

ISSN 3026-7579



<https://journal.jgu.ac.id/index.php/imejour>



Integrated Mechanical Engineering Journal

IMEJOUR

November 2023

Vol. 1 No. 1

e-ISSN: 3026-7579



Jurusan Teknik Mesin
Universitas Global Jakarta

DAFTAR ISI

Daftar Isi	i
Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Listrik Berbasis Panel Surya dengan variasi Profil Pada Penopang Panel Surya (<i>Aji Saputra, Ade Sunardi, M Zaenudin</i>)	1-10
Pengaruh Variasi Struktur Rangka Terhadap Kekuatan Pembebanan Pada Stasiun Pengisian Daya Listrik dengan Panel Surya (<i>Ade Suparman, Ade Sunardi, M Zaenudin</i>)	11-18
Analisis Ketahanan Rangka Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Berbasis Panel Surya Portabel Terhadap Laju Angin (<i>Muhammad Imam, Ade Sunardi, M Zaenudin</i>)	19-29
Simulasi Beban Rangka Mesin Pencacah Plastik Menggunakan <i>Software Autodesk Inventor</i> (<i>Romansa, Adhes Gamayel, YKP Saleh, M Zaenudin</i>)	30-36
Perbandingan Nilai Kalor Briket Arang dengan Campuran Bahan Baku Buah Bintaro dengan Batang Pohon Jambu Biji Menggunakan Alat Press Penggerak Pneumatik (<i>Bondan Sugiarto, M Zaenudin, YKP Saleh</i>)	37-45

DEWAN REDAKSI**Penanggung Jawab:**

Rektor Universitas Global Jakarta

Ketua Penyunting (Chief Editor):

Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.

Penyunting Ahli (Editor):

Adhes Gamayel, PhD

Penyunting Pelaksana (Section Editor):

1. Ade Sunardi, ST., MT.
2. Yasya Khalif Perdana Saleh, ST., M.Sc.
3. Dr. Sidik Mulyono, ST., MT.

Reviewer:

1. Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng.
2. Adhes Gamayel, PhD
3. Ade Sunardi, ST., MT.
4. Yasya Khalif Perdana Saleh, ST., M.Sc.
5. Dr. Sidik Mulyono, ST., MT.
6. Fajar Mulyana, ST., MT.
7. Nashrul Chanief Hidayat, ST., M.Eng.
8. Ujiburrahman, ST., MT.
9. Zulhamidi, S.Pd., MT.

Penyunting Pelaksana (Administrator IT):

1. Dian Nugraha, SST., M.IT.
2. Safira Faizah, S.Tr.Kom., M.IT.

Integrated Mechanical Engineering Journal (IMEJOUR)

Vol. 1, No. 1, November 2023

<https://journal.jgu.ac.id/index.php/imejour/index>

Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Listrik Berbasis Panel Surya dengan Variasi Profil Pada Penopang Panel Surya

Aji Saputra¹, Ade Sunardi¹, Mohamad Zaenudin^{1,*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Article Info	ABSTRAK
Article history: Dikirim 12 September 2023. Revisi 13 September 2023. Diterima 13 September 2023.	Solar panel-based electric charging stations are a combination of electricity sources and solar panels, allowing efficient and effective charging and helping to source electricity from natural energy in the form of renewable energy, namely the sun. The use of solar panels as the main energy source can reduce dependence on limited energy sources and produce lower greenhouse gas emissions and reduce dependence on fossil energy sources. The purpose of this thesis is to design and analyze the strength and durability of solar panel-based electric charging stations on their supports. The method used in this study is quantitative data taken using Ansys software simulations. The results showed that Design 1 on the solar panel supports had a maximum deformation of 0.2397 mm at an angle of 70 and design 2 produced a maximum deformation of 0.0052439 mm at an angle of 70 to the right/left. Based on these results, it can be concluded that the design of 1 solar panel support is better in terms of strength and durability because the load on the solar panel that is on the support only has an effect of 0.2397 mm which can withstand a load of around 320 N.
Keywords: Electric charging station Solar Panel Solar Panel Support	
*Corresponding Author: M Zaenudin Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412 Email: mzaenudin@jgu.ac.id DOI: https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.1	

1. PENDAHULUAN

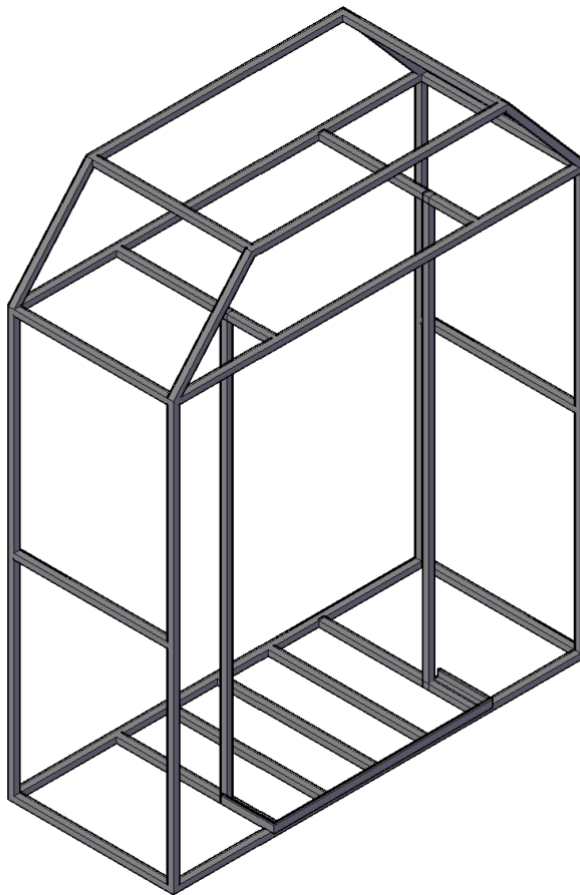
Kemajuan teknologi di bidang transportasi telah meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat adalah motor listrik, yang menawarkan keuntungan seperti kinerja yang lebih baik, emisi yang lebih rendah, dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan motor berbahan bakar fosil. Perkembangan kendaraan bertenaga motor listrik di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Namun, masalah yang sering dihadapi dalam menggunakan motor listrik adalah ketersediaan stasiun pengisian daya yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan teknologi pengisian daya motor listrik yang dapat menggabungkan sumber listrik dan panel surya, sehingga memungkinkan pengisian daya yang efisien dan efektif serta membantu sumber tenaga listrik dari energi alam berupa energi terbarukan yaitu matahari, serta membantu mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Rancang bangun stasiun pengisian daya motor listrik yang menggabungkan sumber listrik dan panel surya ini dapat menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan keberlanjutan energi dan mengurangi emisi karbon.

Berdasarkan permasalahan yang ada di atas maka dibuatlah konstruksi pembuatan stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya, dengan berfokus pada penopang panel surya yang dapat diidentifikasi yaitu perbedaan model desain dengan 1 arah dan berbagai arah pada sudut kemiringan, perubahan yang terjadi bila kemiringan sudut diubah, dan bagaimana

desain penopang panel surya yang baik dalam kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya listrik? Dengan diidentifikasi permasalahan yang ada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya motor listrik dalam pengoperasiannya. Mengetahui jenis, bentuk, dan ukuran yang tepat serta memaksimalkan listrik yang didapat dari kemiringan panel surya yang tepat. Bermanfaat juga dalam pengembangan pembuatan stasiun daya motor listrik terutama dalam sumber tenaga surya dan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam membuat pengisian daya motor listrik yang efektif dan efisien.

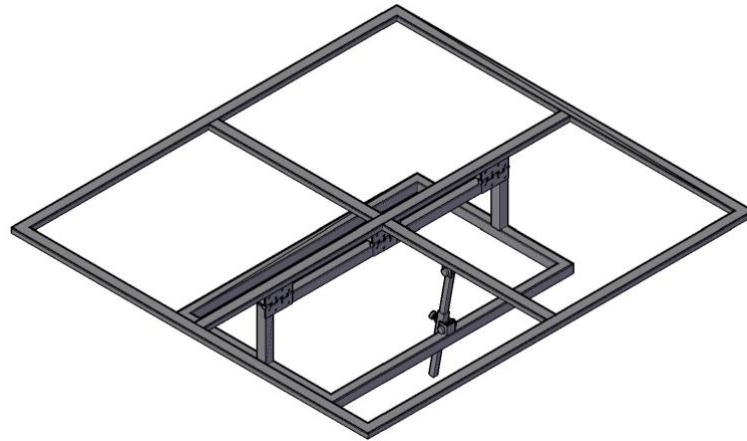
2. METODE

Dalam membuat model desain stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya menggunakan software AutoCAD kemudian dilakukan pengujian kekuatan dan ketahanan menggunakan software Ansys 2022 R1. Sementara pembuatan stasiun pengisian daya listrik menggunakan alat-alat konstruksi yang biasa dipakai yaitu perkakas, kompresor, mesin las SMAW, dan *spray gun*. Untuk bahan yang digunakan berupa besi hollow dengan ukuran 30×30 mm tebal 1.8 mm dan papan triplek dengan tebal 3 mm dan 18 mm.

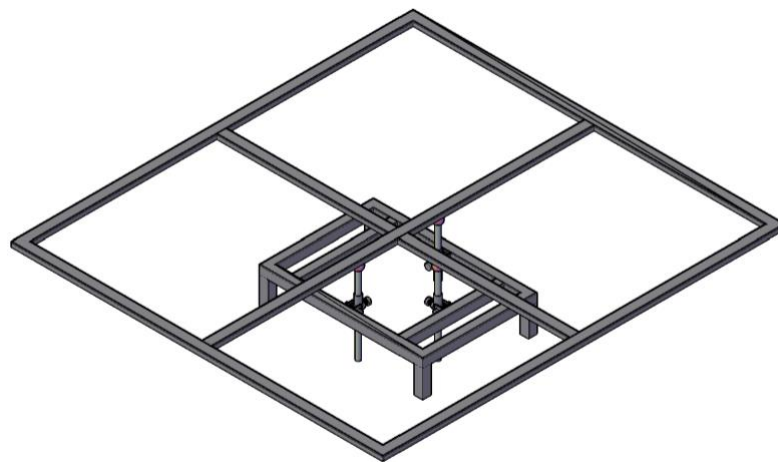


Gambar 1. Rangka stasiun pengisian daya listrik

Gambar 1 merupakan desain rangka stasiun pengisian daya listrik dengan ukuran $1500 \times 600 \times 1800$ mm. menggunakan besi hollow yang disambung menggunakan las SMAW.



Gambar 2. Desain 1 penopang panel surya



Gambar 3. Desain 2 penopang panel surya

Desain 1 dan desain 2 memiliki perbedaan (masing-masing Gambar 2 dan 3). Desain 1 hanya memiliki 1 arah saja sementara desain 2 dapat berbagai arah, jika 2 desain tersebut dimiringkan pada setiap sudut maka kekuatan dan ketahanannya pun berubah. Variabel yang ditentukan yaitu desain penopang yang berbeda dan sudut kemiringan panel surya yang ditentukan 70° , 80° , dan 90° .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4 memperlihatkan hasil pengujian, apabila material mendapat beban maka akan mengalami kondisi titik luluh (*elastis*) sampai dengan *heel point* setelah itu akan mengalami kondisi titik putus (*plastis*). Pada sebuah struktur seluruh perhitungan harus dalam kondisi di bawah *yield point*, maka dirumuskan sebagai berikut ini:

$$AK = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{perhitungan}} \quad \text{Pers. 1}$$

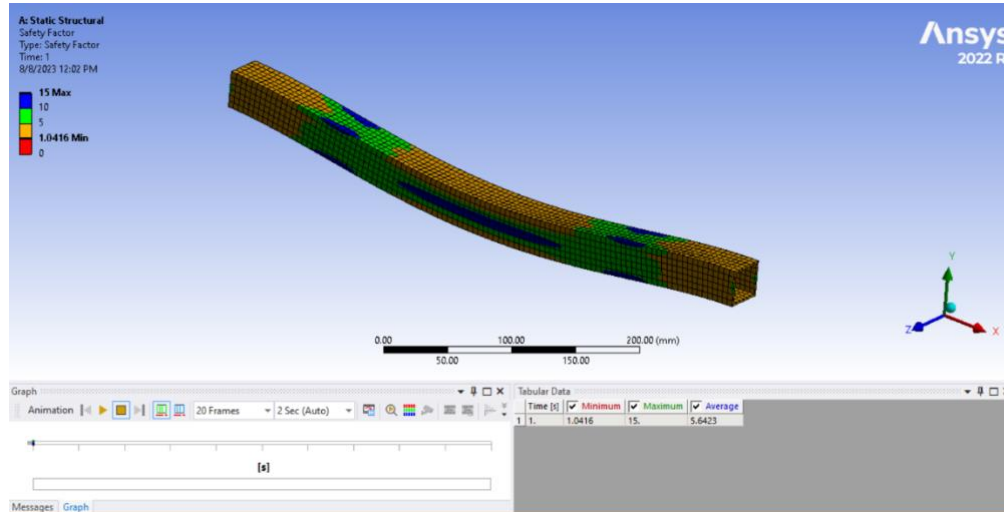
$AK > 1$, aman

$AK = 1$, kritis

$AK < 1$, gagal

Dari Pers. 1 $AK = \text{Angka Keamanan}$, apabila berada di atas 1 maka material masih dizona aman dalam bahaya jika angka keamanannya sama dengan 1 maka berhati-hati akan mengalami kegagalan dan apabila di bawah 1 maka mengalami kegagalan.

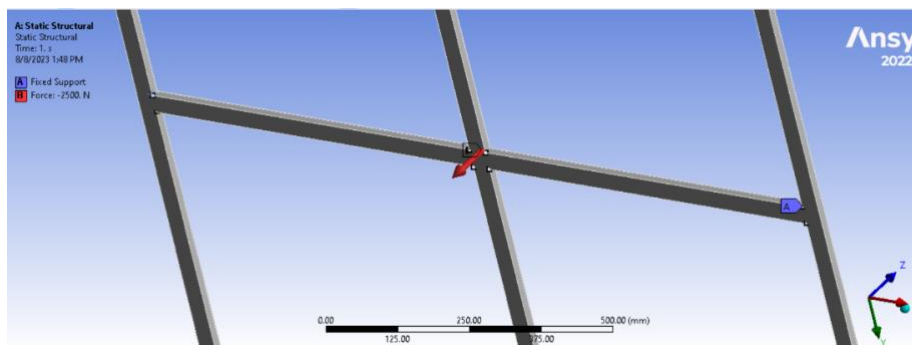
Pengujian pertama dilakukan pada batang besi hollow dengan ukuran $30 \times 30 \text{ mm}$ dengan ketebalan 1.8mm dengan panjang 500 mm



Gambar 4. Hasil simulasi batang besi hollow

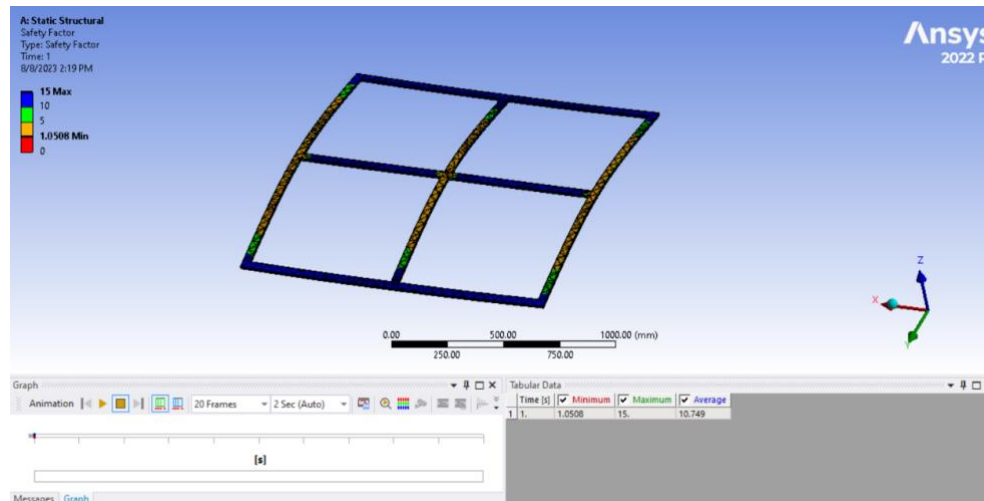
Dari hasil simulasi yang didapat bahwa batang besi hollow dengan panjang 500 mm dengan ketebalan 1.8 mm pada titik tumpu berada di samping sementara titik beban berada di tengah sehingga dapat dilihat hasilnya mampu menahan beban sekitar $7000 \text{ N} = 713.5576 \text{ kg}$ yang merupakan *safety factor* dikarenakan nilai AK minimalnya masih diatas 1 maka dianggap batas *warning*/kritis.

