

**ANALISIS SIMULASI KAPASITAS *HYDROGEN STORAGE*  
TANK DALAM PROSES PENGISIAN *HYDROGEN* PADA  
MOBIL JTM**

**Skripsi**



Disusun Oleh:

**Gega Azzrafitrullah Esfafate**

**3331200056**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON-BANTEN  
2024**

**ANALISIS SIMULASI KAPASITAS *HYDROGEN STORAGE*  
TANK DALAM PROSES PENGISIAN *HYDROGEN* PADA  
MOBIL JTM**

**Skripsi**

**Diajukan untuk Melengkapi Syarat dalam Menyelesaikan Strata - 1 (S1)  
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

**Gega Azzrafitrullah Esfate  
3331200056**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON-BANTEN  
2024**

## TUGAS AKHIR


### Analisis Simulasi Kapasitas Hydrogen Storage Tank Dalam Proses Pengisian Hydrogen Pada Mobil JTM

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Gega Azzrafitrullah Esfate**  
3331200056


telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 28 Juni 2024


**Pembimbing Utama**

  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng  
NIP.198305102012121006

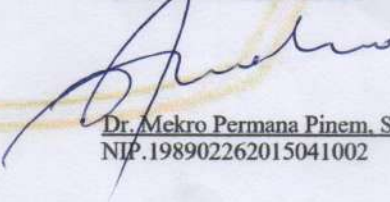
  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP.198902262015041002

**Anggota Dewan Penguji**

  
Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.  
NIP.198206212022031001


  
Dr. Dwinanto, ST., MT.  
NIP. 198301122008121001

  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng  
NIP.198305102012121006

  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP.198902262015041002

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 30 Juli 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng  
NIP. 198305102012121006

# HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

## ANALISIS SIMULASI KAPASITAS *HYDROGEN STORAGE TANK* DALAM PROSES PENGISIAN *HYDROGEN* PADA MOBIL JTM

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**Gega Azzrafitrullah Esfate**

**3331200056**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi

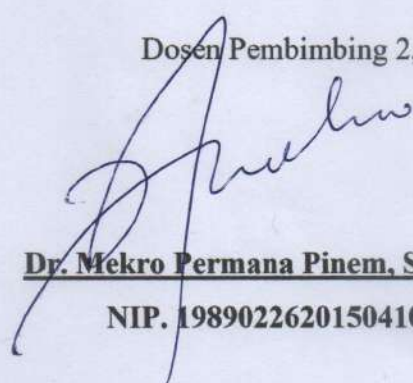
Pada tanggal .....<sup>15</sup> Agustus 2024

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

  
**Ir. Dhimas Satria, S.T., M. Eng**

**NIP. 198305102012121006**

  
**Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T.**

**NIP. 198902262015041002**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal <sup>15</sup> Agustus 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



**Ir. Dhimas Satria, S.T., M. Eng**

**NIP. 198305102012121006**



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Gega Azzrafitrullah Esfafate

NPM : 3331200056

Judul : Analisis Simulasi kapasitas *Hydrogen Storage Tank* Dalam Proses  
Pengisian *Hydrogen* pada Mobil JTM

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultang Ageng Tirtayasa,

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 15 Agustus 2024



**Gega Azzrafitrullah Esfafate**

**NPM. 3331200056**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar. Laporan tugas akhir ini berjudul "ANALISIS SIMULASI KAPASITAS HYDROGEN STORAGE TANK DALAM PROSES PENGISIAN HYDROGEN PADA MOBIL JTM", dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Siti Fatmawati, terima kasih atas doa, kasih sayang, dan motivasi yang tiada henti.
2. Mas Gege Adnannuzal Esfafate, terima kasih atas pandangan-pandangannya dalam berbagai hal selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sekaligus Dosen Pembimbing I. terima kasih atas arahan dan bimbingannya selama proses penulisan laporan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T., selaku Pembimbing II. Terima kasih atas dedikasi dalam membimbing serta arahan kepada tim proyek mobil listrik JTM.
5. Ibu Miftahul Jannah S.T., M.T., selaku Dosen koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan bekal dengan bentuk ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan dari awal hingga akhir.
7. Kawan-kawan Tim Proyek JTM EV yang selalu memberikan semangat, menampung keluh dan kesah, serta dapat diajak bekerja sama selama proses pembangunan mobil JTM.
8. Kawan-kawan Teknik Mesin angkatan 2020 yang sudah memberikan semangat, masukan, serta dorongan selama perkuliahan.

