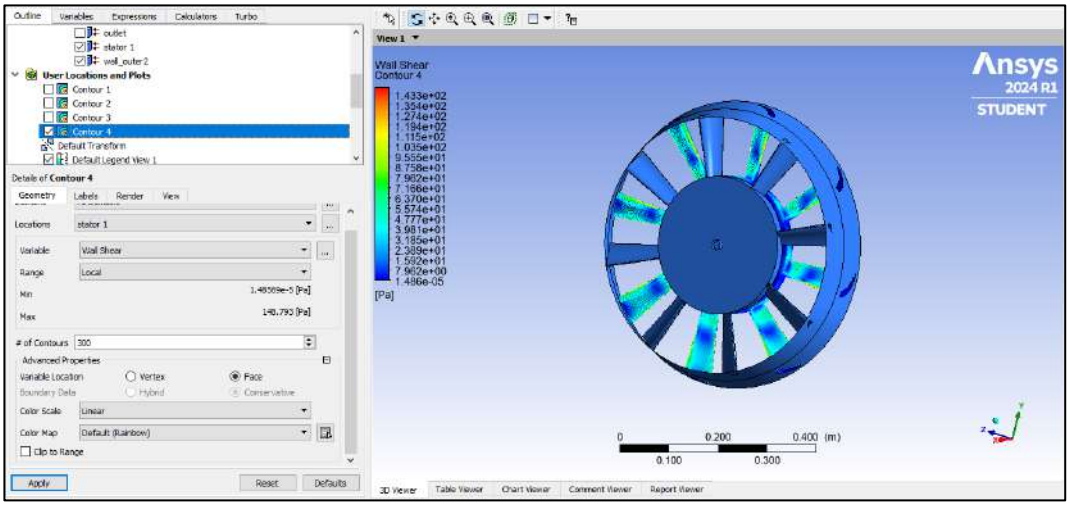

*Pressure Contour* pada front blade dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak di dekat bagian dekat poros dengan nilai 121.899 KPa, dan nilai minimal yaitu -690.48 kPa.



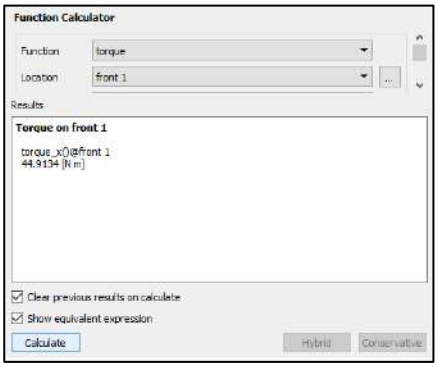

*Pressure Contour* pada stator dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak pada pertengahan stator blade dengan nilai 11.9598 Kpa dan nilai minimal yaitu -11. 396 KPa.



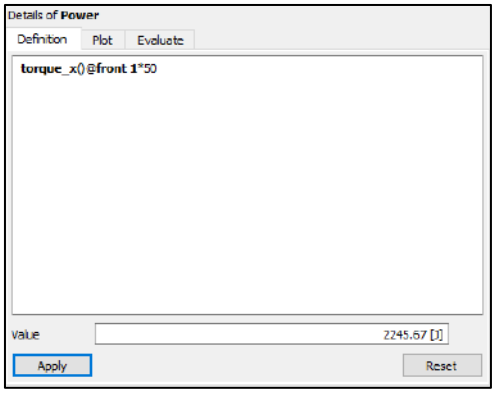

*Wall Stress Contour* pada *front blade* dapat dilihat pada gambar di atas ini. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 0.0025 Pa dan nilai maksimum 720.113 Pa.




*Wall Stress Contour* pada *stator* dapat dilihat pada gambar disamping ini. Berdasarkan gambar, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 1.4856 e-5 Pa dan nilai maksimum 148.793 Pa.




Melalui *function calculator* nilai dari torsi yang bergerak pada sumbu x pada *front blade* sebesar 44.9134 Nm. *Location* torsi didapatkan pada front blade karena hanya pada *front blade turbine* yang bergerak, sedangkan stator dalam kondisi diam (statis). Oleh karena itu nilai torsi



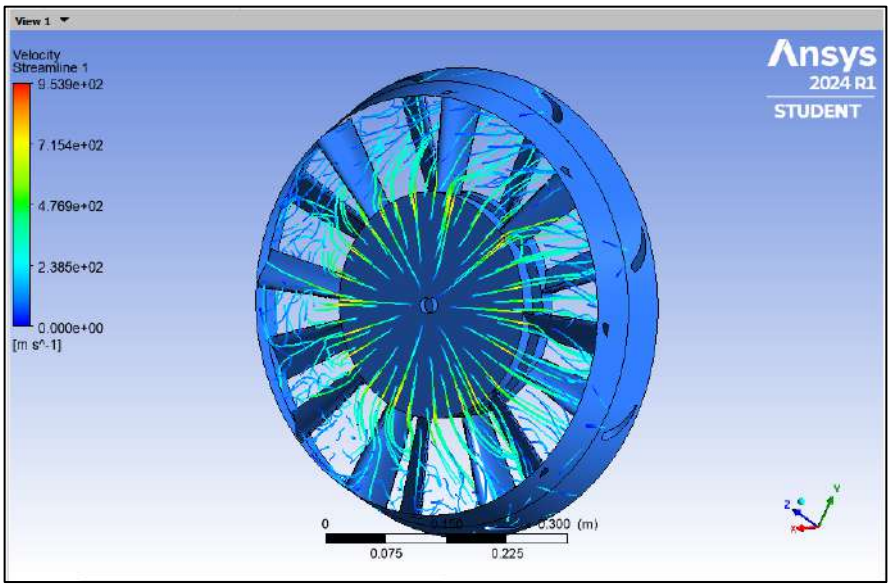

yang digunakan untuk mencari daya yang dihasilkan oleh turbin, sehingga dapat digunakan persamaan:

$$W = T \times \omega$$

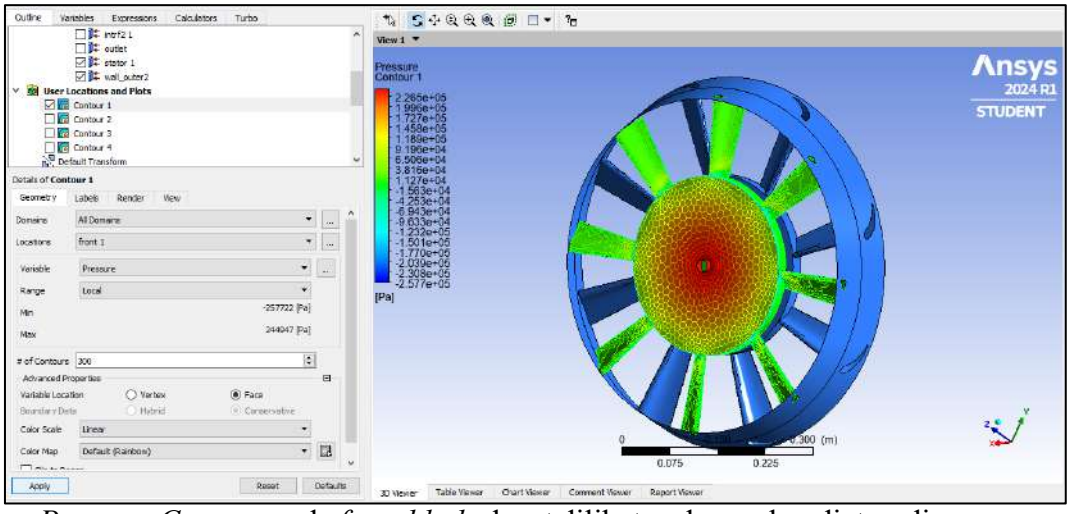
dimana nilai ω adalah 50 rad/s, maka didapatkan nilai sebesar 2245.67 Joule atau 2.24567 Kilojoule daya yang dihasilkan.

**2. Kecepatan inlet 65 m/s**

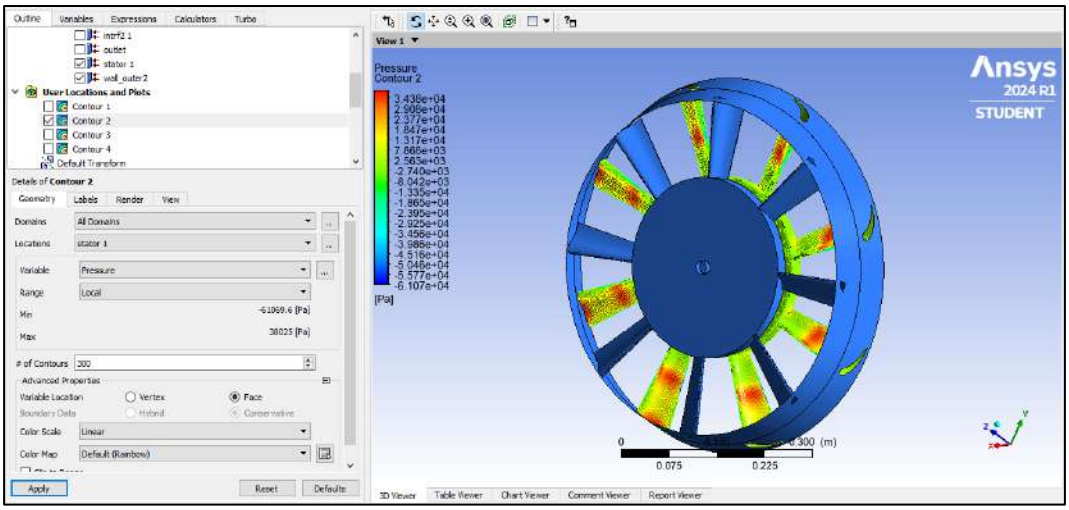
Berikut ialah profil aliran fluida yang bergerak melalui *LP Turbine* pada kecepatan 65 m/s.