Pengujian kedua dapat dilihat pada Gambar 5, yang dilakukan yaitu pada tempat panel surya dengan ukuran $1370 \times 1480 \text{ mm}$ menggunakan besi hollow ukuran $15 \times 35 \text{ mm}$ ketebalan 1.4 mm.



Gambar 5. Titik tumpu dan titik beban pada tempat panel surya

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan huruf A warna biru merupakan ada 6 titik tumpu sedangkan huruf B warna merah menunjukkan titik beban yang ada di atas.



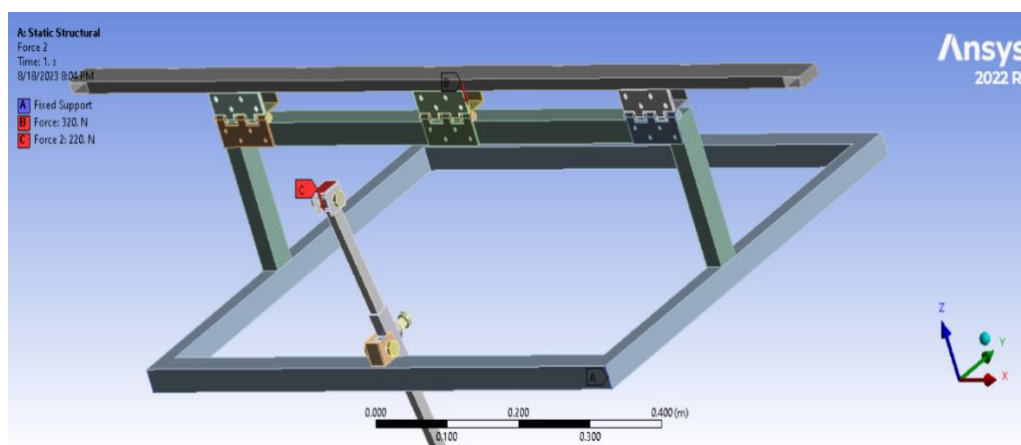
Gambar 6. Hasil *safety factor* tempat panel surya

Hasil yang didapatkan tempat panel surya mampu menahan beban hingga 2500 N atau 254.929 kg dengan nilai angka keamanannya masih lebih sedikit diangka 1 sehingga *safety factor* dizona kritis

3.1. Hasil Pengujian Desain 1

Gambar 7 merupakan letak titik tumpu dan titik beban yang akan dilakukan simulasi. Huruf A yaitu titik tumpu yang letaknya berada di 4 sisi sedangkan huruf B dan C merupakan titik bebannya untuk B letaknya berada pada engsel memiliki beban 2 panel surya dan berat tempat panel surya yaitu menjadi 320 N sementara C letaknya penahan panel surya memiliki beban hanya beberapa saja yaitu 1 beban panel surya yaitu 220 N.

Tabel 1 berisikan hasil maksimal dari setiap sudut kemiringan panel surya ke arah depan dengan pengujian deformasi, regangan, dan tegangan pada *software* Ansys yang telah dilakukan.

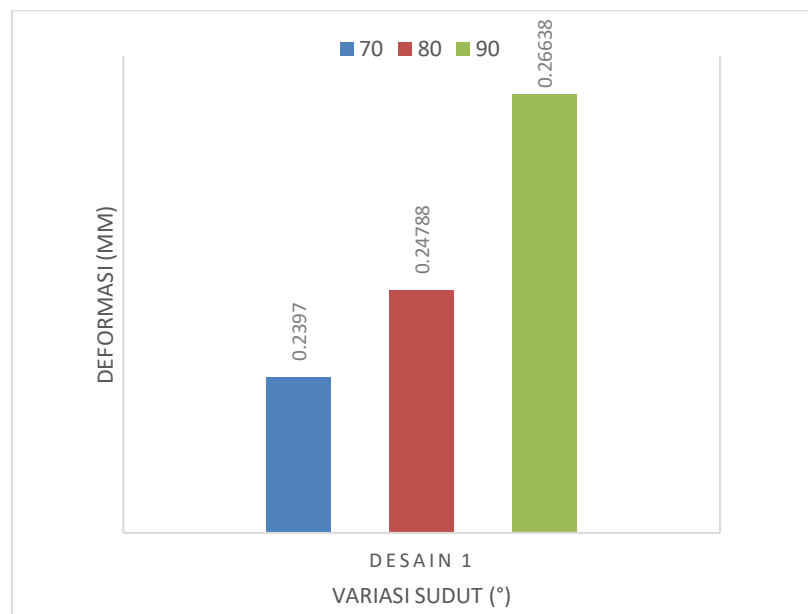


Gambar 7. Desain 1 titik tumpu dan titik beban

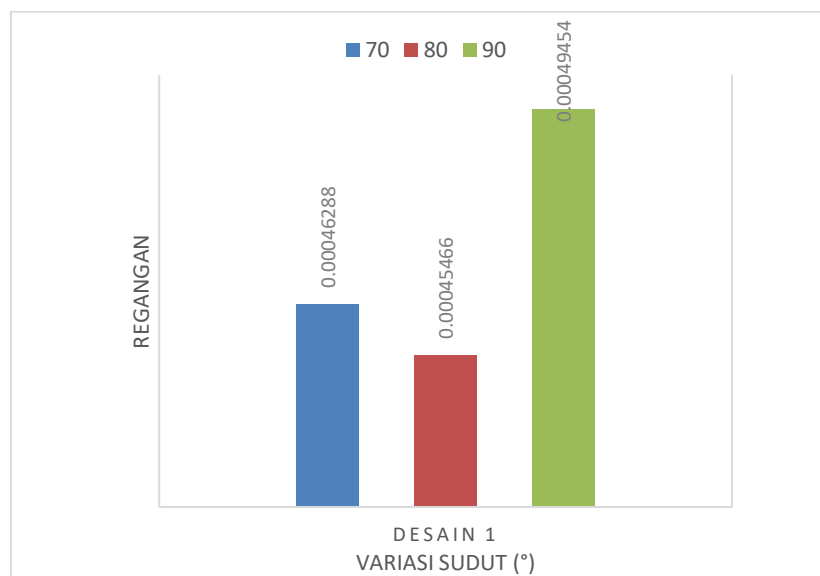
Tabel 1. Desain 1 hasil pengujian.

Jenis Pengujian	Sudut kemiringan (°)		
	70	80	90
Deformasi (mm)	0.2397	0.24788	0.26638
Regangan (mm/mm)	0.00046288	0.00045466	0.00049454
Tegangan (MPa)	90.31	81.07	91.262

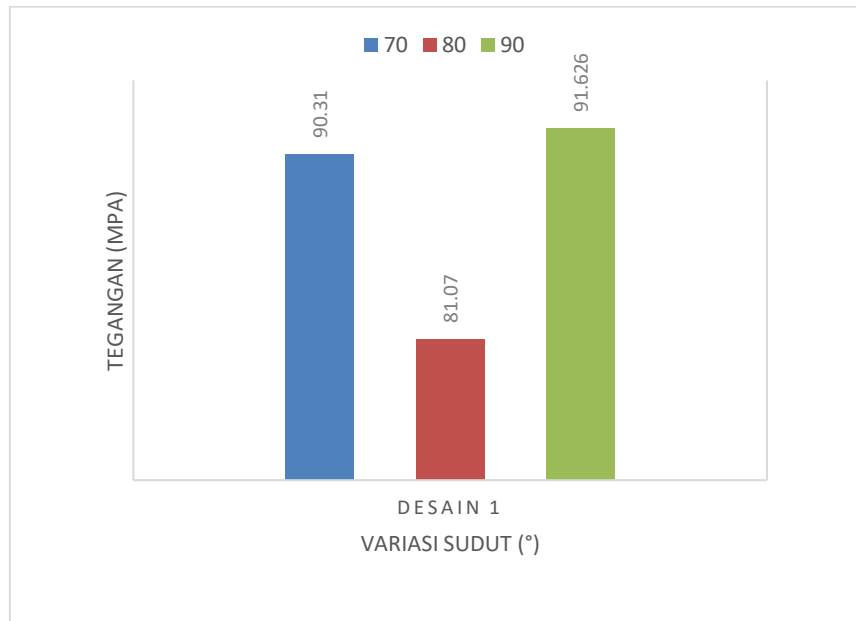
Lebih jelas dapat dilihat pada grafik Gambar 8, 9 dan 10, dimana perbedaan setiap sudut 70°, 80°, 90° hanya 1 arah saja yaitu depan dengan hasil deformasi, hasil regangan, dan hasil tegangan



Gambar 8. Nilai maksimal deformasi desain.



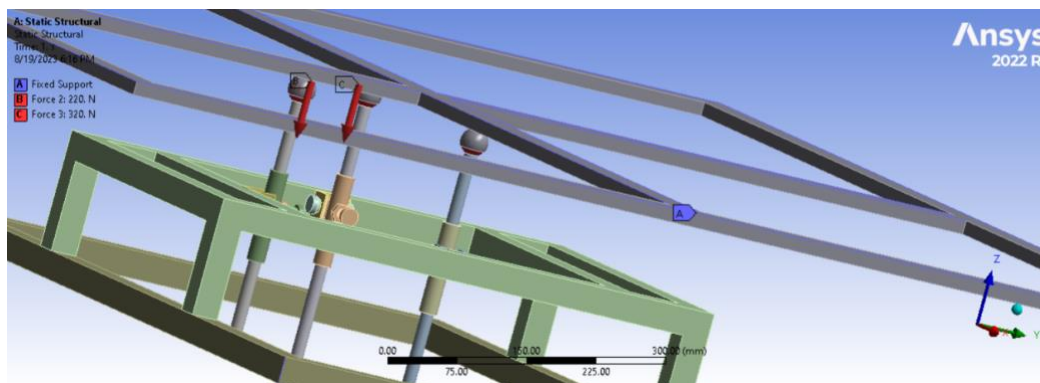
Gambar 9. Nilai maksimal regangan desain 1



Gambar 10. Nilai maksimal tegangan desain 1.

3.2. Hasil Pengujian Desain 2

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan software ansys dan perancangan menggunakan software autocad maka telah didapatkan hasil uji coba yang disimulasikan lewat komputer oleh software ansys maupun perancangan pada software autocad yang dapat diterapkan dalam kenyataannya. Pada desain 2 ini memiliki pengujian yang cukup banyak karena arah yang ditentukan *fleksibel* diantaranya arah depan, belakang, kanan, dan kiri. Dengan pengujian desain 2 maka didapatkan hasilnya sebagai berikut.



Gambar 11. Desain 2 titik tumpu dan titik beban

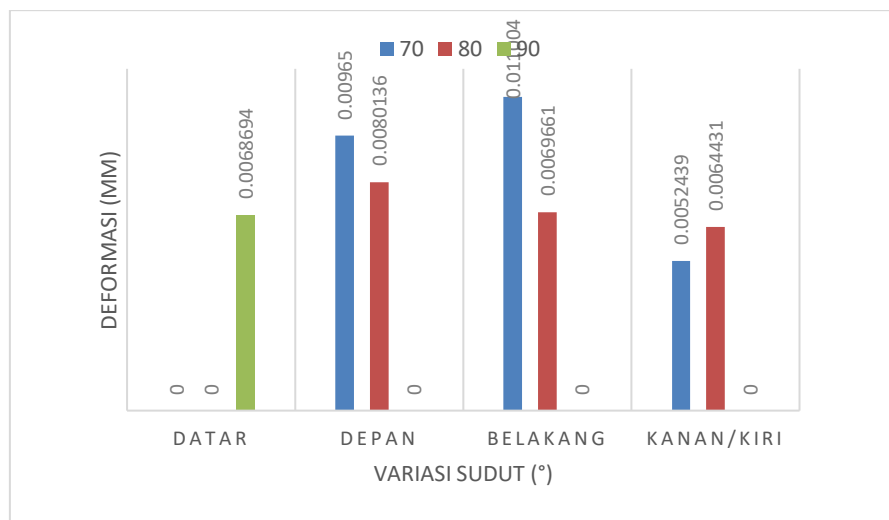
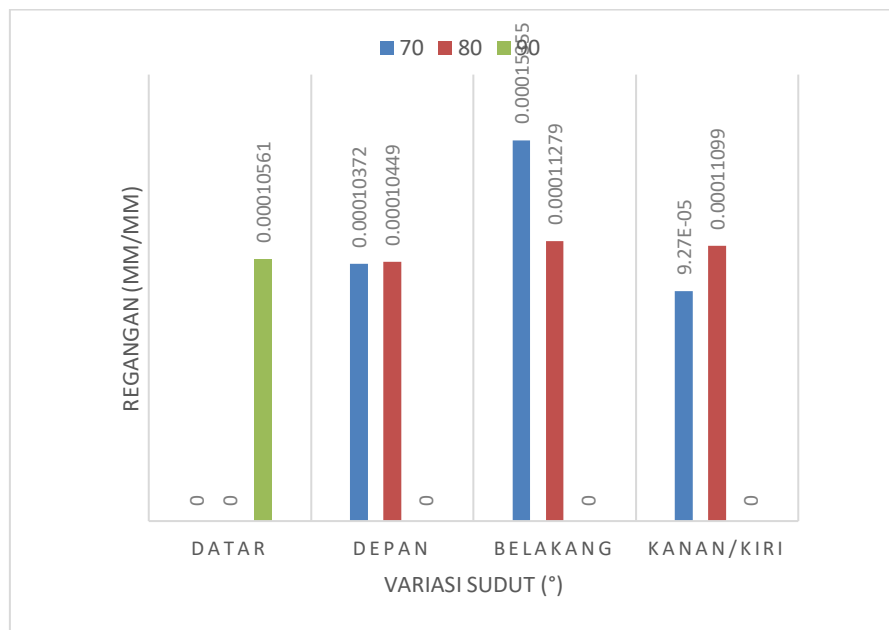
Gambar 11 merupakan letak titik tumpu dan titik beban yang akan dilakukan simulasi. Huruf A yaitu titik tumpu yang letaknya berada di 4 sisi dan tempat panel surya sedangkan huruf B, dan C merupakan titik bebannya untuk C letaknya di depan penahan panel surya memiliki beban 2 panel surya dan berat tempat panel surya sehingga menjadi 320 N sementara B letaknya berada di kanan dan kiri pada penahan panel surya yang memiliki beban hanya beberapa saja yaitu 1 beban panel surya dan berat tempat panel surya yaitu 220 N

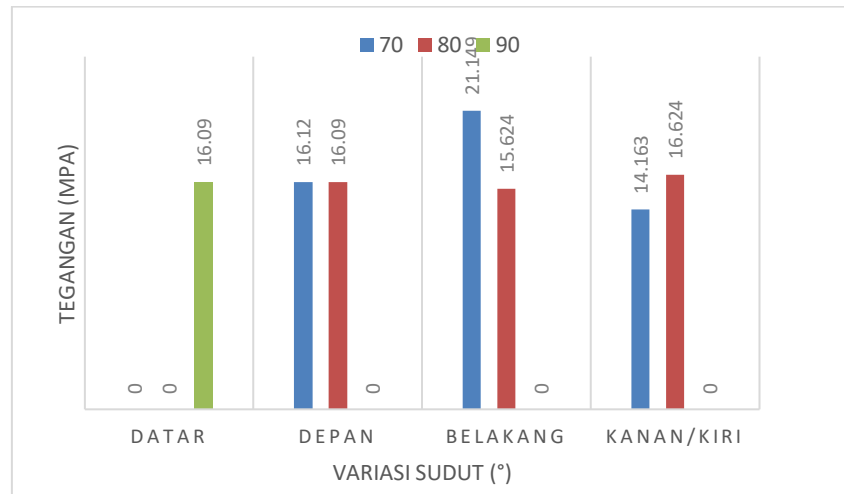
Tabel 2 berisikan hasil maksimal dari setiap sudut kemiringan panel surya ke arah depan dengan pengujian deformasi, regangan, dan tegangan pada *software* Ansys yang telah dilakukan.