9. Berbagai pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang sudah menopang selama proses pembuatan laporan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan tugas akhir ini di masa depan. Akhir kata, penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Cilegon, Juni 2024

Penulis

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas tangki penyimpanan hidrogen dalam proses pengisian hidrogen pada mobil JTM melalui simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui tekanan yang dapat disimpan dalam tangki, suhu maksimum selama proses pengisian, densitas maksimum yang dapat disimpan dalam tangki, serta tipe tangki terbaik berdasarkan hasil simulasi CFD. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tangki tipe 2 memiliki tekanan maksimum yang lebih tinggi dibandingkan tipe 1 dan 3, namun suhu maksimum pada tipe 1 lebih rendah dibandingkan dengan tipe 2 dan 3. Densitas maksimum dalam tangki tipe 2 lebih kecil dibandingkan dengan tipe 1, namun lebih besar dibandingkan tipe 3. Berdasarkan analisis ini, tangki tipe 1 disimpulkan sebagai yang terbaik untuk dipasang pada mobil JTM, karena meskipun tekanannya tidak sebesar tipe 2, namun dari segi suhu dan densitas, tipe 1 lebih unggul dibandingkan tipe 2 dan 3. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Ketiga tipe tangki memenuhi standar ISO 11439:2013 dengan tekanan maksimum yang berbeda-beda. Tipe 1 (367,7 bar), tipe 2 (407,6 bar), dan tipe 3 (339,01 bar). Suhu maksimum setelah proses pengisian adalah: tipe 1 (19,8°C), tipe 2 (31,7°C), dan tipe 3 (24°C), yang semuanya berada dalam rentang aman sesuai standar ISO 11439:2013. Densitas maksimum yang dapat disimpan tipe 1 (23,9 kg/m<sup>3</sup>), tipe 2 (25,58 kg/m<sup>3</sup>), dan tipe 3 (22,09 kg/m<sup>3</sup>). Tangki tipe 1 adalah tangki yang terbaik untuk mobil JTM dengan tekanan maksimum 367,7 bar, suhu hidrogen 19,8°C, dan densitas 23,9 kg/m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** *Computational Fluid Dynamics*, tangki penyimpanan hidrogen, tipe tangki



## ABSTRACT

This study aims to analyze the capacity of hydrogen storage tanks during the hydrogen refueling process in JTM cars using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation. The primary objectives of this research are to determine the pressure that can be stored in the tank, the maximum temperature during the refueling process, the maximum density that can be stored in the tank, and the best tank type based on the CFD simulation results. The simulation results show that the type 2 tank has a higher maximum pressure compared to types 1 and 3, but the maximum temperature in type 1 is lower than in types 2 and 3. The maximum density in the type 2 tank is lower than in type 1 but higher than in type 3. Based on this analysis, type 1 tank is concluded to be the best choice for JTM cars, as its temperature and density are superior to those of types 2 and 3, even though its pressure is not as high as type 2. The conclusions of this study are that all three tank types meet the ISO 11439:2013 standard with different maximum pressures: type 1 (367.7 bar), type 2 (407.6 bar), and type 3 (339.01 bar). The maximum temperature after the refueling process is: type 1 (19.8°C), type 2 (31.7°C), and type 3 (24°C), all within the safe range according to ISO 11439:2013 standards. The maximum density that can be stored is: type 1 (23.9 kg/m<sup>3</sup>), type 2 (25.58 kg/m<sup>3</sup>), and type 3 (22.09 kg/m<sup>3</sup>). Type 1 tank is the best choice for JTM cars with a maximum pressure of 367.7 bar, hydrogen temperature of 19.8°C, and a density of 23.9 kg/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Computational Fluid Dynamics, Hydrogen Storage Tank, Tank Type

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>State of Art</i> .....	4
2.2 Hidrogen.....	6
2.3 <i>Hydrogen Storage Tank</i> .....	7
2.4 Klasifikasi Storage Tank .....	8
2.5 <i>Design and Manufacturing</i> .....	10
2.4 Standar untuk <i>Hydrogen Tank</i> .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	16
3.2 Alat yang Digunakan.....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	16
3.4 Metode Pengambilan Data .....	20
3.5 Metode Analisis Data .....	20
3.6 Jadwal Penelitian.....	21