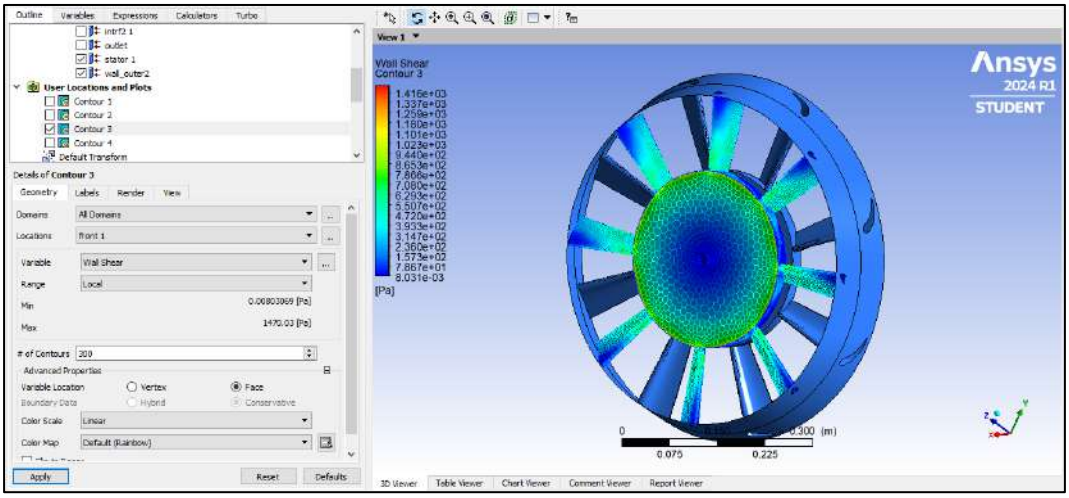

*Gambar 5 Turbine Pada Kecepatan Inlet 65 m/s*



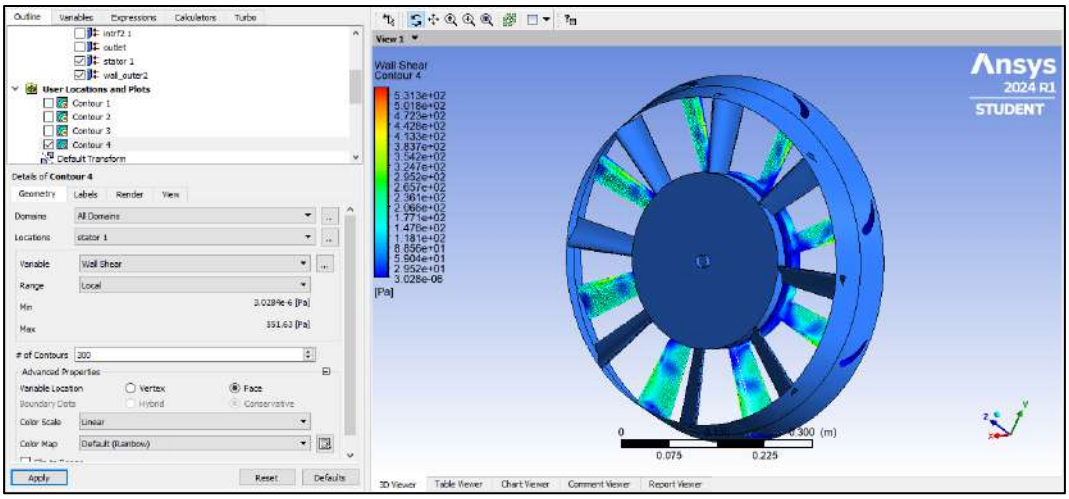

*Pressure Contour* pada *front blade* dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak di dekat bagian dekat poros dengan nilai 244.95 kPa, dan nilai minimal yaitu -257.722 kPa.



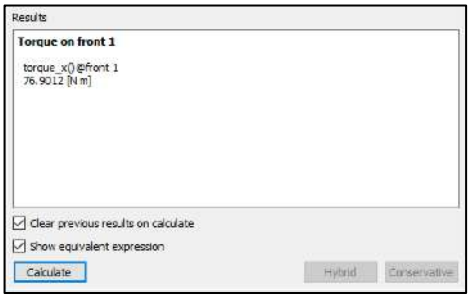

*Pressure Contour* pada stator dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak pada pertengahan stator blade dengan nilai 38.025 Kpa dan nilai minimal yaitu -61.07 KPa.



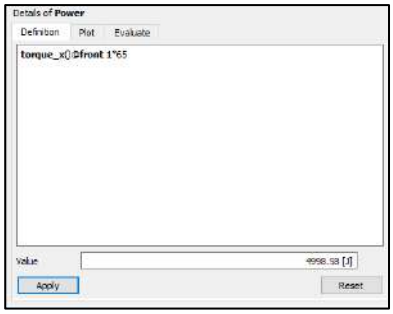

*Wall Stress Contour* pada *front blade* dapat dilihat pada gambar diatas ini. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 0.00803 Pa dan nilai maksimum 1470.03 Pa.




*Wall Stress Contour* pada *stator* dapat dilihat pada gambar disamping ini. Berdasarkan gambar, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 3.0284e-5 Pa dan nilai maksimum 551.63 Pa.




Melalui *function calculator* nilai dari torsi yang bergerak pada sumbu x pada front blade sebesar 76.9012 Nm. *Location* torsi didapatkan pada *front blade* karena hanya pada *front blade turbine* yang bergerak, sedangkan *stator* dalam kondisi diam. Oleh karena itu nilai torsi yang digunakan

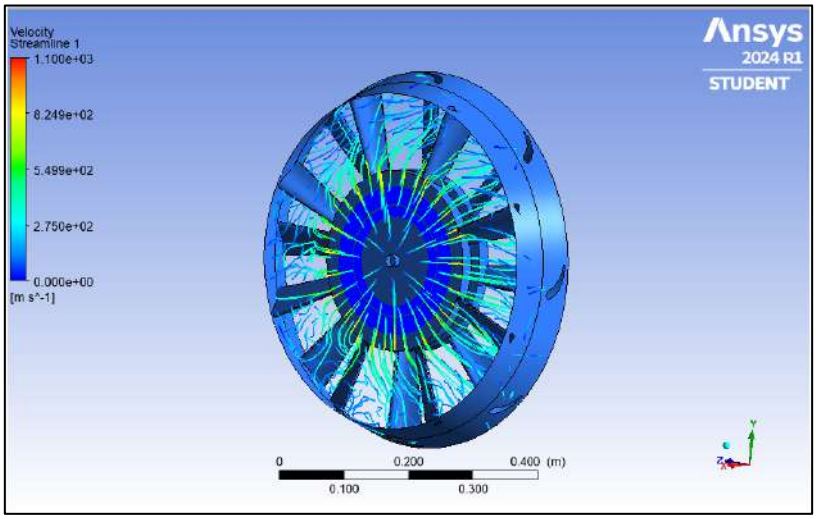



untuk mencari daya yang dihasilkan oleh turbin, sehingga dapat digunakan persamaan:

$$W = T \times \omega$$

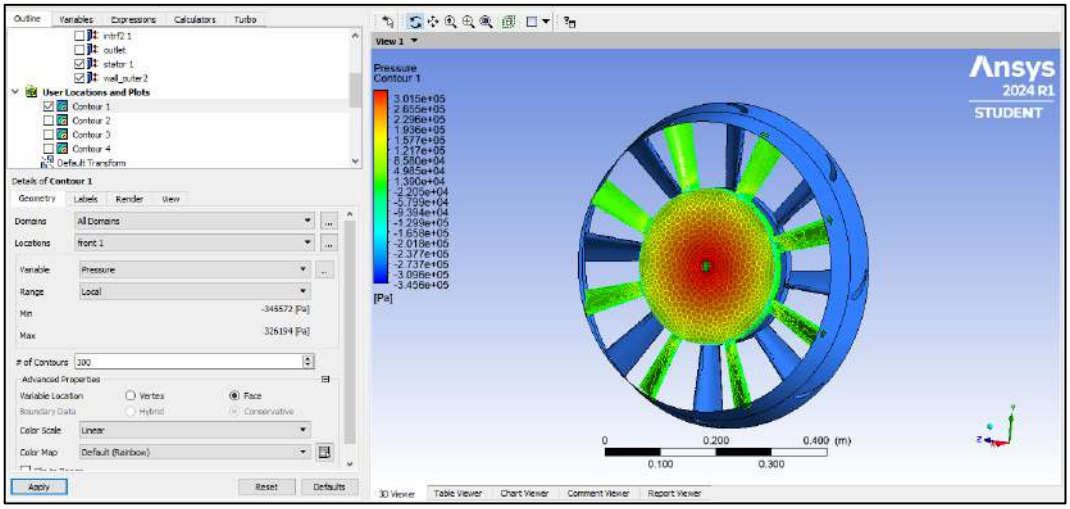
dimana nilai ω adalah 65 rad/s, maka didapatkan nilai sebesar 4998.58 Joule atau 4.99858 Kilojoule daya yang dihasilkan.