Tabel 2. Desain 2 hasil pengujian.

Jenis Pengujian	Sudut dan Arah Kemiringan Panel Surya						
	70 Depan	70 Belakang	70 Kanan/kiri	80 Depan	80 Belakang	80 Kanan/kiri	90
Deformasi (mm)	0.00965	0.011004	0.0052439	0.0080136	0.0069661	0.0064431	0.0068694
Regangan (mm/mm)	0.00010372	0.00015355	9.2669e-5	0.00010449	0.00011279	0.00011099	0.00010561
Tegangan (MPa)	16.12	21.149	14.163	16.09	15.624	16.624	16.09

Lebih jelas dapat dilihat pada grafik pada Gambar 12, 13, dan 14, dimana perbedaan setiap sudut dan arah kemiringan panel surya dengan hasil deformasi, hasil regangan, dan hasil tegangan.

**Gambar 12.** Nilai maksimal deformasi desain 2**Gambar 13.** Nilai maksimal regangan desain 2



Gambar 14. Nilai maksimal tegangan desain 2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai rancang bangun stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya dengan variasi profil pada penopang panel surya.

1. Perbedaan antara desain 1 dan desain 2 yaitu: Desain 1 lebih simple pembuatan konstruksi daripada desain 2. Struktur kekuatan dan ketahanan lebih baik desain 1. Desain 1 lebih mudah mengatur sudut kemiringan panel surya namun hanya 1 arah. Fleksibelnya kemiringan panel surya pada desain 2 sehingga mudah mendapatkan sumber listrik dari sinar matahari yang tepat.
2. Desain 1, semakin miring sudut atau penahan panel suryanya makin kebawah maka semakin kecil juga deformasinya sementara untuk regangan dan tegangan paling rendah di sudut 80 derajat dan paling tinggi disudut 90 derajat yaitu regangan rendah 0.00045466 mm/mm dan regangan tinggi 0.00049454 mm/mm, tegangan rendah 81.07 MPa dan tegangan tinggi 91.262 MPa. Desain 2, perubahan pada hasil deformasi pada sudut 90 dan 80 tidak terlalu signifikan perubahannya namun disudut 70 memiliki perubahan yang sangat signifikan yaitu berada pada arah kanan/kiri dengan nilai 0.0052439 mm. Sama halnya dengan regangan dan tegangan yang mengalami perubahan drastis berada di sudut 70 yaitu pada arah belakang dengan nilai regangan 0.00015355 mm/mm dan tegangannya 21.149 MPa. Untuk menjaga alatnya diperlukan perawatan rutin pada sendi yang berputar dan gesekan antar besi dengan memberikan pelumas seperti oli atau lainnya untuk mencegah terjadinya macet saat mengatur kemiringan panel surya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini

REFERENSI

- [1] Cakrawala96. (15 September 2021). "Pengertian Panel Surya dan Bagian-bagiannya." [www.gesaintech.com](https://www.gesaintech.com/2021/09/bagian-bagian-utama-panel-surya.html). <https://www.gesaintech.com/2021/09/bagian-bagian-utama-panel-surya.html>.

- [2] Dharmawan, I. P., I. N. S. Kumara, dan I. N. Budiastra. "Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Di Indonesia." *Jurnal SPEKTRUM*, Volume 8, No. 3 September 2021
- [3] Diharjo, Kuncoro. (Juli 2019). "Desain, Pemilihan Material, Dan Faktor Keamanan Stasiun Pengisian Gawai menggunakan Metode Elemen Hingga." [www.academia.edu](https://www.academia.edu/94417699/Desain_Pemilihan_Material_Dan_Faktor_Keamanan_Stasiun_Pengisian_Gawai_Menggunakan_Metode_Elemen_Hingga). https://www.academia.edu/94417699/Desain_Pemilihan_Material_Dan_Faktor_Keamanan_Stasiun_Pengisian_Gawai_Menggunakan_Metode_Elemen_Hingga
- [4] "Hollow dalam dunia konstruksi :pengertian, tipe, dan fungsinya" blkp.co.id. <https://blkp.co.id/blogs/detail/apa-itu-hollow>.
- [5] Jordan, Yudha (29 Juni 2021). "Mengenal Besi Hollow: Pengertian, Jenis, Ukuran, & Harganya. japdesain.com. <https://japdesain.com/blog/besi-hollow/>
- [6] Mengenal jenis-jenis triplek, ukuran, dan harga terbaru 2023. (16 Februari 2023). www.rumah.com. <https://www.rumah.com/panduan-properti/pahami-jenis-jenis-triplek-ukuran-dan-harga-terbaru-2020-29070>
- [7] Metode Praktis untuk Mendesain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Bangunan Residensial. (25 Februari 2022). ftmm.unair.ac.id. <https://ftmm.unair.ac.id/metode-praktis-untuk-mendesain-pembangkit-listrik-tenaga-surya-pada-bangunan-residensial/>
- [8] Muzakir. "Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya." *Serambi Engineering*, Volume VI, No. 1, (2021):1655-1661.
- [9] Nugroho, Onang Surya. "Desain Pengisian Optimal Kendaraan Listrik Berdasarkan Kebutuhan Daya Grid Dan Kondisi Grid Pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Menggunakan Kontroler Logika Fuzzy." repository.its.ac.id. Diakses pada Jum'at, 27 Januari 2023 dari https://repository.its.ac.id/75553/1/2212100009-Undergraduated_Thesis.pdf
- [10] "Pengetahuan Lengkap Tentang Stasiun Pengisian Listrik Umum Khusus Motor Listrik" chat.openai.com, <https://chat.openai.com/chat>
- [11] Prasad, Bugatha Ram Vara. (July 2021). "Solar Charging Station for electric vehicles." https://www.researchgate.net/publication/353413501_Solar_Charging_for_electric_vehicles
- [12] Tabel Besi Hollow SNI: Jenis dan Ragam Kegunaannya. 2022. (<https://kpssteel.com/besi-hollow/tabel-besi-hollow-sni-jenis-dan-ragam-kegunaannya/>, diakses 23 Juni 2023)

Pengaruh Variasi Stuktur Rangka Terhadap Kekuatan Pembebanan Pada Stasiun Pengisian Daya Listrik dengan Panel Surya

Ade Suparman¹, Ade Sunardi¹, Mohamad Zaenudin^{1,*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Article Info

Article history:

Dikirim 12 September 2023.

Revisi 15 September 2023.

Diterima 18 September 2023

Keywords:

Electric charging station

Structural variation

Solar panel support

ABSTRAK

The use of solar panels in electric power charging stations is becoming increasingly popular as part of efforts to adopt renewable energy sources. In this context, the structural framework supporting the solar panels plays a crucial role in maintaining the stability and reliability of the system. Therefore, this thesis aims to investigate the influence of various structural framework variations on the strength of static loading in solar-powered electric charging stations. The research methodology employed simulation of static loading at three different load levels, namely 40 kg, 50 kg, and 60 kg. The analysis was conducted by comparing the equivalent stresses and total deformations between "Design 1" and "Design 2" at each load level. The research findings reveal significant differences in equivalent stresses and total deformations between the two designs at each load level. Design 1, with a stiffer structural framework, exhibited higher equivalent stresses and greater total deformations compared to Design 2. Consequently, this study provides a deeper understanding of the influence of various structural framework variations on the strength of static loading in solar panel support structures. These findings can serve as a basis for optimizing the structural design of solar-powered electric charging systems.

*Corresponding Author:

M Zaenudin

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Email: mzaenudin@jgu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.2>

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang transportasi telah meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat adalah motor listrik, yang menawarkan keuntungan seperti kinerja yang lebih baik, emisi yang lebih rendah, dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan motor berbahan bakar fosil. Perkembangan kendaraan bertenaga motor listrik di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Namun, masalah yang sering dihadapi dalam menggunakan motor listrik adalah ketersediaan stasiun pengisian daya yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan teknologi pengisian daya motor listrik yang dapat menggabungkan sumber listrik dan panel surya, sehingga memungkinkan pengisian daya yang efisien dan efektif serta membantu sumber tenaga listrik dari energi

alam berupa energi Terbarukan yaitu matahari, serta membantu mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Rancang bangun stasiun pengisian daya motor listrik yang menggabungkan sumber listrik dan panel surya ini dapat menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan keberlanjutan energi dan mengurangi emisi karbon.

Berdasarkan permasalahan yang ada di atas maka dibuatkanlah konstruksi pembuatan stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya, dengan berfokus pada penopang panel surya yang dapat diidentifikasi yaitu perbedaan model desain dengan 1 arah dan berbagai arah pada sudut kemiringan, perubahan yang terjadi bila kemiringan sudut diubah, dan bagaimana desain penopang panel surya yang baik dalam kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya listrik? Dengan diidentifikasi permasalahan yang ada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya motor listrik dalam pengoperasiannya. Mengetahui jenis, bentuk, dan ukuran yang tepat serta memaksimalkan listrik yang didapat dari kemiringan panel surya yang tepat. Bermanfaat juga dalam pengembangan pembuatan stasiun daya motor listrik terutama dalam sumber tenaga surya dan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam membuat pengisian daya motor listrik yang efektif dan efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi energi surya, penelitian-penelitian sebelumnya telah mencoba untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja struktural stasiun pengisian daya listrik dengan panel surya. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh variasi desain struktur rangka terhadap kekuatan struktural akibat pembebanan statis [1,2]. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut telah memberikan pemahaman awal yang relevan tentang bagaimana desain struktur rangka dapat mempengaruhi kemampuan stasiun pengisian daya untuk menahan beban-beban statis tertentu.

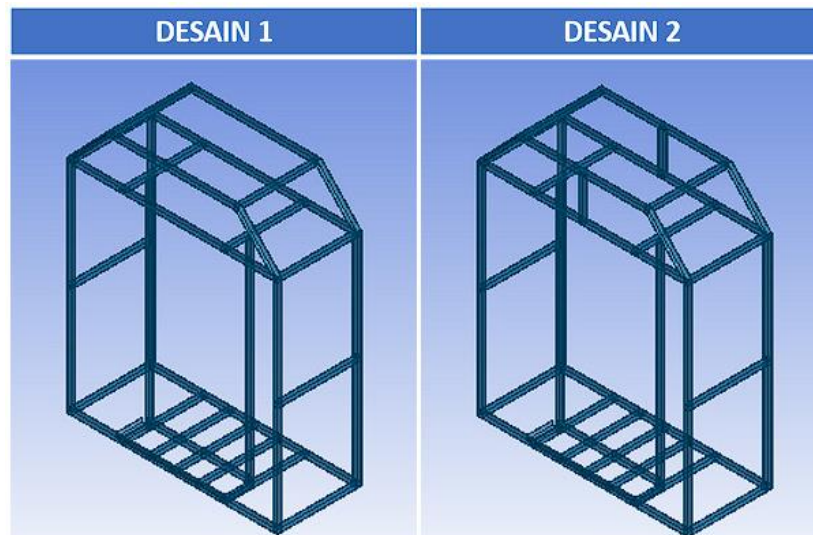
Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan pemahaman yang lebih baik tentang respons struktural pada variasi struktur rangka yang berbeda dalam kondisi pembebanan statis. Dengan memahami pengaruh variasi struktur rangka, dapat dilakukan optimasi desain untuk meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan keandalan stasiun pengisian daya listrik dengan panel surya. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan penting dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan mendorong adopsi sistem pengisian daya berbasis energi surya dalam infrastruktur transportasi yang berkelanjutan.

2. METODE

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menerapkan metode kuantitatif untuk memperoleh data-data penelitian. Metode kuantitatif adalah metode yang dilakukan secara sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat sistematis. Metode kuantitatif dalam penelitian ini yaitu menganalisa kekuatan rangka pada stasiun pengisian daya listrik.

3.1. Variabel Yang diteliti

Variabel penelitian adalah sesuatu yang menjadi fokus perhatian yang memberikan pengaruh dan mempunyai nilai (value). Variabel merupakan suatu besaran yang dapat diubah atau berubah sehingga dapat mempengaruhi peristiwa atau hasil penelitian. Dengan penggunaan variabel, kita dapat dengan mudah memperoleh dan memahami permasalahan. Dinamakan variabel karena ada variasinya. Misalnya dimensi alat, kerangka alat dan lain sebagainya. Desain konstruksi sebagaimana di maksud dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh desain rangka stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya

Untuk memudahkan pemahaman tentang status variabel yang dikaji, maka identifikasi variabel dalam penelitian ini adalah:

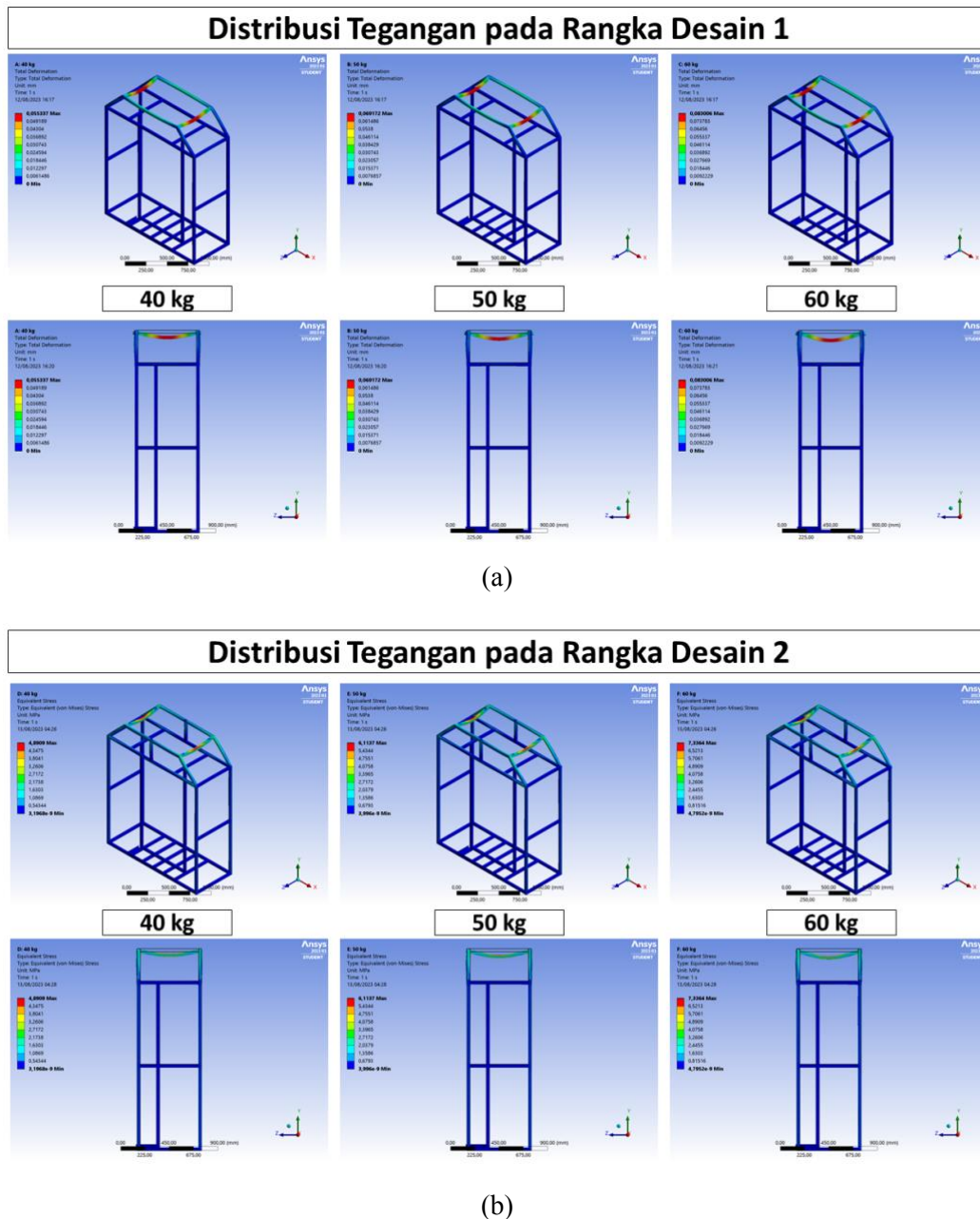
1. Variabel Bebas: variabel bebas (Variabel Independent) adalah variabel yang dianggap menjadi penyebab bagi terjadinya perubahan pada variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah variasi bentuk rangka
2. Variabel Terikat: variabel terikat (Variabel Dependent) merupakan variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan deformasi total, tegangan dan regangan rangka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tegangan Akibat Beban Statis