## **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1	Referensi Dimensi Tangki Hidrogen .....	22
4.2	Proses Perancangan Tangki Hidrogen .....	22
4.3	Parameter yang digunakan dalam CFD.....	27
4.4	Hasil simulasi Hydrogen Tank Tipe 1.....	30
4.5	Hasil simulasi Hydrogen Tank Tipe 2.....	37
4.6	Hasil simulasi Hydrogen Tank Tipe 3.....	44
4.7	Perbandingan 3 Tipe Tank .....	50

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> <i>Tank Meshing</i> .....	4
<b>Gambar 2.2</b> <i>Storage Tank Design</i> .....	5
<b>Gambar 2.3</b> <i>HRS Schematics</i> .....	6
<b>Gambar 2.4</b> Representasi skematik dari 4 <i>type storage tank</i> .....	8
<b>Gambar 2.5</b> Parameter utama yang dipertimbangkan untuk desain <i>storage tank</i>	10
<b>Gambar 2.6</b> Prinsip dari Pembuatan tangki logam .....	11
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	16
<b>Gambar 4.1</b> Tangki Oksigen.....	22
<b>Gambar 4.2</b> Proses desain bagian atas.....	23
<b>Gambar 4.3</b> Proses desain bagian tengah .....	23
<b>Gambar 4.4</b> Proses desain bagian bawah.....	23
<b>Gambar 4.5</b> <i>General Dimension tank type 1</i> .....	24
<b>Gambar 4.6</b> <i>General Dimension tank type 1</i> .....	24
<b>Gambar 4.7</b> Proses pembuatan silinder Wrapping .....	25
<b>Gambar 4.8</b> <i>General dimension Wrapping type 2</i> .....	25
<b>Gambar 4.9</b> Tangki tipe 2 .....	25
<b>Gambar 4.10</b> Proses desain bagian atas.....	26
<b>Gambar 4.11</b> Proses desain bagian tengah .....	26
<b>Gambar 4.12</b> Proses desain bagian bawah .....	26
<b>Gambar 4.13</b> <i>general dimension Wrapping type 3</i> .....	27
<b>Gambar 4.14</b> Tangki tipe 3 .....	27
<b>Gambar 4.15</b> Simplifikasi Gambar .....	28
<b>Gambar 4.17</b> <i>Boundary Condition</i> .....	29
<b>Gambar 4.18</b> Grafik <i>Max Pressure tank Type 1</i> .....	33
<b>Gambar 4.19</b> Grafik <i>Max Temperature tank Type 1</i> .....	35
<b>Gambar 4.20</b> Grafik <i>Max Density tank Type 1</i> .....	36
<b>Gambar 4.21</b> Grafik <i>Max Pressure tank Type 2</i> .....	40
<b>Gambar 4.22</b> Grafik <i>Max Temperature tank Type 2</i> .....	41
<b>Gambar 4.23</b> Grafik <i>Max Density tank Type 2</i> .....	43

<b>Gambar 4.24</b> Grafik <i>Max Pressure tank Type 3</i> .....	46
<b>Gambar 4.25</b> Grafik <i>Max Temperature tank Type 3</i> .....	48
<b>Gambar 4.26</b> Grafik <i>Max Density tank Type 3</i> .....	50
<b>Gambar 4.27</b> Grafik <i>Maximum Pressure Hydrogen Tank</i> .....	51
<b>Gambar 4.28</b> <i>Contour Maximum Pressure</i> .....	52
<b>Gambar 4.29</b> Grafik <i>Maximum Pressure Hydrogen Tank</i> .....	53
<b>Gambar 4.30</b> <i>Contour Maximum Temperature</i> .....	54
<b>Gambar 4.31</b> Grafik <i>Maximum Pressure Hydrogen Tank</i> .....	55
<b>Gambar 4.32</b> <i>Contour Maximum Density</i> .....	56