### 3. Kecepatan inlet 75 m/s

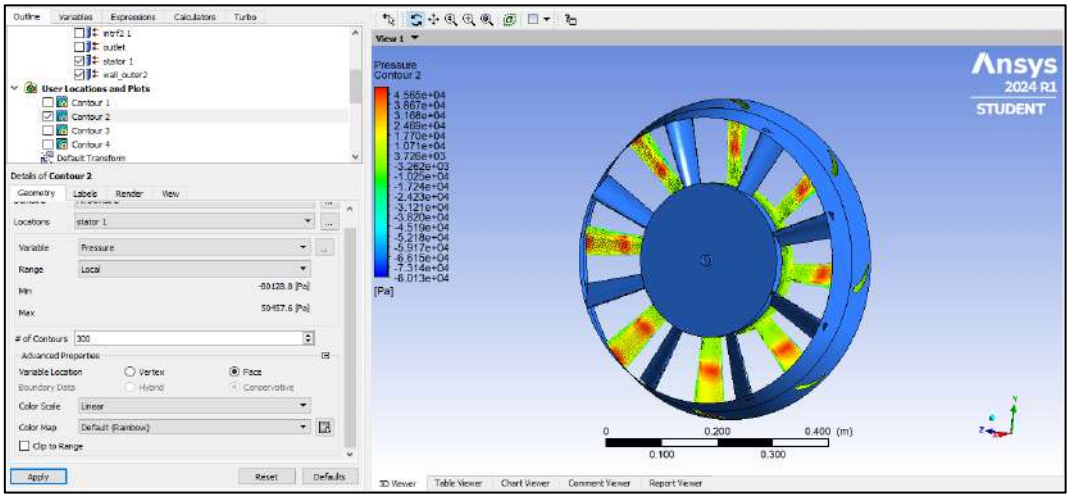



*Gambar 6 Turbine Pada Kecepatan Inlet 75 m/s*

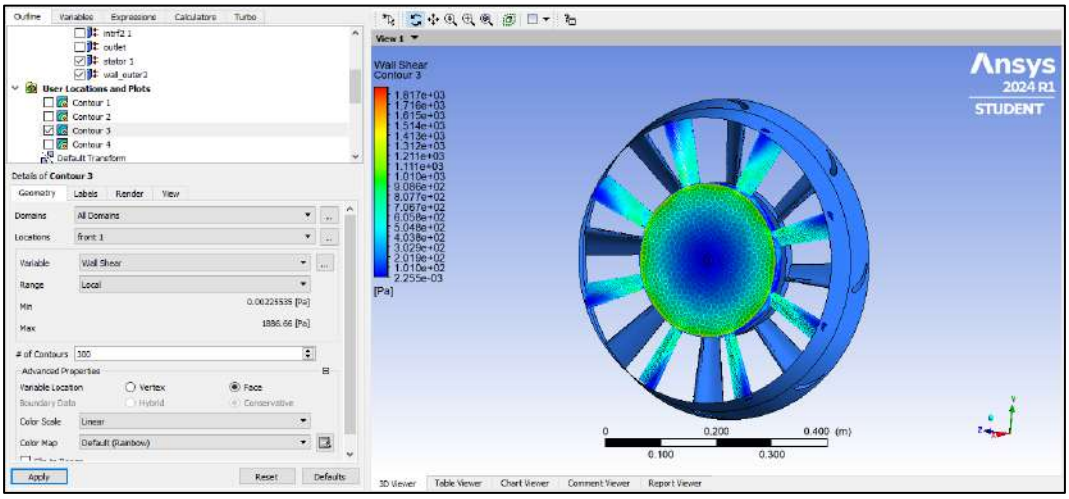
Gambar diatas ini merupakan profil aliran fluida yang bergerak melalui *LP Turbine*.



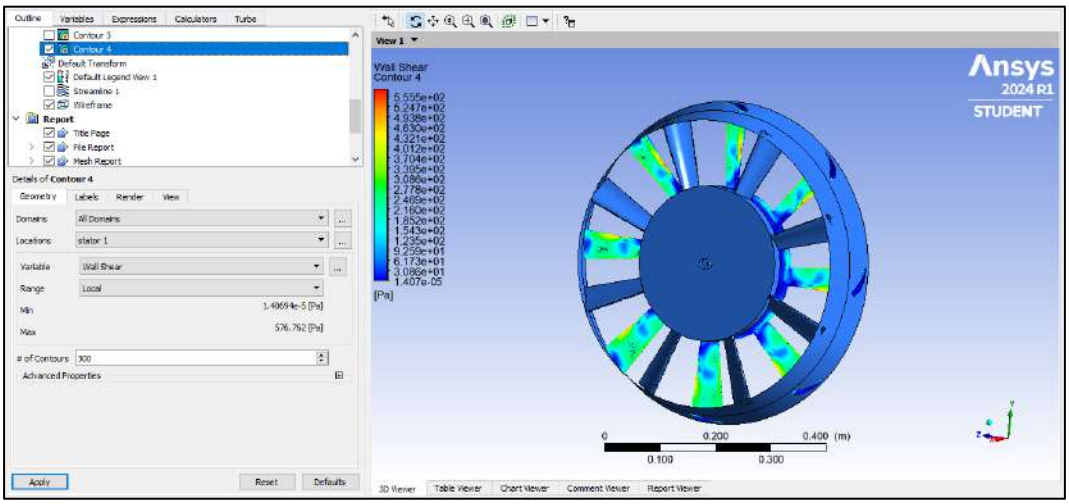

*Pressure Contour* pada *front blade* dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak di dekat bagian dekat poros dengan nilai 326194 Pa, dan nilai minimal yaitu -345572 Pa.



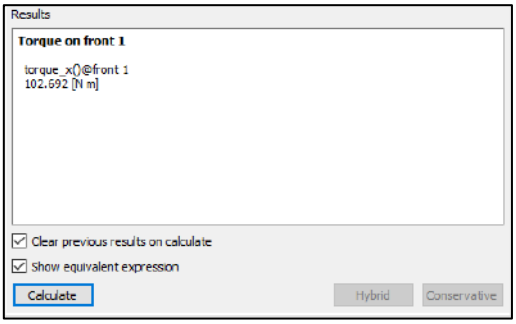

*Pressure Contour* pada stator dapat dilihat pada gambar diatas, dimana *max pressure* terletak pada pertengahan stator blade dengan nilai 50457.6 Pa dan nilai minimal yaitu -80128.8 Pa.



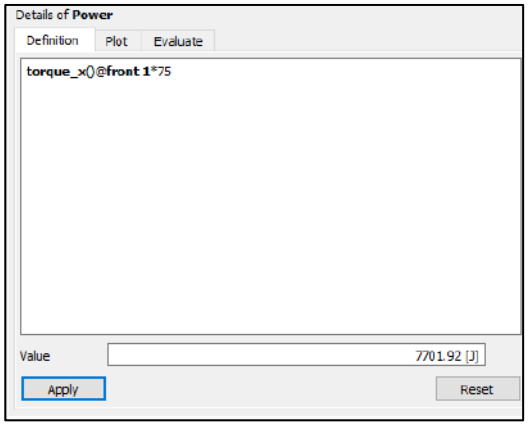

*Wall Stress Contour* pada *front blade* dapat dilihat pada gambar disamping ini. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 0.00225 Pa dan nilai maksimum 1886.66 Pa.




*Wall Stress Contour* pada *stator* dapat dilihat pada gambar disamping ini. Berdasarkan gambar, diketahui bahwa *wall shear stress* memiliki nilai minimum 1.40694e-5 Pa dan nilai maksimum 576.762 Pa.




Melalui *function calculator* nilai dari torsi yang bergerak pada sumbu x pada front blade sebesar 102.692 Nm. *Location* torsi didapatkan pada *front blade* karena hanya pada *front blade* turbine yang bergerak, sedangkan *stator*




dalam kondisi diam (statis). Oleh karena itu nilai torsi yang digunakan untuk mencari daya yang dihasilkan oleh turbin, sehingga dapat digunakan persamaan:

$W = T \times \omega$

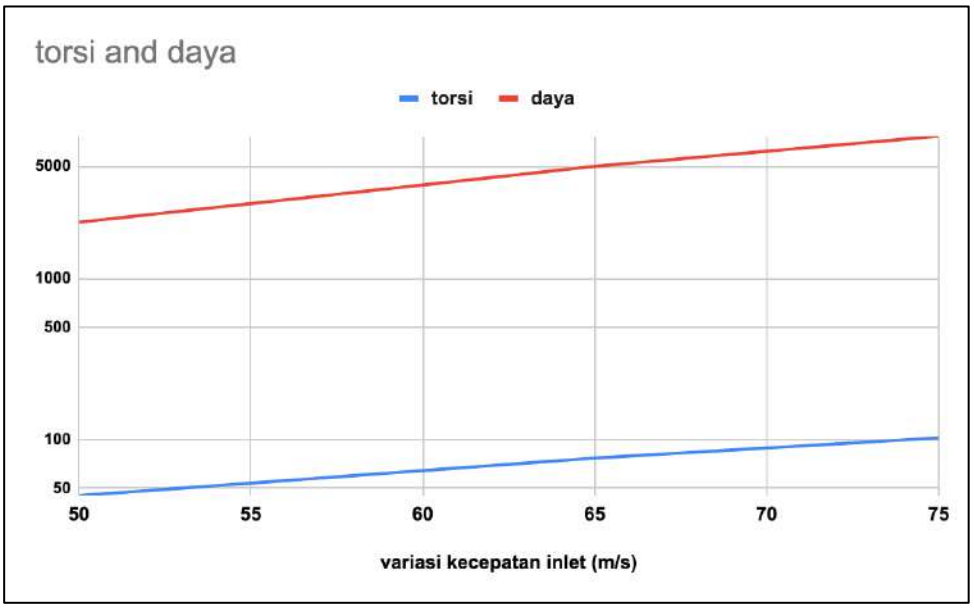
dimana nilai ω adalah 75 rad/s, maka didapatkan nilai sebesar 7701.92 Joule atau 7.70192 kJ daya yang dihasilkan.