Dari hasil simulasi struktural statis diketahui bahwa distribusi tegangan yang terjadi pada rangka akibat dari pembebanan statis pada saat simulasi uji struktural statis divisualisasikan dengan gradasi warna biru hingga merah. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna merah artinya pada area tersebut terjadi peningkatan tegangan. Sebaliknya pada area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna biru artinya pada area tersebut terjadi penurunan tegangan.

Tegangan ekuivalen merupakan ukuran tegangan yang diterapkan pada material hollow. Tegangan ekuivalen dihitung dengan membagi beban yang diterapkan dengan luas penampang efektif desain rangka yang terkena beban.



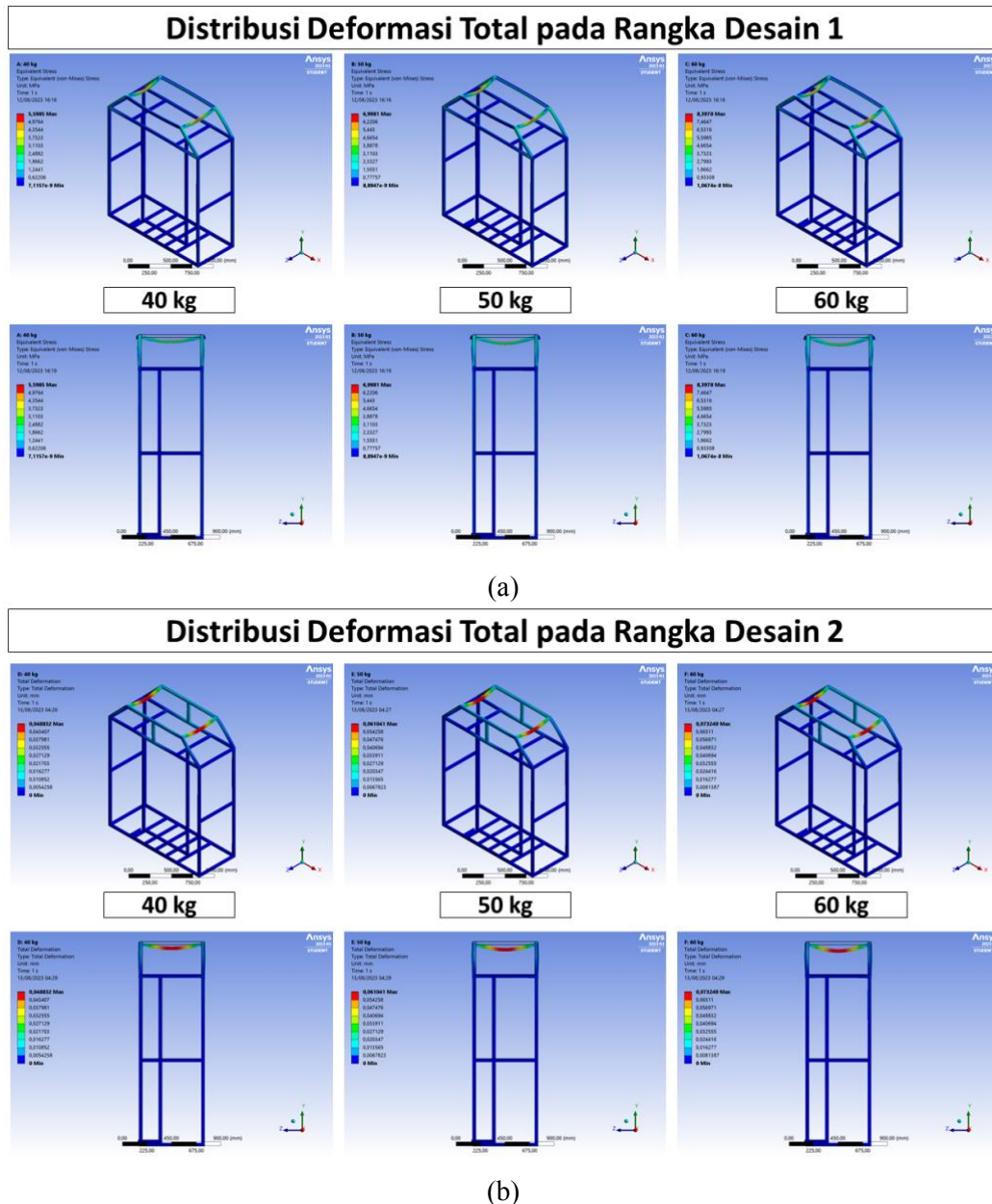
Gambar 2. Distribusi Tegangan Rangka (a) Desain 1 (b) Desain 2.

Pada Gambar 2, tegangan ekuivalen diukur dalam megapascal (MPa). Pada beban 40 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 5,5985 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 4,8909 MPa. Pada beban 50 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 6,9981 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 6,1137 MPa. Pada beban 60 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 8,3978 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 7,3364 MPa. Semakin tinggi tegangan ekuivalen, semakin besar tegangan yang diterapkan pada material hollow, yang dapat berdampak pada kekuatan dan keandalan struktur.

3.2. Deformasi Akibat Beban Statis

Dari hasil simulasi struktural statis juga diketahui bahwa deformasi atau lendutan yang terjadi pada rangka akibat dari pembebanan statis pada saat simulasi uji struktural statis divisualisasikan dengan gradasi warna biru hingga merah. Dapat dilihat pada Gambar 3

bahwa area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna merah artinya pada area tersebut terjadi peningkatan deformasi atau semakin melendut. Sebaliknya pada area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna biru artinya pada area tersebut terjadi penurunan deformasi atau semakin kaku.



Gambar 3. Distribusi Deformasi/Lendutan Rangka (a) Desain 1 (b) Desain 2.

Deformasi total menggambarkan perubahan bentuk atau perpanjangan material akibat beban statis yang diterapkan. Deformasi total diukur dalam milimeter (mm) dan dapat memberikan informasi tentang fleksibilitas atau kekakuan material. Pada Gambar 4.2, deformasi total meningkat seiring dengan peningkatan beban. Pada beban 40 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,05537 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,04883 mm. Pada beban 50 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,06917 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,06104 mm. Pada beban 60 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,08306 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,07324 mm. Semakin tinggi deformasi

total, semakin besar perubahan bentuk atau lendutan yang terjadi pada material hollow rangka.

4.3 Pembahasan Hasil Simulasi Pembebanan Statis

Berdasarkan hasil simulasi struktural statis, terungkap bahwa rangka desain 1 memiliki nilai tegangan ekuivalen (von-Mises) dan deformasi total maksimum lebih besar dibandingkan rangka desain 2. Informasi rinci mengenai data nilai tegangan ekuivalen (von-Mises) hasil simulasi struktural statis dapat ditemukan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Simulasi Struktural Statis.

Beban [kg]	Tegangan Ekuivalen [MPa]		Deformasi Total [mm]	
	Desain 1	Desain 2	Desain 1	Desain 2
40	5,5985	4,8909	0,055337	0,048832
50	6,9981	6,1137	0,069172	0,061041
60	8,3978	7,3364	0,083006	0,073249

Berdasarkan data pada tabel di atas, terdapat informasi mengenai beban (dalam kilogram), tegangan ekuivalen (dalam megapascal), dan deformasi total (dalam milimeter) untuk dua desain yang berbeda, yaitu Desain 1 dan Desain 2. Pada beban 40 kg, desain 1 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 5,5985 MPa, sedangkan desain 2 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 4,8909 MPa. Deformasi total pada desain 1 adalah 0,055337 mm, sedangkan desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,048832 mm.

Ketika beban meningkat menjadi 50 kg, tegangan ekuivalen pada desain 1 menjadi 6,9981 MPa, sementara pada desain 2 menjadi 6,1137 MPa. Deformasi total pada desain 1 meningkat menjadi 0,069172 mm, sementara desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,061041 mm. Pada beban tertinggi dalam table 4.1, yaitu 60 kg, desain 1 memiliki tegangan ekuivalen maksimum sebesar 8,3978 MPa, sedangkan desain 2 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 7,3364 MPa. Deformasi total pada desain 1 adalah 0,083006 mm, sedangkan desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,073249 mm.

Berdasarkan data pada table 4.1, dapat diketahui bahwa tegangan ekuivalen dan deformasi total berubah seiring dengan peningkatan beban. Pada umumnya, semakin tinggi beban yang diterapkan, semakin tinggi pula tegangan ekuivalen dan deformasi total yang terjadi pada bahan atau struktur yang sedang dianalisis. Selain itu, perbandingan antara desain 1 dan desain 2 menunjukkan bahwa desain 1 cenderung memiliki tegangan ekuivalen yang lebih tinggi dan deformasi total yang lebih besar dibandingkan dengan desain 2 pada setiap tingkatan beban.

Dalam analisis ini, dapat diamati perubahan tegangan ekuivalen dan deformasi total pada material hollow atau struktur rangka dengan peningkatan beban. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa tegangan ekuivalen meningkat seiring dengan peningkatan beban. Ini mengindikasikan bahwa semakin besar beban yang diterapkan, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan pada material hollow atau struktur rangka. Hasil ini konsisten dengan hukum elastisitas yang menyatakan bahwa tegangan adalah perbandingan antara gaya yang diterapkan pada material dengan luas penampangnya. Hasil penelitian sebelumnya juga telah mengamati hubungan linier antara beban dan tegangan pada material elastis.

Selain itu, deformasi total juga meningkat seiring dengan peningkatan beban. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterapkan, semakin besar perubahan bentuk atau perpanjangan yang terjadi pada material hollow atau struktur. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengamati hubungan linear antara beban dan deformasi pada material elastis, terutama pada material yang memperlihatkan perilaku linier dan elastis yang baik.

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa ada hubungan antara tegangan ekuivalen dan deformasi total. Secara umum, semakin tinggi tegangan ekuivalen pada suatu desain, maka

semakin besar pula deformasi total yang terjadi. Hubungan ini mencerminkan karakteristik elastis dari material dan struktur. Hubungan antara tegangan ekuivalen dan deformasi total dapat direferensikan dari penelitian yang dilakukan oleh [3]. Mereka mengidentifikasi bahwa ada korelasi yang jelas antara tegangan yang diterapkan pada suatu bahan atau struktur dengan deformasi yang dihasilkan. Temuan ini mendukung analisis Anda terhadap data, di mana terlihat bahwa peningkatan tegangan ekuivalen berhubungan dengan peningkatan deformasi total.

Kemudian, penelitian oleh [4] membahas perbandingan efisiensi struktural antara berbagai desain yang berbeda. Mereka menemukan bahwa desain yang mampu menghasilkan deformasi yang lebih sedikit dengan tegangan yang lebih rendah cenderung lebih efisien secara struktural. Hasil ini mendukung observasi penelitian ini mengenai perbandingan antara Desain 1 dan Desain 2 dalam hal tegangan dan deformasi.

Namun, perlu dicatat bahwa hasil ini didasarkan pada asumsi bahwa material yang digunakan dalam desain memiliki perilaku elastis linier. Dalam kenyataannya, perilaku material seringkali kompleks, dan bisa termasuk perilaku plastis, viskoelastis, atau bahkan nonlinier. Oleh karena itu, untuk memahami dengan lebih baik respons struktural dan performa desain, perlu dilakukan analisis yang lebih komprehensif dan uji eksperimental yang relevan.

Dengan demikian temuan hasil simulasi pembebanan statis ini dapat menjadi gambaran awal tentang respons struktural dalam kondisi beban yang berbeda pada desain rangka. Namun, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif, perlu melibatkan metode analitis dan uji eksperimental yang lebih teliti, serta mengacu pada penelitian sebelumnya yang relevan. Hal ini akan memungkinkan pengembangan desain yang lebih efektif dan pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dalam rekayasa struktural.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi pembebanan statis pada setiap variasi desain rangka dan pembahasan temuan penelitian yang menyeluruh terdapat beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Variasi rangka Desain 2 memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan struktural rangka dengan ditunjukkan oleh hasil nilai tegangan ekuivalen maksimum terkecil dibandingkan dengan Desain 1 yaitu pada pembeban tertinggi 60 kg sebesar 7,3364 MPa.
2. Variasi rangka Desain 2 memiliki ketahanan terhadap deformasi yang lebih baik dibandingkan variasi Desain 1 yang diukur dari lendutan atau nilai deformasi total maksimum yaitu pada pembebanan tertinggi 60 kg sebesar 0,073249 mm.
3. Jadi dapat disimpulkan bahwa Desain 2 rangka dengan tegangan dan total deformasi maksimum yang lebih rendah cenderung memiliki performa struktural yang lebih baik dan lebih dapat diandalkan menahan beban statis dibandingkan Desain 1. Namun, dalam pemilihan desain yang tepat, faktor lain seperti kekuatan, kekakuan, dan berbagai pertimbangan aplikasi juga harus dipertimbangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Hastuti, W. Ramadhani, and N. Mulyaningsih, "Analisis Kekuatan Pada Rangka Sepeda Motor Listrik," *Jurnal Foundry: Politeknik Manufaktur Ceper*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2022.
- [2] Hermanto, R. Ariyansah, and A. Gamayel, "Analisis Kekuatan Struktur Rangka Pembangkit Listrik Sepeda Statis Menggunakan Perangkat Lunak Ansys

- Workbench,” *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 20–25, 2021, doi: 10.35814/teknobiz.v11i1.2039.
- [3] R. Setiawan, D. Sugiyanto, and A. Daryus, “Analisis Simulasi Kekuatan dan Pembuatan Rangka Kendaraan Sepeda Motor Listrik,” *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, no. 1, pp. 58–66, 2023.
- [4] G. E. Pramono, A. Hidayat, and R. Waluyo, “Perancangan dan Simulasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Tipe Trellis Menggunakan Finite Element Analysis,” *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 2, p. 319, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.319-326.