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi <i>Storage Tank</i> (Barthélémy, 2012).....	9
<b>Tabel 2.2</b> <i>General Design and safety standards</i> (Yang et al, 2022). ....	12
<b>Tabel 2.3</b> <i>Standards for hydrogen receptacles of fuel cell vehicles</i> (Yang et al, 2022). ....	14
<b>Tabel 2.4</b> standar yang digunakan.....	15
<b>Tabel 3.1</b> <i>Ganttchart</i> penelitian.....	21
<b>Tabel 4.1</b> <i>Main Dimension</i> .....	22
<b>Tabel 4.2</b> <i>Meshing Parameter</i> .....	28
<b>Tabel 4.3</b> <i>Simulation Parameter</i> .....	30
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Simulasi <i>Tank Type 1</i> .....	31
<b>Tabel 4.5</b> <i>Max Pressure Tank Type 1</i> .....	31
<b>Tabel 4.6</b> <i>Max Temperature Tank Type 1</i> .....	33
<b>Tabel 4.7</b> <i>Max Density Tank Type 1</i> .....	36
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Simulasi <i>Tank Type 1</i> .....	37
<b>Tabel 4.9</b> <i>Max Pressure Tank Type 2</i> .....	38
<b>Tabel 4.10</b> <i>Max Temperature Tank Type 2</i> .....	40
<b>Tabel 4.11</b> <i>Max Density Tank Type 2</i> .....	42
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Simulasi <i>Tank Type 3</i> .....	44
<b>Tabel 4.13</b> <i>Max Pressure Tank Type 3</i> .....	45
<b>Tabel 4.14</b> <i>Max Temperature Tank Type 3</i> .....	47
<b>Tabel 4.15</b> <i>Max Density Tank Type 3</i> .....	49

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam era saat ini, di mana perubahan iklim dan polusi udara menjadi perhatian utama, penggunaan bahan bakar fosil telah menjadi sumber permasalahan yang mendesak. Bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, telah menjadi pendorong utama ekonomi global selama beberapa abad terakhir. Namun, penggunaannya juga berkontribusi secara signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan polusi udara yang merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Penyumbatan jalan raya, kabut asap yang tebal di kota-kota besar, dan krisis iklim yang semakin memburuk adalah beberapa contoh nyata dari dampak negatif yang ditimbulkan oleh ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Oleh karena itu, munculnya alternatif yang bersih dan berkelanjutan dalam upaya mengatasi tantangan lingkungan global yang semakin kompleks ini. Salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar fosil adalah hidrogen, sebuah bahan bakar yang bersih, berlimpah, dan dapat dihasilkan dari sumber energi terbarukan. Dalam konteks ini, salah satu pengembangan teknologi *Genset* menjadi kunci dalam memfasilitasi penggunaan hidrogen sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Untuk menyuplai *hydrogen* kedalam *Genset*, diperlukan suatu tangki untuk menyimpan hidrogen. Tangki ini harus memenuhi standar keamanan yang ketat serta memiliki kepadatan energi yang tinggi untuk menyimpan jumlah hidrogen yang cukup. Tangki penyimpanan hidrogen memainkan peran sentral dalam memfasilitasi penggunaan gas hidrogen dalam berbagai aplikasi, mulai dari kendaraan bertenaga hidrogen hingga penyimpanan energi terbarukan. Dalam menghadapi tantangan transisi energi dari bahan bakar fosil ke sumber energi yang lebih bersih, tangki penyimpanan hidrogen menjadi fokus utama dalam pengembangan infrastruktur hidrogen. Salah satu tantangan utama dalam penyimpanan hidrogen adalah kepadatan energinya

yang rendah dalam bentuk gas, memerlukan sistem penyimpanan yang efisien dan ringan untuk memungkinkan penyimpanan dalam jumlah yang cukup besar untuk aplikasi praktis. Berbagai jenis tangki penyimpanan telah dikembangkan, termasuk tangki logam, tangki serat karbon, dan tangki cair, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan mereka sendiri. Pengembangan terbaru dalam teknologi tangki penyimpanan hidrogen mencakup inovasi dalam material dan proses produksi untuk meningkatkan kekuatan, keamanan, dan efisiensi biaya. Implikasi ekonomi dan lingkungan dari pengembangan teknologi tangki penyimpanan hidrogen sangat signifikan, dengan potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan menciptakan lapangan kerja baru dalam sektor energi terbarukan. Oleh karena itu, pengembangan terus menerus dalam teknologi tangki penyimpanan akan memainkan peran kunci dalam mempercepat adopsi hidrogen sebagai bahan bakar alternatif yang penting dalam panduan menuju masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Dengan demikian, pengembangan teknologi tangki penyimpanan hidrogen menjadi penting dalam memfasilitasi penggunaan kendaraan bertenaga hidrogen secara luas. Inovasi terus-menerus dalam desain dan material tangki akan membantu meningkatkan keamanan, kepadatan energi, dan efisiensi biaya dari infrastruktur hidrogen. Dengan dukungan yang tepat, tangki penyimpanan hidrogen memiliki potensi untuk menjadi elemen kunci dalam mewujudkan masa depan transportasi yang bersih, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya, diperoleh suatu rumusan masalah. Yaitu:

1. Berapa besar tekanan yang dapat disimpan dalam tangki?
2. Berapa besar temperatur maksimum dalam proses pengisian tangki?
3. Berapa besar densitas maksimum yang dapat disimpan dalam tangki?
4. Tangki tipe mana yang terbaik berdasarkan simulasi CFD?