### 3) Pembahasan

1. **Analisa performa dari *low-pressure steam turbine* berdasarkan besar torsi yang dihasilkan oleh *low-pressure steam turbine.***

Berdasarkan hasil simulasi yang didapatkan hasil simulasi sebagai berikut ini.

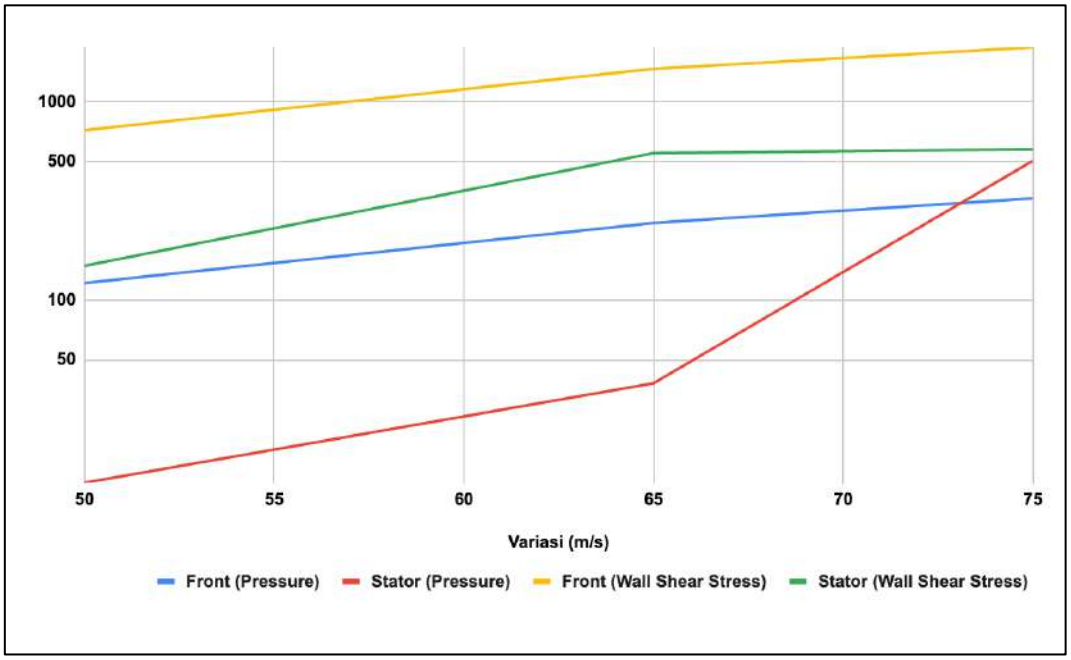
| Variasi (m/s) | Minimum Pressure (kPa) | | Maximum Pressure (kPa) | | Torsi (N.m) | Daya (Joule) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Front | Stator | Front | Stator | | |
| 50 | -690.48 | -11.396 | 121.899 | 11.9598 | 44.9134 | 2245.67 |
| 65 | -147.7 | -61.07 | 244.95 | 38.025 | 76.9012 | 4998.58 |
| 75 | -345.57 | -80.1288 | 326.194 | 504.576 | 102.692 | 7701.92 |




Berdasarkan data hasil simulasi dan grafik diatas, dapat diketahui bahwa semakin besar nilai dari kecepatan inlet maka semakin besar pula nilai dari torsi dan daya yang dihasilkan oleh *low-pressure steam* turbin. Hal ini terlihat dari trend naik yang tergambar pada grafik diatas.

**2. Analisa performa dari struktur blade *low-pressure steam turbine*.**

| Variasi (m/s) | Minimum Pressure (kPa) | | Maximum Pressure (kPa) | | Minimum Wall Shear Stress (Pa) | | Maximum Wall Shear Stress (Pa) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Front | Stator | Front | Stator | Front | Stator | Front | Stator |
| 50 | -690.48 | -11.396 | 121.899 | 11.9598 | 0.0025 | 1.4856e-05 | 720.113 | 148.793 |
| 65 | -147.7 | -61.07 | 244.95 | 38.025 | 0.00803 | 3.0284e-6 | 1470.03 | 551.63 |
| 75 | -345.57 | -80.1288 | 326.194 | 504.576 | 0.00225 | 1.40694e-5 | 1886.66 | 576.762 |




Berdasarkan data hasil simulasi dan grafik diatas, dapat diketahui bahwa semakin besar nilai dari kecepatan inlet maka semakin besar pula tekanan yang diterima pada dinding pertemuan dengan fluida. Semakin tinggi tekanan yang diterima oleh *blade,* maka semakin tinggi juga *wall shear stress* nya, sehingga dapat menyebabkan deformasi pada bilah turbin. Hal inilah penyebab utama sering terjadinya kerusakan pada bilah turbin pada jangka waktu yang lama.

**4) Kesimpulan**

Melalui hasil Simulasi *Low Pressure Turbine* diatas, dapat disimpulkan bahwa Kecepatan aliran fluida (uap air) dapat memengaruhi kinerja Turbin dan daya yang dihasilkan. Semakin cepat aliran fluida yang bergerak memasuki turbin, maka

semakin besar juga daya yang dihasilkan. Namun Kecepatan aliran fluida yang tinggi dapat menyebabkan deformasi yang tinggi akibat tekanan (*pressure*) yang dihasilkan antara pertemuan fluida dengan area penampang, yaitu *front turbine*, *blade,* dan *stator*.

# III.Penutup

## A. Kesimpulan

Setelah mengikuti kegiatan Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track *Batch* 6, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kegiatan Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track sangatlah bermanfaat karena memberikan kesempatan bagi mahasiswa Indonesia untuk menambah *skill* dan meningkatkan kemampuan untuk menghadapi tantangan dunia kerja dan Industri 4.0.
2. Kegiatan Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track menjawab tantang jaman yang menuntut para mahasiswa untuk bisa mengikuti dan memiliki *skill* yang memumpuni di perkembangan industry dan teknologi yang sangat berkembang pesat.
3. Kegiatan Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track tidak hanya memberikan *hard skill* tetapi juga mengasah *soft skill* para pesertanya melalui interaksi dengan para mentor, Dosen Pembimbing Program (DPP), dan sesame peserta. Terlebih dengan adanya *capstone project* yang dikerjakan secara berkelompok sangat berperan besar dalam mengasah *soft skill,* seperti *team work, communication skill, engineering mindset, problem solving, critical thinking,* dsb.

## B. Saran

Setelah mengikuti program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Kegiatan dan program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track diharapkan dapat

berjalan dan dilaksanakan kedepannya sehingga semakin banyak mahasiswa Indonesia yang mendapatkan pengalaman dan pengetahuan berharga ini.

2. Diharapkan kendala teknis yang ditemukan pada program MSIB Batch 6, seperti kendala pengisian logbook tidak ditemukan lagi di *batch* selanjutnya.

## Referensi


[1] https://kampusmerdeka.kemdikbud.go.id/

[2] https://cadfem.id

[3] https://courses.ansys.com/index.php/learning-track/basics-of-fluid-dynamics/

[4] Sigg, R., Heinz, C., Casey, M. V., & Sürken, N. (2009). Numerical and experimental investigation of a low-pressure steam turbine during windage. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 223(A), 697-702. https://doi.org/10.1243/09576509JPE826

[5]Akbarvianto, F., & Novianto, H. (2022). Optimalisasi Unjuk Kerja Low Pressure Steam Turbine PT PJB UBJOM Pacitan. Indonesian Journal of Energy and Mineral, 2(2). https://doi.org/10.53026/IJoEM/2022/2.2/1013

[6]Pertamina. (2023, August 31). Potensi Geothermal Terbesar Kedua di Dunia, Pertamina Siap Gandeng Mitra Global dalam AIPF. Retrieved from https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/potensi-geothermal-terbesar-kedua-di-dunia-pertamina-siap-gandeng-mitra-global-dalam-aipf

[7]DJKN. (n.d.). Peran Penilai Pemerintah dalam Penilaian Panas Bumi sebagai Energi Terbarukan. Retrieved from https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kanwil-kalbar/baca-artikel/14649/Peran-Penilai-Pemerintah-dalam-Penilaian-Panas-Bumi-sebagai-Energi-Terbarukan.html

# Lampiran

*Lampiran I*

LoA Program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track

CADFEM

Simulation is more than Software®

Ansys / CERTIFIED ELITE CHANNEL PARTNER /

**PT CADFEM SIMULATION TECHNOLOGY INDONESIA**
Sampoerna Strategic Square, North Tower Lv. 17, Jl. Jend. Sudirman Kav.45-46, Karet Semanggi, Setiabudi, South Jakarta City, Jakarta 12930
Telp: (021)21684115 Mobile: (+62)81387390069 Email: info@cadfem.id

Nomor : DOC-000701/01/2024
Lampiran : Satu berkas
Hal : Penerimaan Mahasiswa Peserta Studi Independen Bersetifikat Program MSIB Kampus Merdeka

**LETTER OF ACCEPTANCE**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Gilang Pradhypta
Jabatan : Direktur
Nama Perusahaan/ Organisasi : PT CADFEM Simulation Technology Indonesia

Selaku penanggungjawab Program Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kampus Merdeka Angkatan 6 periode tahun 2024, dengan ini menyatakan bahwa nama-nama terlampir merupakan peserta program ~~**Magang**~~ **/ Studi Independen** di PT CADFEM Simulation Technology Indonesia dengan pelaksanaan pada **16 Februari - 30 Juni 2024**.