Analisis Ketahanan Rangka Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Berbasis Panel Surya Portabel Terhadap Laju Angin

Muhammad Imam¹, Ade Sunardi¹, Mohamad Zaenudin^{1,*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Article Info	ABSTRA
Article history: Dikirim 12 September 2023. Revisi 16 September 2023. Diterima 20 September 2023.	High wind velocity can induce external pressures and loads on the structural framework of an Electric Vehicle Charging Station (EVCS), jeopardizing the overall stability and structural integrity of the framework. The objective of this research is to ascertain the magnitude of aerodynamic drag force and the maximum pressure values on the surface of the EVCS framework, with respect to variations in wind velocity. The methodology employed in this study involves Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations utilizing the Solidworks Flow Simulation. Three wind velocity scenarios were considered: 3 km/h, 6 km/h, and 9 km/h, allowing for the observation of airflow acceleration phenomena, aerodynamic drag force values, and peak pressure distributions on the EVCS framework's surface. Research findings reveal that the aerodynamic drag force at a wind velocity of 3 km/h measures 22,34 N, escalating to 90,42 N at 6 km/h wind velocity, and reaching 202,7 N at 9 km/h wind velocity. Furthermore, the highest-pressure value at a wind velocity of 3 km/h is 101325,45 Pa. As the wind velocity increases to 6 km/h, the maximum pressure value rises to 101338,18 Pa. Under the condition of the highest input wind velocity, i.e., 9 km/h, the peak pressure reaches 101353,46 Pa.
Keywords: Analisis ketahanan rangka SPKL Panel surya portabel	
*Corresponding Author: M Zaenudin Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412 Email: mzaenudin@jgu.ac.id DOI: https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.3	

1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik telah menjadi salah satu alternatif yang semakin populer dalam mengurangi dampak negatif dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan. Dalam mendukung pertumbuhan kendaraan listrik, stasiun pengisian kendaraan listrik (SPKL) memainkan peran krusial dalam menyediakan infrastruktur yang diperlukan untuk mengisi daya kendaraan listrik [1]. Untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, penerapan panel surya pada SPKL telah menjadi pilihan yang menarik. Panel surya portabel menawarkan fleksibilitas dalam penempatan dan mobilitas, yang memungkinkan penyesuaian dengan kondisi lingkungan dan permintaan pengguna.

Namun, dalam mengimplementasikan panel surya pada SPKL, faktor lingkungan seperti laju angin perlu dipertimbangkan secara serius. Laju angin yang tinggi dapat menyebabkan tekanan dan beban eksternal pada struktur rangka SPKL, mengancam kestabilan dan integritas keseluruhan stasiun. Oleh karena itu, analisis ketahanan rangka stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis panel surya portabel terhadap laju angin menjadi kajian yang penting untuk memastikan keamanan dan kinerja optimal dari infrastruktur ini.

Penelitian relevan sebelumnya telah mengidentifikasi bahwa lingkungan dengan kondisi laju angin yang bervariasi dapat berdampak signifikan pada struktur bangunan [2]. Faktor-faktor seperti kecepatan angin, arah angin, dan variasi cuaca perlu dianalisis secara mendalam untuk memahami bagaimana rangka SPKL berinteraksi dengan lingkungannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang komprehensif untuk menganalisis ketahanan rangka SPKL berbasis panel surya portable terhadap variasi laju angin, dengan mempertimbangkan variasi arah angin dan karakteristik cuaca.

Dengan memahami bagaimana faktor-faktor lingkungan ini mempengaruhi ketahanan rangka SPKL, para pengembang dan perencana infrastruktur dapat mengoptimalkan desain dan material rangka untuk memastikan bahwa SPKL berbasis panel surya portable tetap stabil dan aman dalam berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini juga akan memberikan kontribusi penting dalam memperluas pengetahuan kita tentang penggunaan energi terbarukan dalam infrastruktur transportasi dan memberikan panduan praktis bagi pembangunan SPKL yang tahan angin.

Tinjauan pustaka dari beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dengan simulasi CFD untuk mengetahui ketahanan struktur rangka stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis panel surya portabel terhadap variasi laju angin seperti penelitian yang berjudul "Kajian Efek Angin pada Bangunan Tinggi Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*" oleh Yudiawan Fajar Kusuma dan Alief Sadlie Kasman membahas pentingnya memahami pengaruh angin terhadap bangunan tinggi menggunakan metode Dinamika Fluida Komputasional (*Computational Fluid Dynamics* atau CFD) [2]. Dalam lingkup perkembangan kota-kota besar, bangunan tinggi menjadi solusi dalam memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas. Bangunan-bangunan ini berfungsi sebagai kantor atau tempat tinggal seperti apartemen. Sebelum membangun bangunan tinggi, penelitian dan analisis yang cermat diperlukan untuk memastikan keamanan dan kenyamanan bangunan tersebut.

Salah satu aspek krusial yang perlu diperhatikan adalah efek angin terhadap bangunan tinggi. Dalam penelitian ini, penulis menerapkan metode Dinamika Fluida Komputasional (CFD) untuk menganalisis gaya-gaya aerodinamika yang bekerja pada bangunan tinggi. Metode CFD memungkinkan simulasi komputer tentang aliran fluida, dalam hal ini aliran angin, di sekitar bangunan. Keuntungan utama dari CFD adalah biaya yang lebih rendah dibandingkan pendekatan eksperimental, kemampuan untuk melakukan modifikasi dengan mudah, dan waktu analisis yang lebih singkat.

CFD tidak hanya digunakan untuk menganalisis gaya-gaya aerodinamika, tetapi juga untuk memprediksi distribusi kecepatan dan tekanan di sekitar bangunan. Dalam penelitian ini, distribusi kecepatan diukur pada dua ketinggian berbeda yaitu 1,75 m dan 39,5 m di atas podium bangunan. Hasil distribusi kecepatan ini membantu memprediksi kecepatan dan arah angin pada ketinggian-ketinggian tersebut. Dengan menggabungkan metode CFD memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh angin pada bangunan tinggi. Data dan hasil dari penelitian ini dapat memberikan perkiraan awal sebelum melakukan pengujian atau pengukuran fisik yang lebih lanjut. Hal ini akan sangat membantu dalam merancang bangunan tinggi yang aman, nyaman, dan efisien dalam menghadapi kondisi lingkungan angin yang mungkin berubah-ubah.

2. METODE

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan atau metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi *computational fluid dynamics* (CFD). Namun, pendekatan simulasi CFD yang dilakukan pada penelitian ini tidak berdiri sendiri, tapi memiliki keterkaitan dengan pendekatan eksperimental ataupun analitis. Sehingga, kekeliruan dan kekurangan data parameter ketika proses simulasi CFD berlangsung dapat diminimalisir atau dihilangkan. Dalam penelitian simulasi CFD ini bertujuan untuk menguji sebuah hipotesis atau untuk mengenali adanya hubungan sebab dan akibat dengan tujuan tertentu. Penelitian yang

memiliki banyak variasi model yang sesuai berbagai kondisi saat pengoperasiannya dan ketahanan pada laju angin.

2.2. Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menerapkan metode kuantitatif untuk memperoleh data-data penelitian. Metode kuantitatif adalah metode yang dilakukan secara sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat sistematis. Metodi kuantitatif dalam penelitian ini yaitu menganalisa kekuatan rangka dari laju angin yang terjadi pada stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis panel surya portable.

2.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah sesuatu yang menjadi fokus perhatian yang memberikan pengaruh dan mempunyai nilai (*value*). Variabel merupakan suatu besaran yang dapat diubah atau berubah sehingga dapat mempengaruhi peristiwa atau hasil penelitian. Dengan penggunaan variabel, kita dapat dengan mudah memperoleh dan memahami permasalahan. Dinamakan variabel karena ada variasinya. Misalnya berat alat, kerangka alat, kekuatan alat dan lain sebagainya. Untuk memudahkan pemahaman tentang status variabel yang dikaji, maka identifikasi variabel dalam penelitian ini adalah:

2.3.1 Variabel Independen

Variabel Independent (variabel bebas) adalah variabel yang dianggap menjadi penyebab bagi terjadinya perubahan pada variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah ketahanan rangka terhadap laju angin dengan kecepatan 3 km/j, 6 km/j dan 9 km/j.

2.3.2 Variabel Dependen

Variabel Dependent (variabel terikat) merupakan variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan atau ketahanan rangka SPKL dalam menahan laju angin yang dapat diamati dari besarnya peningkatan kecepatan aliran udara, nilai gaya hambat dan nilai tekanan tertinggi pada permukaan rangka SPKL.

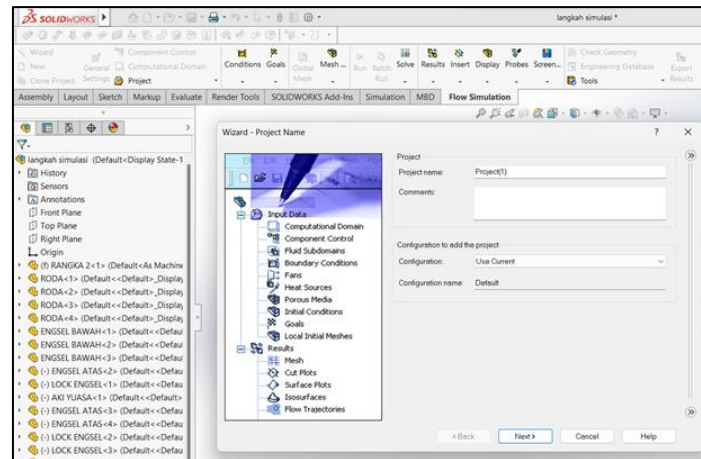
2.4. Tahapan Simulasi CFD dengan Solidworks Flow Simulations

Solidworks *Flow Simulations* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dalam berbagai aplikasi, seperti aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan banyak lagi. Proses simulasi CFD menggunakan Solidworks *Flow Simulations* adalah sebagai berikut (contoh tampilan dapat dilihat pada Gambar 1):

1. *Set up*: Pada tahapan ini dilakukan persiapan parameter yang akan digunakan pada simulasi yang akan dilakukan, parameter tersebut mencakup, penggunaan satuan, tipe analisa, jenis fluida, *wall conditions*, *initial and ambient conditions*, mencakup arah laju fluida, kecepatan fluida, serta masa jenis fluida.
2. *Geometry*: Pada tahapan ini dilakukan persiapan model rangka SPKL dalam bentuk 3D dan menetapkan domain atau wilayah di sekitar objek yang ingin diuji dalam simulasi. Ini melibatkan pembatasan fisik untuk simulasi CFD.
3. *Mesh*: Dalam tahapan ini, dilakukan proses pengaturan *mesh* pada model rangka SPKL, dengan tujuan untuk memecah seluruh geometri model menjadi elemen-elemen atau node-node yang lebih kecil. Semakin rapat *meshing* yang dilakukan maka hasil simulasi akan semakin akurat.
4. *Input Data*: Tahap ini melibatkan eksekusi simulasi CFD berdasarkan pengaturan yang telah ditentukan sebelumnya. Langkah dalam tahap ini mencakup memilih jenis simulasi, mengatur *sub domain*, *boundry conditions*, *goals*, serta *mesh*. Kemudian menjalankan simulasi dengan memilih menu *Run* untuk menghitung solusi numerik serta memantau

konvergensi iterasi dan menghentikan simulasi saat konvergensi tercapai. Indikator konvergensi tercapai akan muncul notifikasi *solver finished*.

5. **Results:** Tahapan ini merupakan tahap akhir proses simulasi CFD pada rangka SPKL menggunakan perangkat lunak Solidworks *Flow Simulation*. Dimana pada proses ini akan menampilkan visualisasi hasil simulasi CFD rangka SPKL. Hasil akan divisualisasikan dengan perbedaan gradasi warna *contour* atau *vector* berwarna biru sampai warna merah.



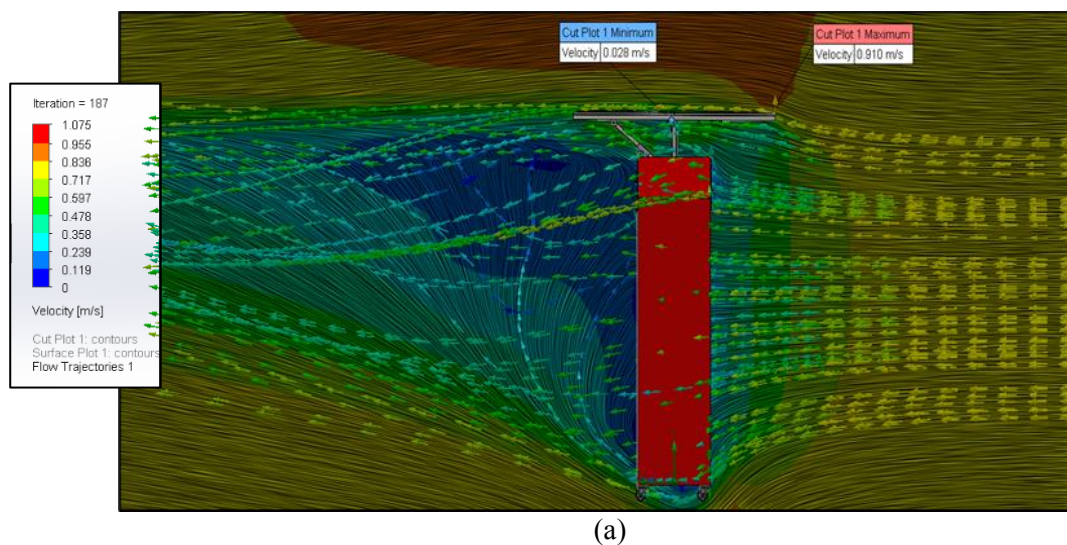
Gambar 1. Contoh tampilan proses simulasi CFD dengan Solidworks *Flow Simulation*.