### 1.3 Batasan Masalah

penelitian Analisis Kapasitas *Hydrogen Storage Tank* Menggunakan Simulasi *Solidworks* dalam proses Pengisian *Hydrogen* pada Mobil JTM ini perlu batasan masalah supaya pembahasan dan pengkajian terfokus dan tidak meluas. Berikut penjabarannya.

1. Simulasi yang akan dilakukan menggunakan *Software Solidworks*.
2. Standar tipe *Hydrogen Tank* yang digunakan yaitu tipe 1,2, dan 3.
3. Material pada silinder menggunakan Aluminium dengan karakteristik material berdasarkan *Ansys Fluent*.
4. Material yang digunakan untuk *Wrapping* yaitu *carbon fiber* dengan karakteristik material berdasarkan *Ansys Fluent*.
5. Ketebalan *Wrapping* sebesar 0,05 mm.
6. *Heat Transfer* yang terjadi diabaikan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini.

1. Mengetahui tekanan yang dapat disimpan dalam tangki.
2. Mengetahui suhu maksimum selama proses pengisian tangki
3. Mengetahui densitas maksimum yang dapat disimpan dalam tangki.
4. Mengetahui tipe tangki terbaik berdasarkan hasil simulasi CFD

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini.

1. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi perancang dan insinyur dalam menentukan ukuran *Hydrogen Storage Tank* dalam aplikasi kendaraan hidrogen, yang akan membantu dalam menghemat biaya pembuatan, mengurangi tempat penggunaan, dan mendukung upaya keberlanjutan dalam industri otomotif.
2. Memberikan wawasan serta sumber referensi bagi peneliti yang ingin meneliti *Hydrogen Storage Tank*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anslys (2022). ANSYS Fluent User Guide. Ansys: Canonsburg, PA, USA
- Barthélémy, H. (2012). Hydrogen storage–Industrial prospectives. *International journal of hydrogen energy*, 37(22), 17364-17372.
- Chandrasa, G. T., Zuhail, Z., Dalimi, R., & Hoetman, A. R. (2006). Fuel cell Hidrogen Tipe Pem Sebagai Sumber Energi Mobil Listrik Ultra Ringan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*, 98862. 31-40
- Ma'ruf, M., & Widiharsa, F. A. (2016). Fuel cell sebagai sumber energi listrik alternatif pengisi baterai dengan pengendali panas. *Transmisi*, 12(1), 45-54.
- Monteiro, J. M., Ribeiro, L., Monteiro, J., Baptista, A., & Pinto, G. F. (2024). Computational Fluid Dynamics Simulation of Filling a Hydrogen Type 3 Tank at a Constant Mass Flow Rate. *Energies*, 17(6), 1375.
- Putra, A. M. (2010). Analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan KOH. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.vol 2 no 2 141-154
- Saferna, A., Saferna, P., Kuczyński, S., Łaciak, M., Szurlej, A., & Włodek, T. (2024). Effects of Hydrogen, Methane, and Their Blends on Rapid-Filling Process of High-Pressure Composite Tank. *Energies*, 17(5), 1130.
- Simonovski, I., Baraldi, D., Melideo, D., & Acosta-Iborra, B. (2015). Thermal simulations of a hydrogen storage tank during fast filling. *international journal of hydrogen energy*, 40(36), 12560-12571..
- Stops, L., Siebe, D., Stary, A., Hamacher, J., Sidarava, V., Rehfeldt, S., & Klein, H. (2024). Generalized thermodynamic modeling of hydrogen storage tanks for truck application. *Cryogenics*, 103826.
- Xie, H., Makarov, D., Kashkarov, S., & Molkov, V. (2023). CFD Simulations of Hydrogen Tank Fuelling: Sensitivity to Turbulence Model and Grid Resolution. *Hydrogen*, 4(4), 1001-1021.
- Yang, Y., Lin, L., & Bao, W. (2022, April). Development of standards for liquid hydrogen in China. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1011, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.