Demikian surat ini kami sampaikan sebagai kelengkapan syarat administrasi program MSIB Angkatan 6 periode tahun 2024 dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Direktur,

PT CADFEM SIMULATION TECHNOLOGY INDONESIA NIB : 2910210037169

(Gilang Pradhypta)

Registered Office
PT CADFEM Simulation Technology Indonesia
Sampoerna Strategic Square, North Tower Lv.17,
Kav. 45-46, Karet Semanggi, Setiabudi, South
Jakarta City, Jakarta 12930
T: (021) 216-841-15
E: info@cadfem.id
W: www.cadfem.id

CADFEM International
CADFEM Global Offices
Austria, CIS/Ukraine, Czech Republic/
Slovakia, China, Germany, India, Ireland/UK,
North Africa, Poland, Switzerland,
Singapore, USA

Registration Information
NIB: 2910210037169

1

| NO | ID | Name | University | Learning Track | Periode Pelaksanaan | Metode Pelaksanaan | Bantuan Biaya Hidup yang diajukan perbulan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 331 | 7472567 | Pascal Septian Rivanto | Institut Teknologi Sepuluh Nopember | Computational Fluid Dynamics (CFD) | 16 Februari - 30 Juni 2024 | Online | Rp. 0 |
| 332 | 9205218 | Gloria Marstella Aruan | Institut Teknologi Sepuluh Nopember | Computational Fluid Dynamics (CFD) | 16 Februari - 30 Juni 2024 | Online | Rp. 0 |
| 333 | 8290420 | Yasmin Aisyah Rahmah | Universitas Negeri Yogyakarta | Computational Fluid Dynamics (CFD) | 16 Februari - 30 Juni 2024 | Online | Rp. 0 |
| 334 | 7889890 | Zaufaraqil Khalfani Rehayuna | Institut Teknologi Sepuluh Nopember | Computational Fluid Dynamics (CFD) | 16 Februari - 30 Juni 2024 | Online | Rp. 0 |

*Lampiran II*

Sylabus Program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track

**SILABUS LEARNING TRACK COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

| Finite Element Analysis (FEA) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Time | Hours | TOPIC | Learning Outcome | Cognitive, Affective, Psychomotor | Evaluation Method |
| Week 1 | 10 | Onboarding Session and Initial Assessment | Participants understand the end-to-end process of the program and the importance of having the correct engineering mindset while solving the sustainable and renewable energy problems | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Initial assessment |
| Week 2 | 50 | Synchronous Session: Learn the Materials | Participants understand all of the materials about fluid mechanics | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Note Homework |
| Week 3 | 45 | Group Private Mentoring | | | |
| Week 4 | 45 | Asynchronous Session | | | |
| Week 5 | 50 | Assignment 1: Theory of Fluids | Participants can understand what are fluids, by examining the physical properties of the fluids, and the principles of fluid statics, which are the theory of fluids at rest conditions | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 6 | 50 | Assignment 2: Fluid Kinematics | Participant Understand the rotation, visualization and measurement of fluid motion. | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 7 | 50 | Assignment 3: Governing Equations of Fluids | Participants understand the five governing equations of fluid dynamics — conservation of mass (one), momentum (three) and energy (one) — which are commonly referred to as the Navier-Stokes equations | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P7 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 8 | 50 | Assignment 4: Dimensional Analysis and Similarity | Participants can understand the idea and importance of geometric and dynamic similarity. And also identify some important dimensional numbers and use them to non-dimensionalize the Navier-Stokes equations | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 9 | 50 | Assignment 5: Simple Approximation of Fluid Flows | Participants know how to obtain analytical solutions to some fundamental problems by making approximations to the fluid flow | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 10 | 50 | Assignment 6: Viscous Flows and Turbulence Modeling | Participants understand about the basics of viscous laminar flows which can be bounded (internal) or unbounded (external) and the concept behind turbulence modeling | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P30 | Practical Example, Homework, Quizzes |
| | | Mentoring Session | | | |
| Week 11 | 50 | Geometry Pre-Processing and Meshing Process | Participants understand how to perform pre-processing for CFD simulation and its application in renewable energy | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P30 | Practical Example |
| Week 12 | 50 | | | | |
| Week 13 | 50 | International Certification Exam | Participants can be able to perform advanced analyses of fluid | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Examination |
| | | Mentoring preparation | | | |
| | | Mentoring consultation | | | |
| Week 14 | 50 | | | | |
| 5 | | | | | |

**Cognitive Domain**
C1: Remembering
C2: Understanding
C3: Applying
C4: Analyzing
C5: Evaluating
C6: Creating

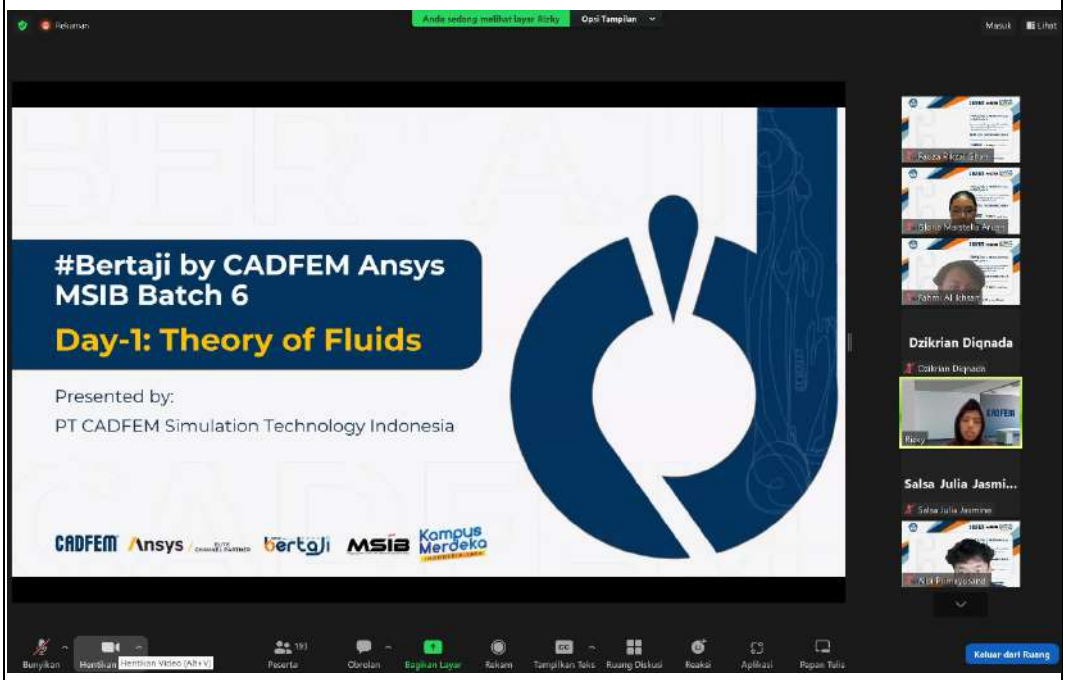
**Affective Domain**
A1: Receiving
A2: Responding
A3: Valuing
A4: Organizing
A5: Characterization

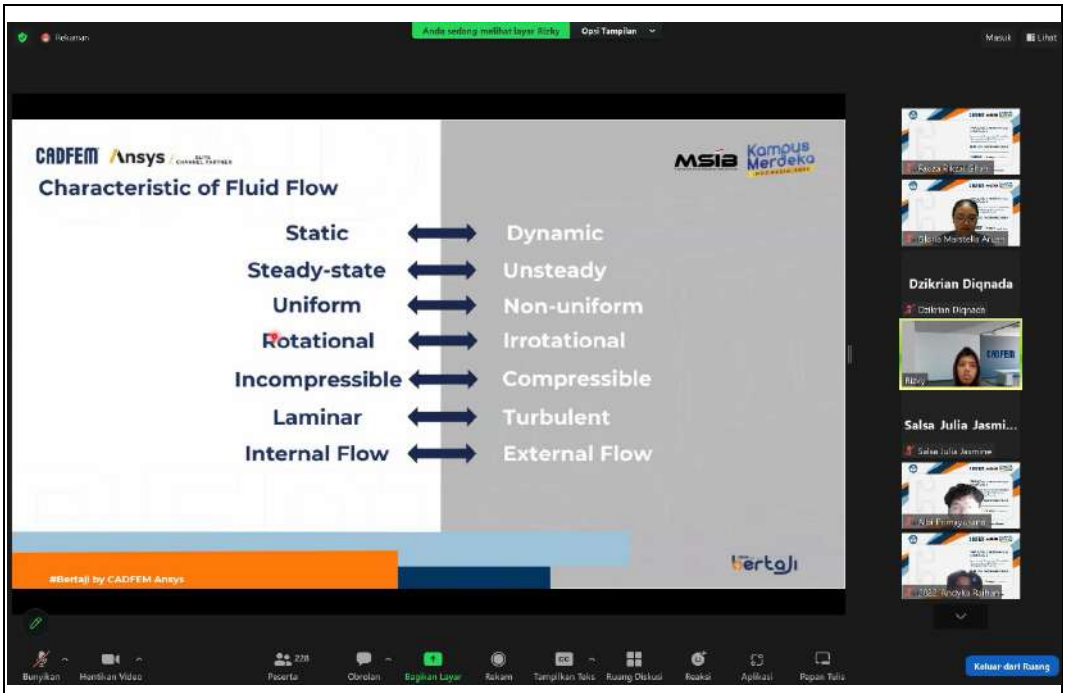
**Psychomotor Domain:**
P1: Perception
P2: Set
P3: Guided Response
P4: Mechanism
P5: Complex Overt Response
P6: Adaptation
P7: Origination