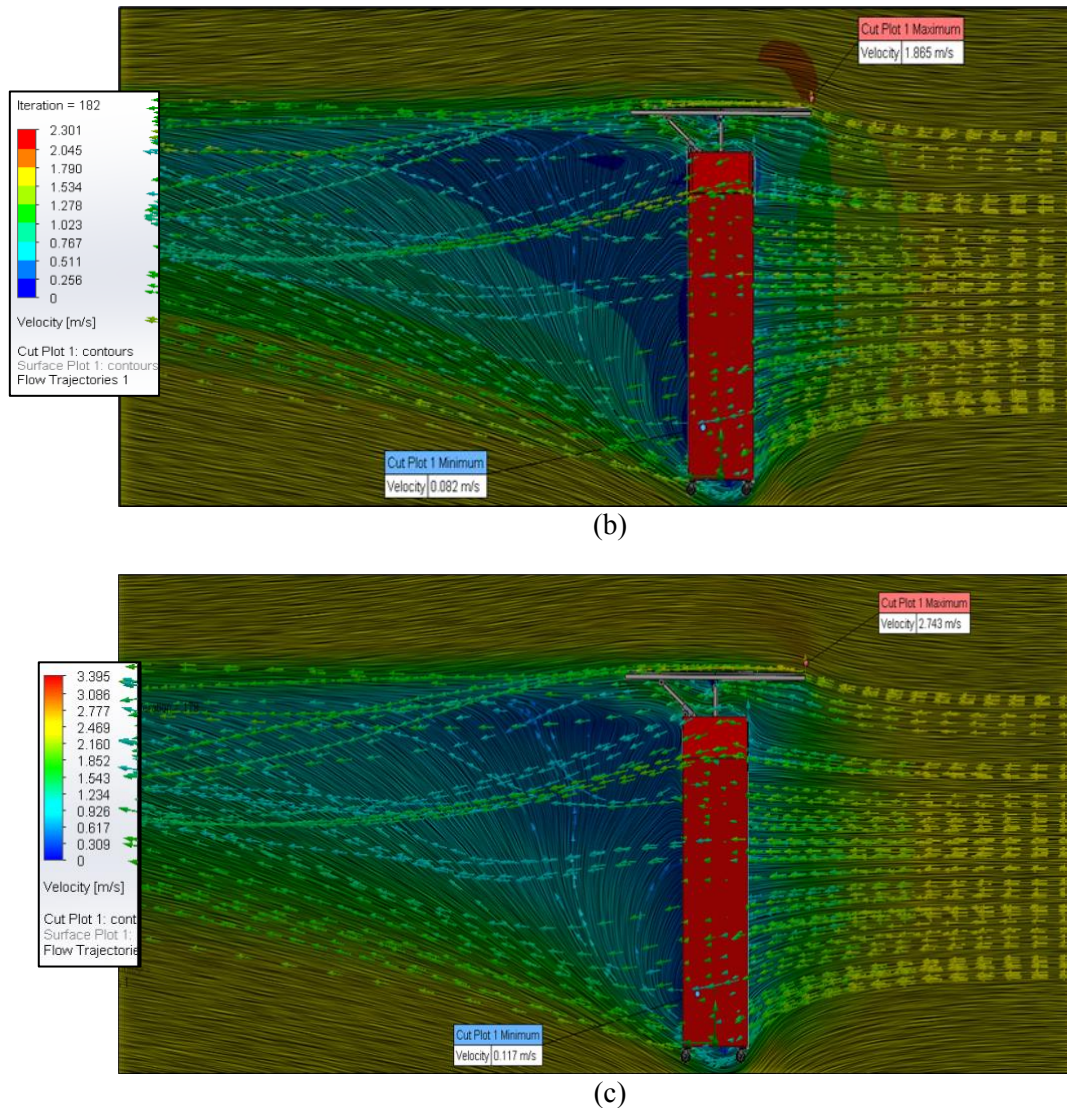
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisa

3.1.1 Visualisasi Kecepatan Aliran Udara

Hasil simulasi CFD menunjukkan kecepatan aliran udara yang melewati rangka SPKL divisualisasikan oleh gradasi warna *vector* atau panah seperti pada Gambar 2(a), 2(b) dan 2(c). *Vector* yang berwarna semakin mendekati warna merah artinya terjadi peningkatan kecepatan aliran udara, sebaliknya apabila warna *vector* yang semakin mendekati warna biru artinya terjadi perlambatan kecepatan aliran udara.





Gambar 2. Visualisasi Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Udara Rangka SPKL (a) 3 km/j (b) 6 km/j (c) 9 km/j.

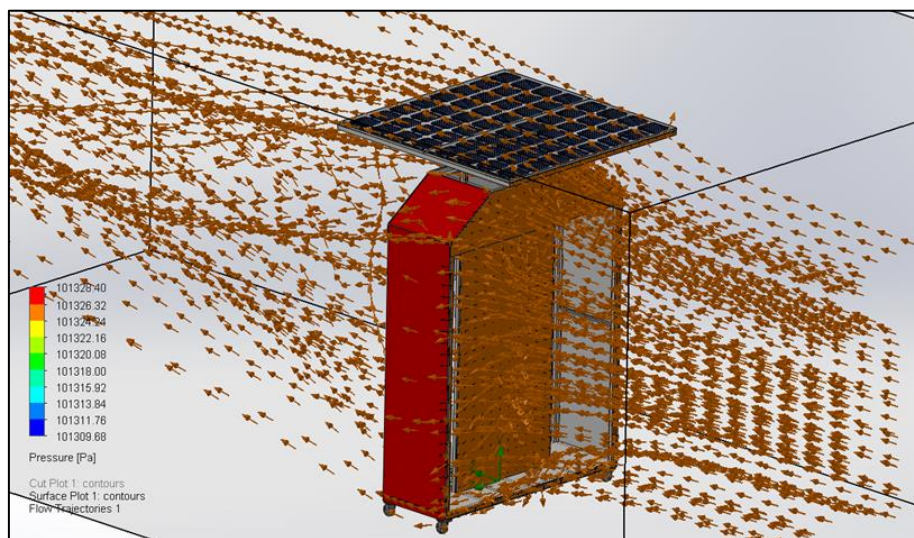
Hasil simulasi CFD pada desain rangka SPKL menjelaskan bahwa terjadi peningkatan kecepatan aliran udara pada masing-masing variasi *inlet velocity* 3 km/j, 6 km/j dan 9 km/j seperti pada Gambar 4.11. Peningkatan kecepatan aliran udara dibagian atas rangka yang diperlihatkan oleh *vector* dan *cut plot* berwarna kuning hingga oranye, sedangkan perlambatan kecepatan aliran udara dibagian belakang dari desain SPKL yang diperlihatkan oleh *vector* dan *cut plot* berwarna hijau hingga mendekati warna biru.

Dari hasil simulasi CFD diketahui nilai kecepatan maksimum aliran udara pada parameter *inlet velocity* 3 km/jam yaitu sebesar 0,91 meter/detik atau 3,276 km/jam. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan masukan 3 km/jam, aliran udara memiliki laju yang cukup rendah sehingga kecepatan maksimumnya juga cenderung rendah. Berikutnya, nilai kecepatan maksimum aliran udara pada parameter *inlet velocity* 6 km/j yaitu sebesar 1,865 meter/detik atau 6,8652 km/jam. Hal ini menunjukkan bahwa dengan peningkatan kecepatan masukan menjadi 6 km/jam, laju aliran udara juga meningkat, yang mengakibatkan peningkatan kecepatan maksimum aliran. Kemudian, nilai kecepatan maksimum aliran udara pada parameter *inlet velocity* 9 km/j yaitu sebesar 2,743 meter/detik atau 9,8748 km/jam. Dengan kenaikan kecepatan masukan menjadi 9 km/jam, laju aliran udara semakin tinggi, dan ini tercermin dalam peningkatan kecepatan maksimum aliran yang diamati dalam simulasi.

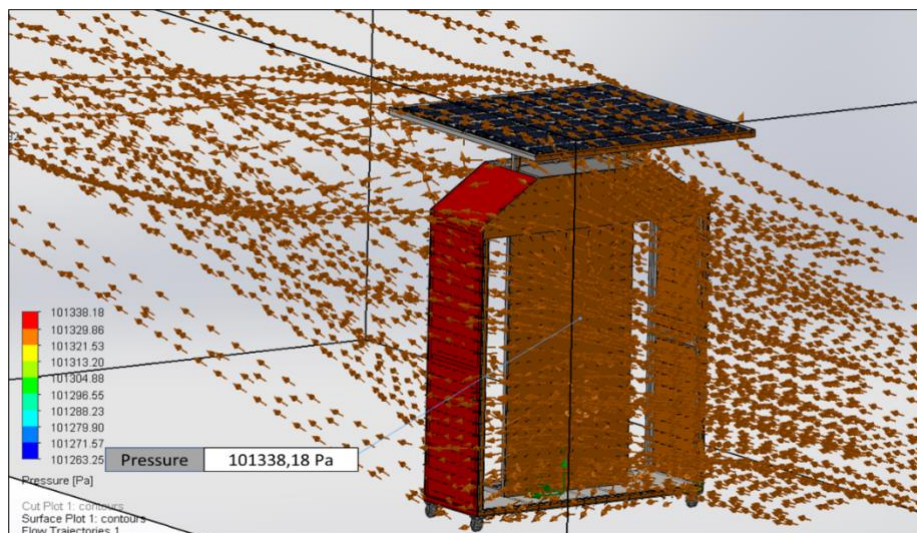
Dengan demikian, hasil simulasi CFD menunjukkan bahwa semakin tinggi parameter *inlet velocity*, semakin besar pula kecepatan maksimum aliran udara yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar dinamika fluida, di mana semakin tinggi kecepatan awal aliran udara, maka semakin besar pula energi kinetik yang dimiliki oleh aliran tersebut. Dalam hal ini, dapat dilihat bahwa kecepatan aliran udara pada parameter inlet velocity 9 km/j memiliki nilai maksimum yang lebih tinggi daripada parameter inlet velocity 6 km/j dan 3 km/j.

3.1.2 Visualisasi Tekanan

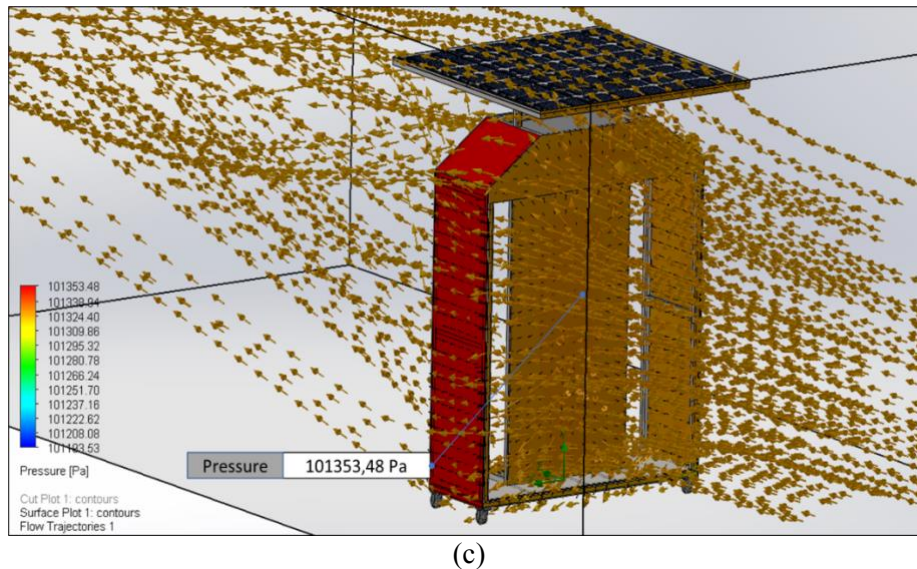
Dari hasil simulasi CFD diketahui pula tekanan (*pressure*) yang diterima oleh permukaan rangka SPKL divisualisasikan oleh gradasi warna *contour* pada permukaan rangka SPKL seperti pada Gambar 3(a), 3(b), dan 3(c). *Contour* yang warnanya semakin mendekati warna merah artinya besar tekanan (*pressure*) udara yang diterima bernilai positif atau searah sumbu Z+ yang menjadi proyeksi koordinat *inlet*, sebaliknya apabila warna *contour* yang besar tekanan (*pressure*) udara yang diterima bernilai negatif atau searah sumbu Z-.



(a)



(b)



(c)
Gambar 3. Visulasasi Tekanan Rangka SPKL (a) 3 km/j (b) 6 km/j (c) 9 km/j.

Dari hasil simulasi CFD diketahui bahwa hasil nilai tekanan minus terjadi karena adanya perbedaan dalam koordinat yang digunakan dalam perhitungan atau running calculation yang dihitung berdasarkan sumbu pada pemodelan geometri 3D. Dengan demikian sistem koordinat yang digunakan memiliki arah yang berlawanan dengan parameter *inlet* tekanan yang diukur, ini bisa menghasilkan nilai minus. Maka, didapatkan nilai tekanan tertinggi pada parameter *inlet pressure* 3 km/j yaitu sebesar 101325,45 Pascal. Berikutnya, nilai tekanan tertinggi pada parameter *inlet pressure* 6 km/j yaitu sebesar 101338,18 Pascal. Selain itu, nilai tekanan tertinggi pada parameter *inlet pressure* 9 km/j yaitu sebesar 101353,46 Pascal.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara kecepatan masukan aliran udara (*inlet pressure*) dan nilai tekanan tertinggi dalam simulasi CFD. Semakin tinggi kecepatan masukan, semakin besar energi kinetik aliran, yang pada akhirnya menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dalam sistem. Hasil ini sesuai dengan prinsip dasar aerodinamika yang menyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara, semakin besar tekanan yang dihasilkan oleh aliran tersebut.

3.2 Perhitungan Kecepatan dengan Gaya Hambat

Dari simulasi CFD yang telah dilaksanakan pada rangka SPKL dengan variasi parameter *inlet velocity* 3 km/jam, 6 km/jam dan 9 km/jam ditemukan berbagai fenomena fluida yang berbeda pada setiap parameter *inlet velocity*. Simulasi CFD yang dilakukan menghasilkan informasi tentang profil kecepatan aliran udara di sepanjang permukaan objek yaitu desain rangka SPKL atau dalam aliran secara keseluruhan. Profil kecepatan ini menggambarkan bagaimana kecepatan aliran berubah dari lapisan aliran yang paling dekat dengan permukaan objek hingga lapisan aliran bebas. Profil kecepatan ini akan memengaruhi distribusi tekanan dan juga gaya hambat pada objek.

Untuk memperkaya dan mendukung temuan penelitian ini, disajikan data hubungan antara *inlet velocity* atau kecepatan aliran udara masuk dengan gaya hambat pada permukaan rangka SPKL. Gaya hambat adalah gaya yang bekerja ke arah berlawanan dengan gerakan objek melalui medium (dalam hal ini, udara). Gaya hambat viskous timbul karena gesekan antara lapisan-lapisan aliran fluida yang bergerak pada kecepatan yang berbeda. Dengan menyajikan grafik hubungan kecepatan aliran udara masuk dengan gaya hambat seperti pada Gambar 4.13, maka grafik ini dapat menggambarkan bagaimana kecepatan aliran udara mempengaruhi gaya hambat yang diberikan pada desain rangka SPKL. Didapatkan hitungan dari persamaan sebagai berikut:

a. Inlet Velocity 3Km/j

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot Cd \cdot A$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot (1,225 \frac{kg}{m^3}) \cdot (0,83^2) \cdot (2) \cdot (2,27)$$

$$F = 2,27 Kg$$

$$F = 22,34 N$$

b. Inlet Velocity 6Km/j

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot Cd \cdot A$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot (1,225 \frac{kg}{m^3}) \cdot (1,67^2) \cdot (2) \cdot (2,27)$$

$$F = 9,22 Kg$$

$$F = 90,42 Newton$$

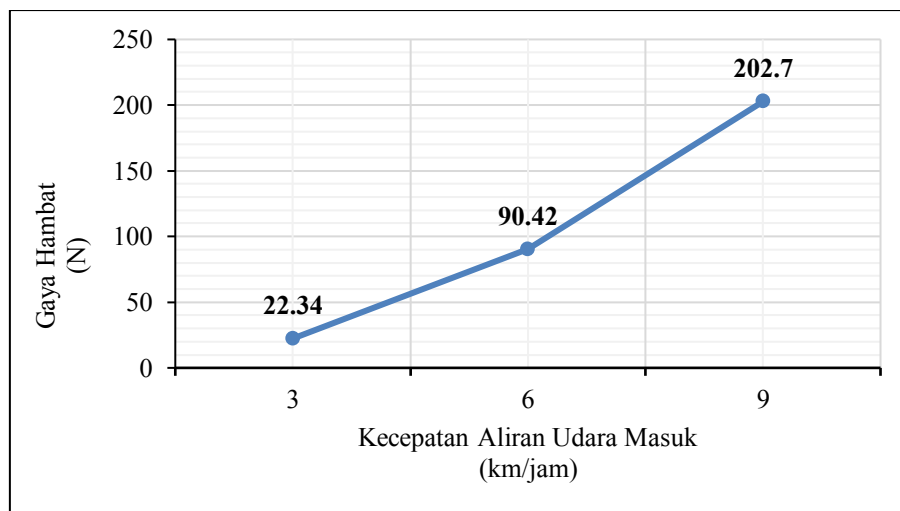
c. Inlet Velocity 9Km/j

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot Cd \cdot A$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot (1,225 \frac{kg}{m^3}) \cdot (2,5^2) \cdot (2) \cdot (2,27)$$

$$F = 20,67 Kg$$

$$F = 202,7 N$$



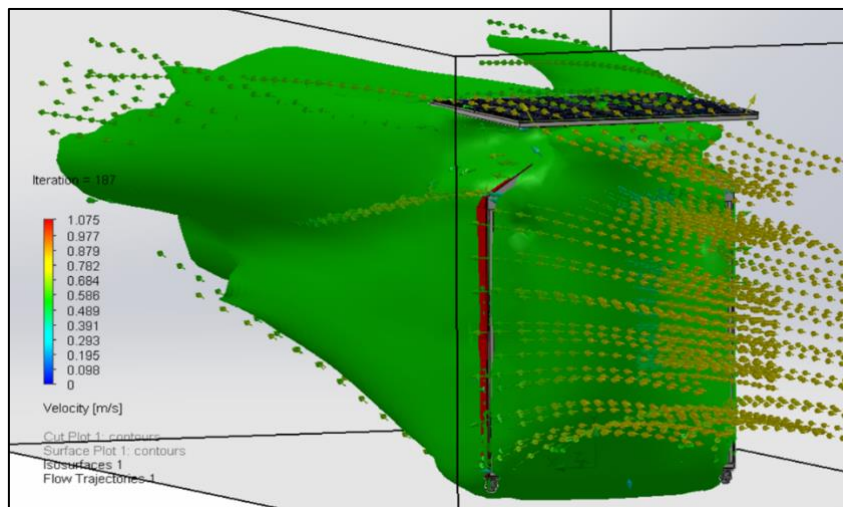
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kecepatan Aliran Udara dengan Gaya Hambat Hasil Simulasi CFD Rangka SPKL.

Dapat diamati pada Gambar 4 disajikan data yang jelas dalam pemahaman gaya hambat pada desain rangka SPKL dalam berbagai kondisi kecepatan aliran udara masuk (*inlet velocity*). Berdasarkan hasil simulasi CFD, ditemukan bahwa nilai gaya hambat pada kecepatan 3 km/j adalah sebesar 22,34 Newton, meningkat menjadi 90,42 Newton pada kecepatan 6 km/j, dan mencapai 202,7 Newton pada kecepatan 9 km/j. Data hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan nilai gaya hambat seiring dengan peningkatan kecepatan aliran udara masuk. Hal ini mengindikasikan interaksi yang kompleks antara desain rangka dan aliran fluida, serta memberikan kontribusi berharga dalam pemahaman fenomena aerodinamika.

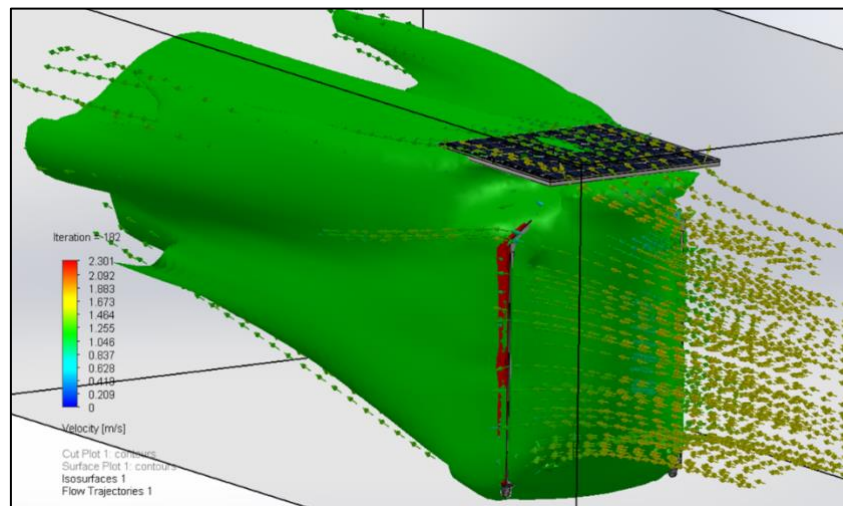
Dalam penelitian ini, hasil simulasi CFD menggambarkan adanya hubungan linear antara kecepatan aliran dan nilai gaya hambat. Peningkatan kecepatan aliran dari 3 km/j menjadi 6 km/j mengakibatkan peningkatan gaya hambat sebesar 68,08 Newton. Demikian pula, dari 6 km/j menjadi 9 km/j, gaya hambat meningkat sebesar 112,28 Newton. Temuan ini mendukung pemahaman umum bahwa gaya hambat bertambah sejalan dengan peningkatan kecepatan aliran, sesuai dengan prinsip dasar aerodinamika yang menyatakan bahwa aliran fluida menghasilkan gaya hambat yang proporsional terhadap kuadrat kecepatan aliran.

3.2.1 Visualisasi Kecepatan Dengan Gaya Hambat

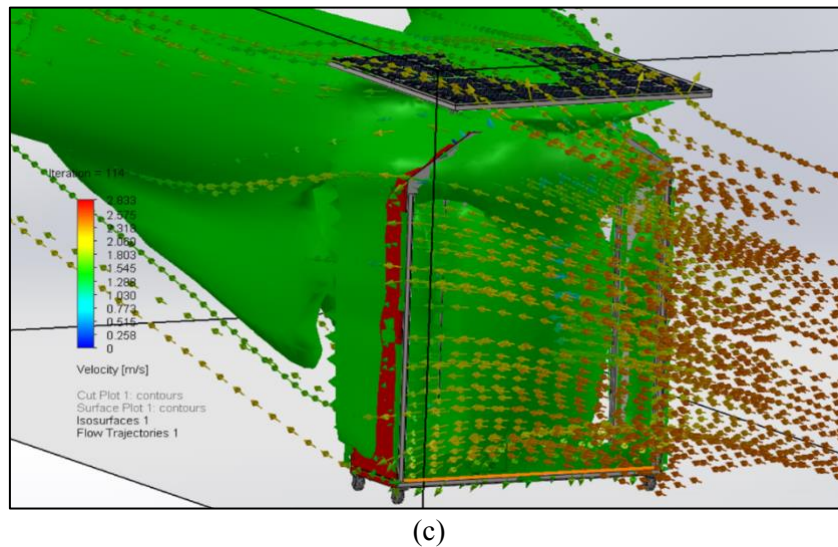
Dari hasil simulasi CFD diketahui pula gaya hambat yang diterima oleh permukaan rangka SPKL divisualisasikan oleh gradasi warna *contour* pada permukaan rangka SPKL seperti pada Gambar 4.4. *Contour* tersebut menunjukkan hambatan udara yang terjadi pada permukaan rangka SPKL.



(a)



(b)



(c)
Gambar 4. Visualisasi Gaya Hambat SPKL (a) 3 km/j (b) 6 km/j (c) 9 km/j.

Interpretasi temuan ini dapat dihubungkan dengan prinsip Bernoulli, di mana peningkatan kecepatan aliran udara dapat menyebabkan penurunan tekanan yang menghasilkan gaya hambat. Konsep ini juga ditemukan dalam berbagai penelitian sebelumnya yang melibatkan analisis gaya hambat pada benda yang bergerak dalam aliran fluida. Temuan ini mendukung pemahaman bahwa semakin tinggi kecepatan aliran, semakin besar hambatan yang dihadapi oleh desain. Tingginya nilai gaya hambat pada kecepatan yang lebih tinggi sesuai dengan prinsip dasar aerodinamika. Seiring dengan peningkatan kecepatan, aliran fluida di sekitar objek (desain rangka) menjadi lebih kompleks dan lebih bercampur, mengakibatkan peningkatan gaya hambat. Hal ini sejalan pula dengan prinsip bahwa semakin tinggi kecepatan relatif antara objek dan aliran fluida, semakin kuat pula gaya hambat yang dihasilkan.

Namun, penting untuk diperhatikan bahwa hasil simulasi CFD ini memiliki batasan dalam representasi dunia nyata. Simulasi CFD melibatkan model numerik yang mewakili aliran fluida, yang mungkin tidak sepenuhnya mencakup kompleksitas fenomena fisik yang sebenarnya terjadi. Oleh karena itu, hasil ini sebaiknya digunakan sebagai panduan awal dalam pengembangan desain, dan validasi eksperimental lebih lanjut mungkin diperlukan untuk memastikan keakuratan hasil. Dengan demikian, temuan ini memberikan wawasan pengetahuan yang kuat untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang aerodinamika dan rekayasa fluida. Kaitannya dengan temuan penelitian sebelumnya memberikan perspektif yang lebih lengkap tentang dinamika interaksi antara objek desain dan aliran fluida pada berbagai kondisi kecepatan aliran udara masuk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dipaparkan dalam skripsi ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar nilai gaya hambat pada laju angin 3 km/j adalah sebesar 22,34 N, meningkat menjadi 90,42 N pada laju angin 6 km/j, dan mencapai 202,7 N pada laju angin 9 km/j.
2. Nilai tekanan tertinggi pada variasi laju angin 3 km/j sebesar 101325,45 Pascal. Ketika laju angin meningkat menjadi 6 km/j, nilai tekanan tertinggi meningkat menjadi 101338,18 Pascal. Pada kondisi laju angin masukan tertinggi, yaitu 9 km/j, tekanan tertinggi mencapai 101353,46 Pa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini

REFERENCES

- [1] F. Sutra Kamajaya and M. Muzmi Ulya, “Analisis Teknologi Charger Untuk Kendaraan Listrik - Review,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 3, pp. 163–166, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.03.4.
- [2] Y. F. Kusuma and A. S. Kasman, “Kajian Efek Angin Pada Bangunan Tinggi Menggunakan Computational Fluid Dynamics,” *Journal of Aero Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 10–18, 2018.

Simulasi Beban Rangka Mesin Pencacah Plastik Menggunakan *Software Autodesk Inventor*

Romansa¹⁾, Adhes Gamayel^{1,*}, YKP Saleh¹⁾, M Zaenudin¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok 16412, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:

Dikirim 15 September 2023.

Revisi 20 September 2023.

Diterima 21 September 2023.

Kata Kunci:

Mesin Pencacah Plastik

Metode Elemen Hingga

Analisis Tegangan

Analisis Regangan

ABSTRAK

Di dunia industri kerangka/desain dalam sebuah proyek menjadi sebuah salah satu hal yang wajib ada. Baik model, konsep desain, perhitungan konsep, serta analisis kekuatan rangka menjadi hal yang harus di lengkapi agar mutu yang ada dalam desain tersebut terjamin kerangka mesin menjadi hal yang sangat berperan penting dalam sebuah konsep rancangan pembuatan alat mesin pencacah plastik Karena menjadi tempat beradanya/menempelnya mesin, komponen lainnya. Pada hal ini penulis memberlakukan atau mengambil topik analisis kekuatan rangka, yang terdapat pada rangka tersebut. Sehingga dapat diketahui nilai-nilai kritis dari rangka yang akan dibuat agar mendapatkan acuan untuk operator agar aman untuk digunakan. Pengujian kekuatan analisis rangka ini menggunakan *software* Autodesk Inventor versi *student* selanjutnya melalui simulasi rangka mesin pencacah plastik mesin. Untuk selanjutnya didapatkan tegangan maksimum rangka dari segi perhitungan secara teoritis atau pun pengujian maksimum secara simulasi menggunakan. Sehingga didapatkan nilai tegangan maksimum secara teoritis dan tegangan maksimum secara simulasi. Desain rangka dengan besi *hollow* menunjukkan performa terbaik pada pengujian kekuatan, sehingga disarankan untuk digunakan pada rancang bangun alat pencacah plastik.

Penulis korespondensi:

Adhes Gamayel

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta

Email: adhes@jgu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.5>

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sampah plastik untuk didaur ulang sangat penting dalam upaya penanggulangan sampah. Salah satu pendekatan yang telah dikembangkan adalah EDP (Environmentally Degradable Polymeric Materials) [1], yang melibatkan penambahan bahan tertentu ke dalam bahan baku pembuatan plastik untuk mendegradasinya dan memberikan sifat yang memungkinkan plastik terurai [2]. Sampah plastik yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme dalam tanah mengakibatkan penurunan mineral organik dan anorganik dalam tanah [2]. Salah satu cara untuk memanfaatkan sampah plastik adalah dengan metode daur ulang. Tahap pertama dalam proses daur ulang plastik adalah pencacahan, yang melibatkan penggunaan mesin pencacah plastik [3]. Pencacahan adalah langkah penting dalam mengubah plastik bekas menjadi bahan baku sekunder berupa serpihan plastik. Untuk mencapai ini, diperlukan alat atau mesin pencacah plastik yang efisien. Hasil dari proses pencacahan plastik, yaitu serpihan plastik berukuran kecil yang disebut biji 2 plastik (flakes), berguna sebagai bahan baku dalam proses daur ulang plastik. Mesin pencacah plastik memiliki beberapa komponen penting, termasuk rangka mesin, pisau pencacah, saringan cacahan 2 plastik, penutup atas, dan motor penggerak [4-6].

Plastik adalah polimer rantai panjang yang terdiri dari atom yang terikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau monomer, dan karena kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum, serta beratnya yang ringan, plastik digunakan di hampir seluruh sektor industri. Perkembangan dalam bidang rekayasa material menuntut inovasi dalam menciptakan material berkualitas tinggi yang juga ramah lingkungan. Material yang ideal harus memiliki kekuatan, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, dan kemampuan daur ulang. Komposit adalah salah satu pilihan material alternatif yang dapat memenuhi persyaratan tersebut. Sampah plastik memiliki masa lapuk yang panjang, yaitu 50-80 tahun.

Rangka memiliki peran penting dalam mendukung mesin pencacah plastik, termasuk pulley, sabuk V, dan komponen lain yang terpasang padanya. Rangka harus mampu menahan berat mesin pencacah plastik, meredam getaran kuat yang dihasilkan oleh mesin saat beroperasi, dan tetap ringan dan kokoh. Desain struktur rangka mencerminkan keseimbangan antara gaya tarik gravitasi dan kekuatan struktural.

Bentuk lain rangka adalah rangka dengan struktur lipatan. Struktur lipatan adalah hasil dari eksperimen dengan melipat bahan tipis yang diperkuat dengan penguat samping, kemudian diberi beban. Konstruksi cangkang terinspirasi oleh cangkang alami seperti telur, kepiting, dan keong, yang memiliki bentuk melengkung tetapi kokoh. Manusia mengadopsi sifat-sifat ini dalam pembuatan struktur. Konstruksi rangka batang tunggal melibatkan batang-batang yang dihubungkan satu sama lain untuk membentuk struktur yang kuat, sedangkan konstruksi rangka batang ganda melibatkan penggunaan batang-batang yang berbeda tingkat untuk menahan gaya eksternal bersama-sama.