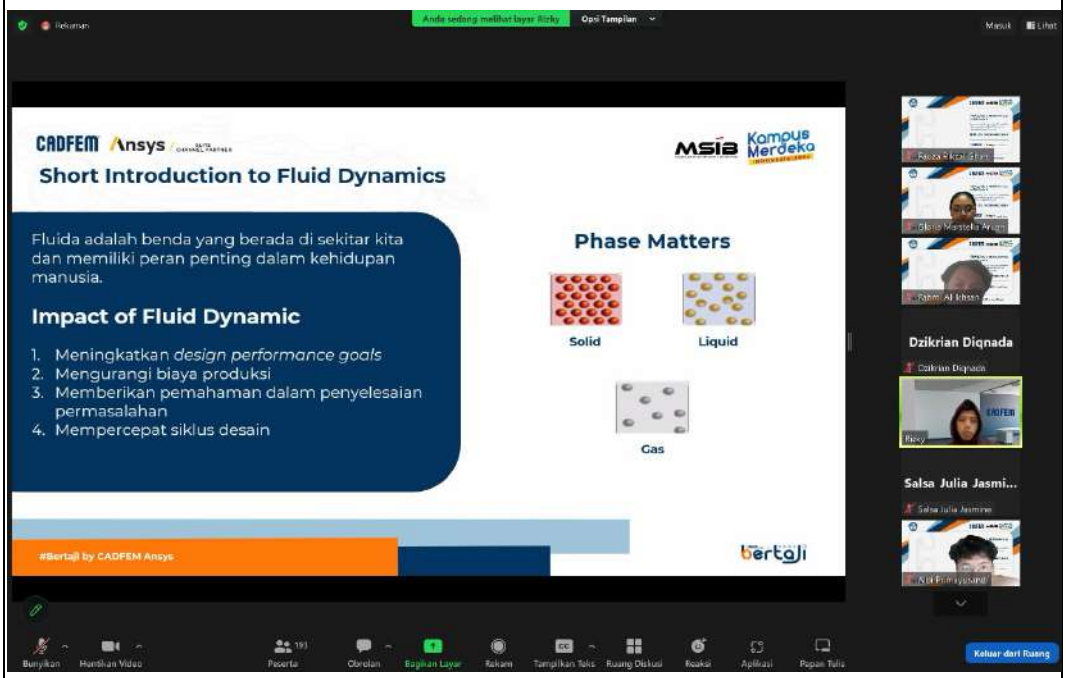
| Finite Element Analysis (FEA) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Time | Hours | TOPIC | Learning Outcome | Cognitive, Affective, Psychomotor | Evaluation Method |
| Week 1 | 50 | Renewable Energy Capstone Project | Participants can be able to perform advanced analyses of fluid in real life case | C1, C2, C3, C4, C5, C6, A4, A5, P5, P6 | Industry Case Project |
| Week 16 | 50 | | | | |
| Week 17 | 50 | | | | |
| Week 18 | 50 | | | | |
| Week 19 | 50 | | | | |
| Hours | 300 | | | | |

*Lampiran III*

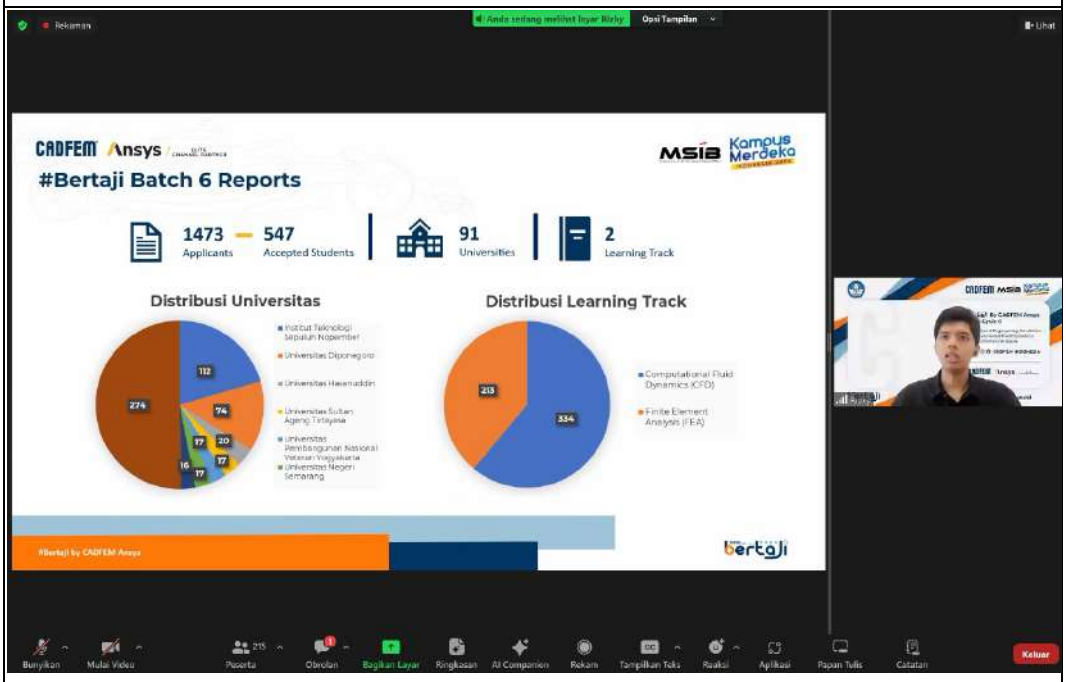
Dokumentasi Kegiatan




Anda sedang melihat layar Rizky
Opsi Tampilan
CADFEM Ansys
MSIA
Kampus Merdeka
Characteristic of Fluid Flow
Static ⟷ Dynamic
Steady-state ⟷ Unsteady
Uniform ⟷ Non-uniform
Rotational ⟷ Irrotational
Incompressible ⟷ Compressible
Laminar ⟷ Turbulent
Internal Flow ⟷ External Flow
#Bertaji by CADFEM Ansys
bertaji
Dzikrian Diqnada
Salsa Julia Jasmi...
Keluar dari Ruang

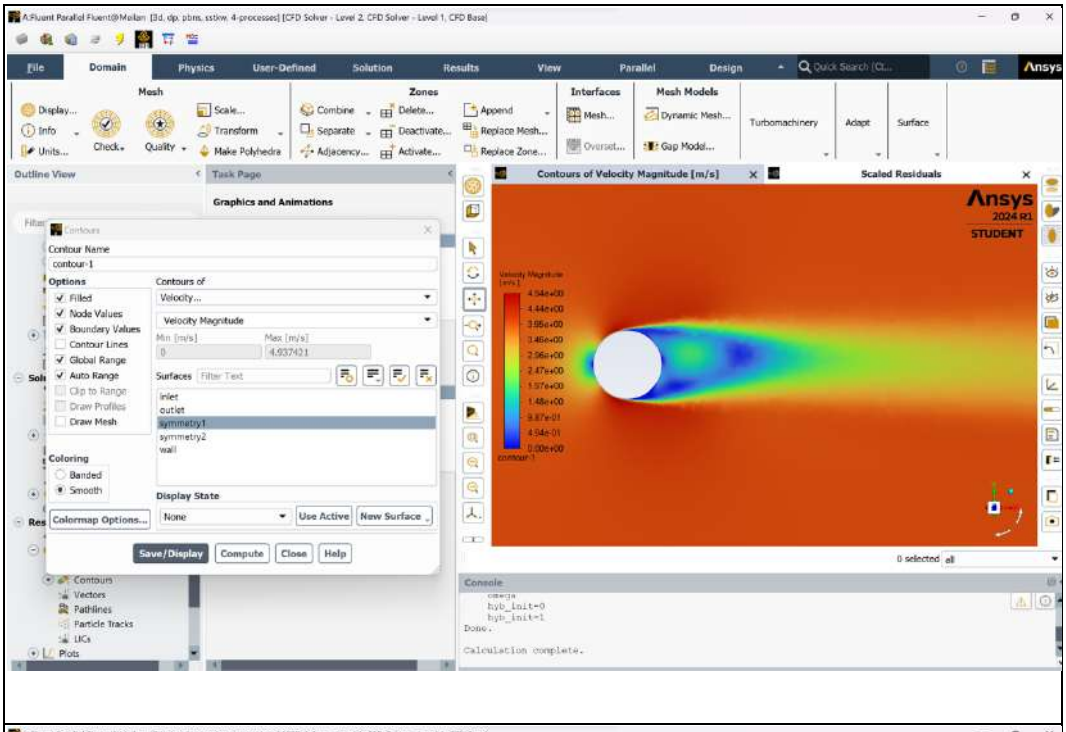

Anda sedang melihat layar Rizky
Opsi Tampilan
CADFEM Ansys
MSIA
Kampus Merdeka
Short Introduction to Fluid Dynamics
Fluida adalah benda yang berada di sekitar kita dan memiliki peran penting dalam kehidupan manusia.
Impact of Fluid Dynamic
1. Meningkatkan design performance goals
2. Mengurangi biaya produksi
3. Memberikan pemahaman dalam penyelesaian permasalahan
4. Mempercepat siklus desain
Phase Matters
Solid
Liquid
Gas
#Bertaji by CADFEM Ansys
bertaji
Dzikrian Diqnada
Salsa Julia Jasmi...
Keluar dari Ruang

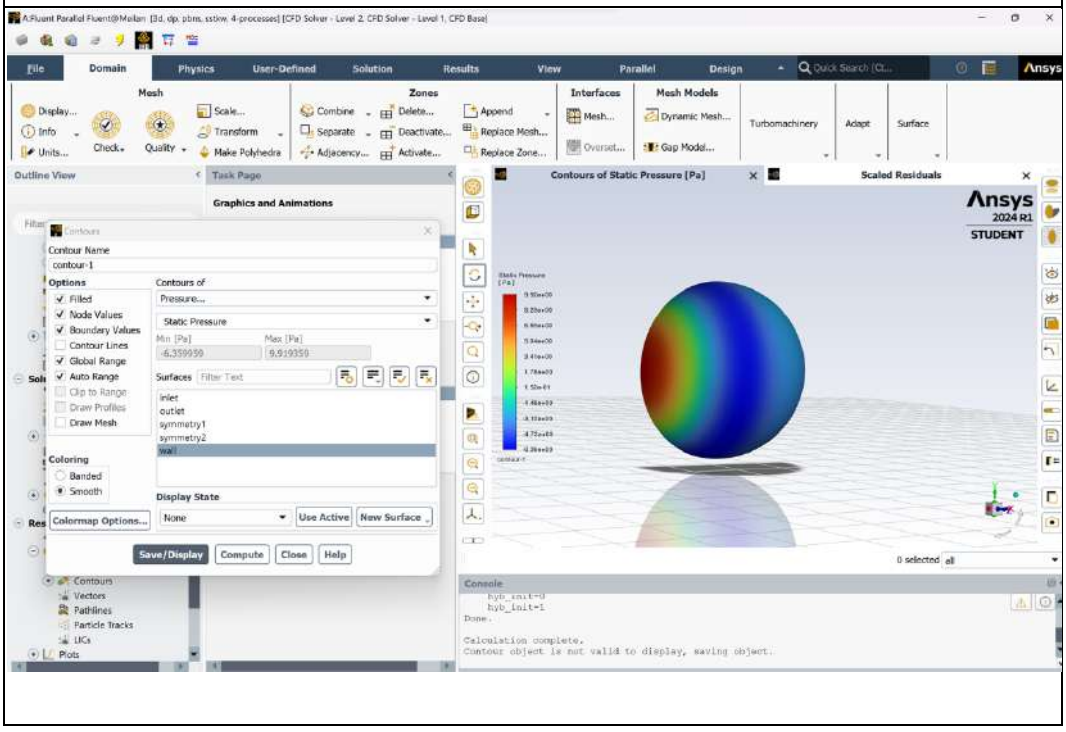
Sekilas tentang Capstone Project
Capstone Project
Project yang mengimplementasikan hasil pembelajaran mahasiswa dalam engineering simulation yang mengacu pada kondisi real case dalam pengembangan teknologi di bidang Renewable Energy
Cuplikan Hasil Capstone Project dari 5 Kelompok Terbaik pada Batch 6
#Bertaji by CADFEM Ansys

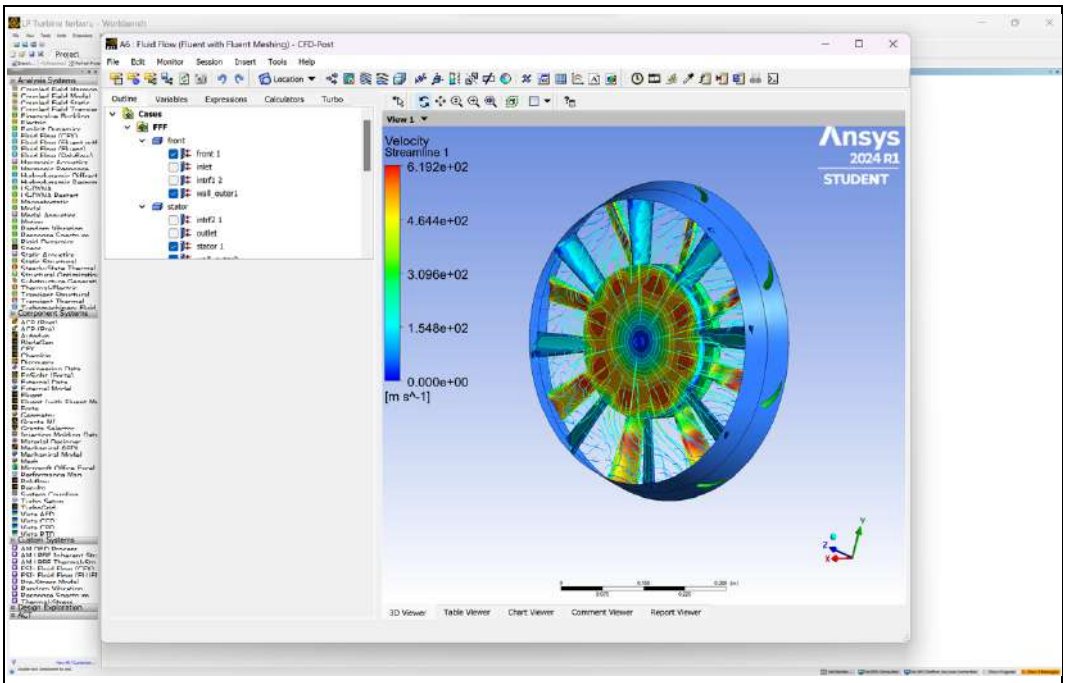

#Bertaji Batch 6 Reports
1473 Applicants
547 Accepted Students
91 Universities
2 Learning Track
Distribusi Universitas
Distribusi Learning Track
Computational Fluid Dynamics (CFD)
Finite Element Analysis (FEA)
#Bertaji by CADFEM Ansys

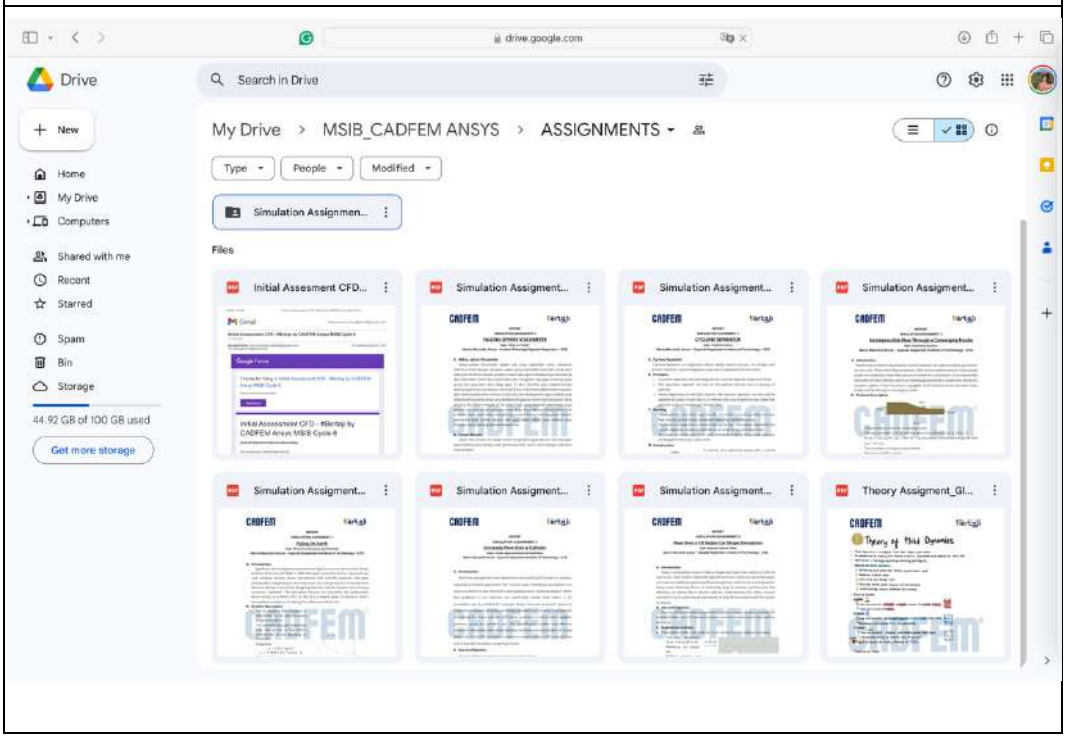
*Lampiran IV*

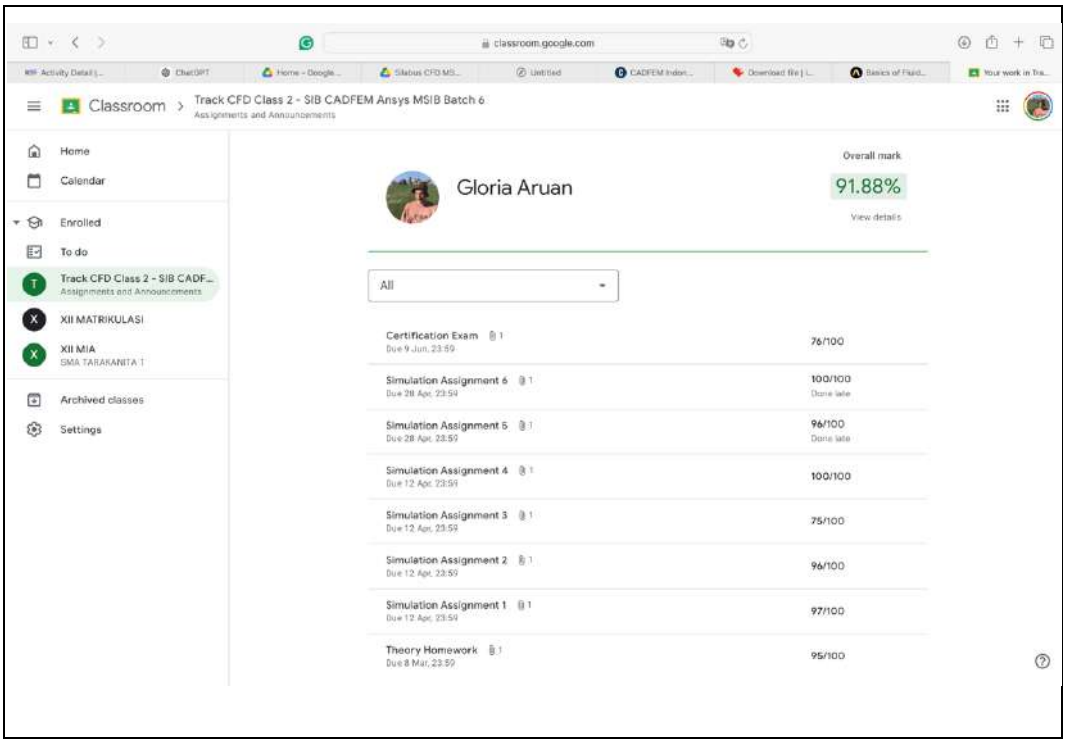
Penugasan, tugas-tugas selama Program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track dapat diakses di https://drive.google.com/drive/folders/1woaMoYFVY7We0w4CQkYSo5nELjR5fn7f?usp=sharing




A6 : Fluid Flow (Fluent with Fluent Meshing) - CFD-Post
Velocity
Streamline 1
6.192e+02
4.644e+02
3.096e+02
1.548e+02
0.000e+00
[m s^-1]
Ansys
2024 R1
STUDENT
3D Viewer
Table Viewer
Chart Viewer
Comment Viewer
Report Viewer


drive.google.com
Drive
Search in Drive
New
Home
My Drive
Computers
Shared with me
Recent
Starred
Spam
Bin
Storage
44.92 GB of 100 GB used
Get more storage
My Drive › MSIB_CADFEM ANSYS › ASSIGNMENTS
Type
People
Modified
Simulation Assignmen...
Files
Initial Assesment CFD...
Simulation Assigment...
Simulation Assigment...
Simulation Assigment...
Simulation Assigment...
Simulation Assigment...
Simulation Assigment...
Theory Assigment_Gl...


classroom.google.com
Classroom
Track CFD Class 2 - SIB CADFEM Ansys MSIB Batch 6
Assignments and Announcements
Home
Calendar
Enrolled
To do
Track CFD Class 2 - SIB CADF...
Assignments and Announcements
XII MATRIKULASI
XII MIA
SMA TARAKANITA 1
Archived classes
Settings
Gloria Aruan
Overall mark
91.88%
View details
All
Certification Exam
Due 9 Jun, 23:59
76/100
Simulation Assignment 6
Due 28 Apr, 23:59
100/100
Done late
Simulation Assignment 5
Due 28 Apr, 23:59
96/100
Done late
Simulation Assignment 4
Due 12 Apr, 23:59
100/100
Simulation Assignment 3
Due 12 Apr, 23:59
75/100
Simulation Assignment 2
Due 12 Apr, 23:59
96/100
Simulation Assignment 1
Due 12 Apr, 23:59
97/100
Theory Homework
Due 8 Mar, 23:59
95/100

*Lampiran V*

Sertifikat dan Nilai dari Mentor Program Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track

SERTIFIKAT

MAGANG DAN STUDI INDEPENDEN BERSERTIFIKAT

Diberikan Kepada :

**Gloria Marstella Aruan**

ID Kegiatan : 9205218 – Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Sebagai :

**Peserta MSIB Angkatan 6**

Telah berhasil menyelesaikan tugasnya di PT CADFEM Simulation Technology Indonesia dalam progam **Studi Independen Bersertifikat** dengan kegiatan **Engineering Simulation #Bertaji by CADFEM Ansys : Computational Fluid Dynamics (CFD)** yang diselenggarakan pada tanggal **16 Februari – 30 Juni 2024**.

Jakarta, 28 Juni 2024
Ketua Program Studi Independen Bersertifikat
PT CADFEM Simulation Technology Indonesia,

***Gilang Pradhypta***

**CAPAIAN PEMBELAJARAN PROGRAM**

| No. | Kompetensi | Definisi Kompetensi | Jam | Nilai Capaian | Deskripsi Nilai Capaian |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Theory of Fluids (***Hard Skill***) | Participant can understand what are fluids, by examining the physical properties of the fluids, and the principles of fluid statics, which are the theory of fluids at rest conditions. | 100 | 96 | Participants have excellent understanding and mastery |
| 2 | Fluid Kinematics (***Hard Skill***) | Participant understands the rotation, visualization and measurement of fluid motion. | 100 | 95.5 | Participants have excellent understanding and mastery |
| 3 | Governing Equations of Fluid Flows (***Hard Skill***) | Participant understands the five governing equations of fluid dynamics — conservation of mass (one), momentum (three) and energy (one) — which are commonly referred to as the Navier-Stokes equations. | 100 | 85 | Participants have good understanding and mastery |
| 4 | Dimensional Analysis and Similarity (***Hard Skill***) | Participant can understand the idea and importance of geometric and dynamic similarity. And also identify some important dimensional numbers and use them to non-dimensionalize the Navier-Stokes equations. | 100 | 97.5 | Participants have excellent understanding and mastery |
| 5 | Simple Approximation of Fluid Flows (***Hard Skill***) | Participant knows how to obtain analytical solutions to some fundamental problems by making approximations to the fluid flow | 100 | 95.5 | Participants have excellent understanding and mastery |
| 6 | Viscous Flows and Turbulence Modeling (***Hard Skill***) | Participant understands about the basics of viscous laminar flows which can be bounded (internal) or unbounded (external) and the concept behind turbulence modeling. | 100 | 97.5 | Participants have excellent understanding and mastery |
| 7 | International Certification Exam (***Hard Skill***) | Participant is able to understand and perform advanced analyses of fluid. | 50 | 76 | Participants have sufficient understanding and mastery |
| 8 | Renewable Energy Capstone Project (***Hard Skill***) | Participant is able to perform advanced analyses of fluid in real life case | 250 | 100 | Participants have excellent understanding and mastery |

Ketua Program Studi Independen Bersertifikat
PT CADFEM Simulation Technology Indonesia,

***Gilang Pradhypta***

*Lampiran VI*

*Sertifikat dari pihak MSIB* Studi Independen #Bertaji *by* CADFEM Ansys - Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track

CADFEM Ansys / ELITE CHANNEL PARTNER

# Certificate of Appreciation

THIS CERTIFICATE IS PROUDLY PRESENTED TO :

## Gloria Marstella Aruan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**TOP 20 CAPSTONE PROJECT PRESENTATION**

**#Bertaji by CADFEM Ansys Batch 6**

**Computational Fluid Dynamics (CFD) Learning Track**

PT CADFEM SIMULATION TECHNOLOGY INDONESIA
NIB : 2910210037169

**Gilang Pradhypta**
Direktur

bertaji
CADFEM Ansys / ELITE CHANNEL PARTNER

**Jakarta, July 7 2024**

Ansys

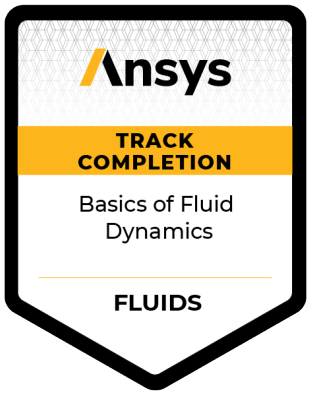
# ANSYS INNOVATION COURSE

We hereby confirm that

## Gloria Marstella Aruan

is certified in

Ansys Track Completion: Basics of Fluid Dynamics




**Issued on: Jul 04, 2024**

**Issued By: Ansys**

https://www.credly.com/badges/457fdde4-58aa-4fee-ad80-6a49e79c8b88