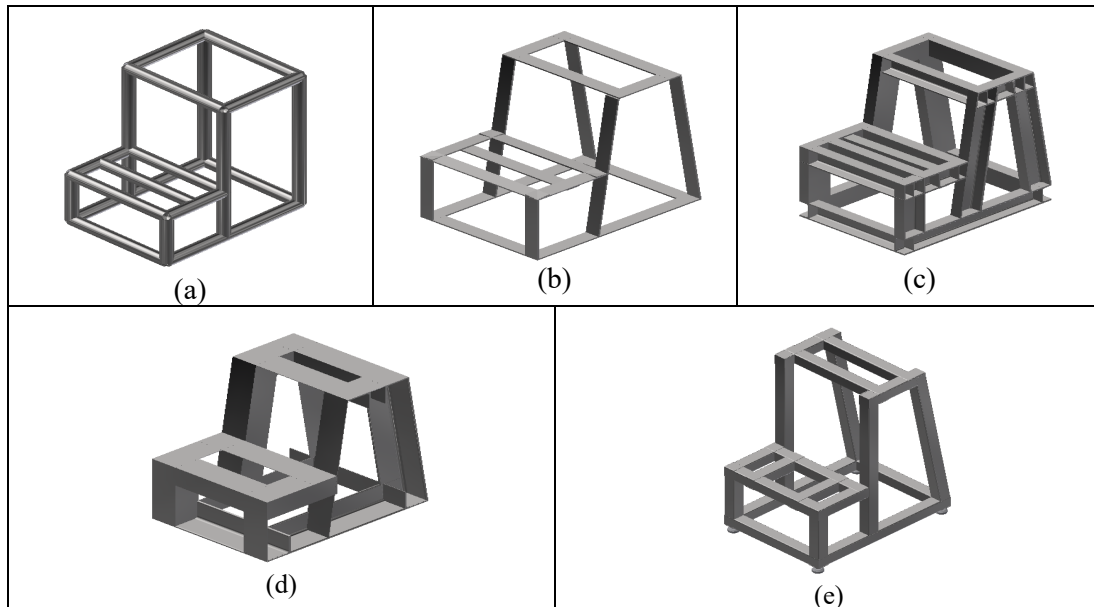
Strength adalah kemampuan maksimum suatu benda untuk menahan beban, namun, perlu diperhatikan bahwa definisi ini hanya merujuk pada kekuatan tanpa menjelaskan istilah lain seperti "*power*" [7]. Sebagian besar studi struktur berfokus pada beban statis, yang berarti beban tetap. Gaya adalah kekuatan yang dapat menyebabkan pergerakan pada benda diam dan diatur oleh hukum Newton. Defleksi atau lendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah vertikal akibat beban yang diterapkan pada material tersebut. Dalam desain konstruksi mesin, besarnya angka keamanan harus lebih besar dari 1 (satu) [8,9]. Faktor keamanan diberikan agar desain konstruksi dan komponen mesin dengan tujuan agar desain tersebut mempunyai ketahanan terhadap beban yang diterima. Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Rumus faktor keamanan secara matematis ditulis:

$$Safety\ factor = \frac{Yield\ point\ stress}{Working\ atau\ design\ stress}$$

Untuk dapat mengetahui *stress analysis* pada sebuah alat atau rangka dapat menggunakan aplikasi Ansys ® ataupun menggunakan Autodesk Inventor ® versi student.

2. METODE

Desain rangka mesin pencacah plastik tipe LDPE (*low density polyethylene*) dan PETE (*polyethylene terephthalate*) ini mengacu pada standar yang diberikan dari hasil simulasi dengan kaidah-kaidah desain mekanikal [10,11], mulai dari *displacement*, *von mises stress*, *safety factor*, dan *equivalent strain* dengan bertujuan untuk menghasilkan pemilihan desain serta penggunaan material yang akan diproses untuk rangka untuk menghasilkan rangka maupun penggunaan material yang terbaik. Variasi desain yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Variasi desain rangka mesin pencacah plastic dengan material (a) pipa besi, (b) besi *plat-strip*, (c) besi U (*U-beam*), (d) besi siku, dan (e) besi *hollow*.

Rancangan rangka mesin pencacah plastik ini merupakan rancangan yang mencakup 5 variasi, 1 dari rancangan tersebut merupakan rancangan rangka mesin pencacah plastik yang telah dimodifikasi guna mendapatkan perbandingan kekuatan dari rancangan rangka mesin pencacah plastik tersebut.

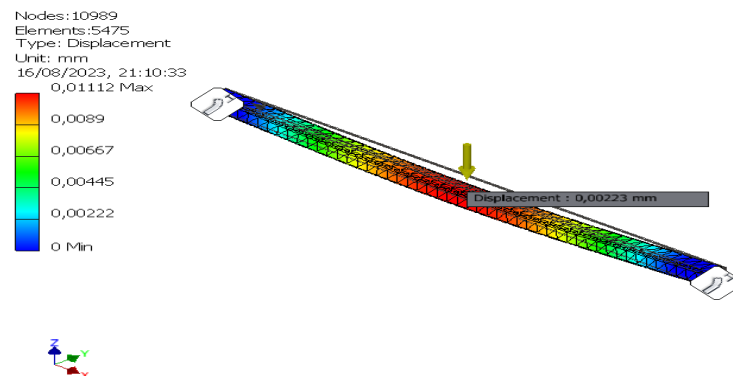
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat mesin pencacah dapat bekerja, maka dibuatlah sebuah *bill of material* (BOM) yang menjadi acuan perancangan alat nantinya. Detail BOM dapat dilihat pada Tabel 1. Meskipun BOM ini belum diperlukan dalam tahap desain, namun untuk kepentingan kelengkapan BOM ini disertakan. BOM ini juga ditujukan untuk mempermudah dalam penentuan pembebanan, sehingga nantinya didapatkan data berapa pembebanan yang sesuai untuk mesin pencacah plastik, yang diharapkan dapat meningkatkan tingkat akurasi dan presisi dari simulasi yang dihasilkan.

Tabel 1. BOM mesin pencacah plastic.

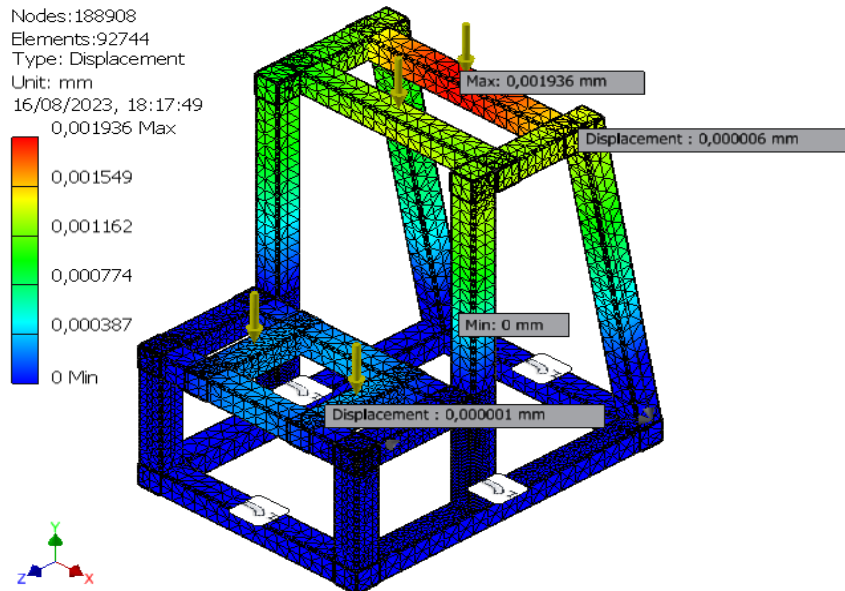
No	Komponen	Jumlah	Massa (kg)
1	Mata pisau	8	1300g = 12,749 N
2	Poros	1	1500g = 14,71 N
3	Pemisah	1	3000g = 38,246 N
4	Batang pisau	10	5000g = 49,033N
5	Radial Bearing	2	600g = 5,884 N
6	Motor AC	1	11000g = 107,87 N
7	Pulley	2	1800g = 17,652 N
8	Belt Pulley	1	200g = 1,9613 N
9	On Of Switch	1	100g = 0,98066 N
10	Cover Pulley	1	2100g = 20,594 N
11	Mesh	1	950g = 9,3163 N
12	Shaft Blade	4	4000g = 39,227 N
13	Collar	4	3500g = 34,323 N
14	Housing	10	6500g = 63,743 N
Total massa		416,29	Newton = 42,45 kg

Pada material besi *hollow* dengan panjang 1 meter ini dilakukan simulasi pembebanan sebesar 416,29 N dan didapat hasil Pergeseran sejauh 0,00223 mm ke arah bawah (bergerak vertikal). Detail hasil simulasi dengan *colormap* dapat dilihat pada Gambar 2.



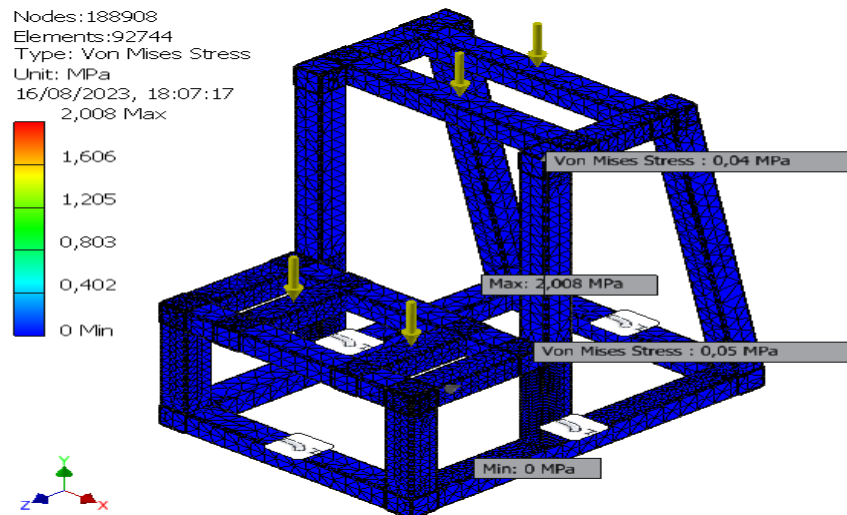
Gambar 2. Simulasi *displacement* material besi Hollow.

Pada rangka desain 5 (Gambar 3) material besi *hollow* dilakukan simulasi pembebanan pada beban 1 sebesar 297,63 N dan di dapat hasil pergeseran sejauh 0,000006 mm ke arah bawah (bergerak vertikal). Posisi pembebanan berada pada bagian atas kerangka yang berfungsi sebagaiudukan untuk menahan, mata *blade*, *shaft*, *spacer*, *plate blade*, *radial bearing*, *pulley 1*, *belt pulley*, *on off switch*, *cover pulley*, *mesh*, *shaft blade*, *collar*, *housing*. Simulasi pembebanan pada beban 2 sebesar 116,7 N dan posisi pembebanan berada pada bagian bawah yang berfungsi sebagaiudukan untuk menahan *AC motor*, *pulley 2* dan di dapat hasil sejauh 0,000001 mm.



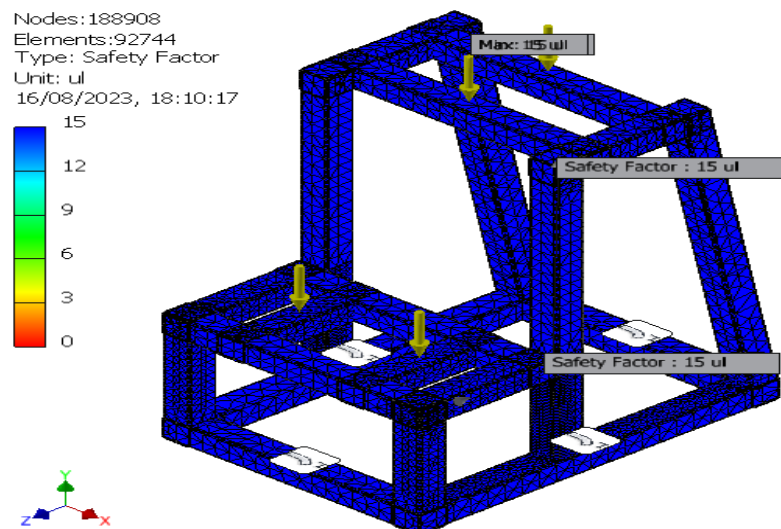
Gambar 3. *Displacement* Rangka Desain 5 Material Besi Hollow

Hasil simulasi pembebanan pada rangka desain 5 material besi hollow (Gambar 4) di dapat hasil pembebanan sebesar 0,05 MPa pada titik beban yang dibebankan pada kondisi aktual mesin, von mises stress yang menentukan bahwa pada gambar diatas kerangka dalam kategori aman dari tegangan *von mises stress* yang diberikan pada kerangka desain 5, dengan material hollow.



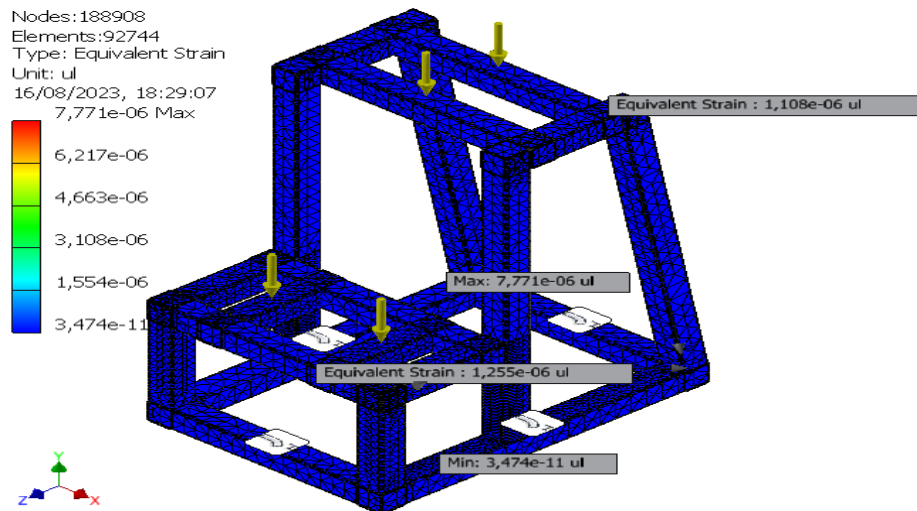
Gambar 4. *Von Mises Strees* Rangka Desain 5 Material Besi Hollow

Hasil simulasi pembebanan pada rangka desain 5 material besi hollow 40x40 mm (Gambar 5) di dapat hasil maksimum pembebanan *safety factor* sebesar 15 pada titik beban yang dibebankan pada kondisi aktual mesin, faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian kerangka, makin besar kemungkinan adanya kerusakan pada komponen mesin, maka angka keamanan diambil makin besar.



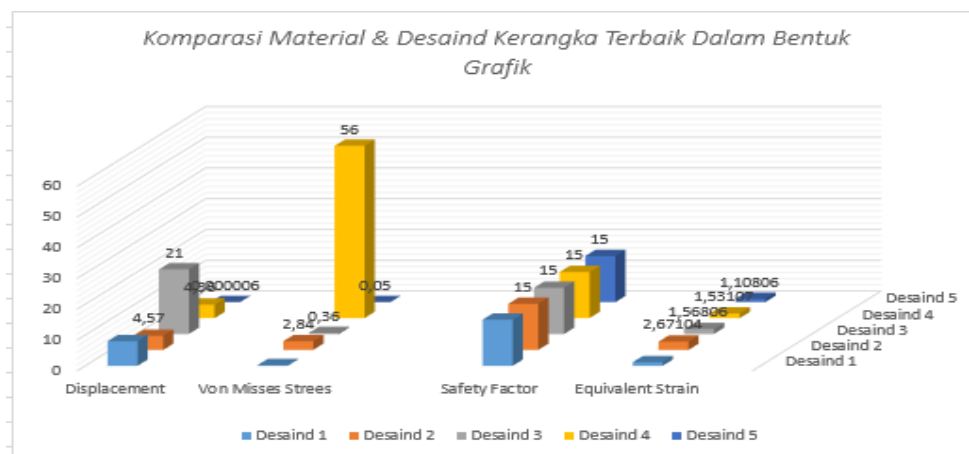
Gambar 5. *Safety factor* rangka desain 5 material besi hollow

Simulasi *Equivalent Strain* yang digunakan untuk simulasi tekanan beban secara menyeluruh pada batang material atau rangka yang akan digunakan pada penempatan komponen komponen mesin, untuk mendapatkan nilai nilai kritis pada saat pembebanan setara atau secara menyeluruh. Simulasi Equalivalent pada kerangka desain 5 material besi hollow didapatkan hasil 1,108e-06 (detail dapat dilihat pada Gambar 6).



Gambar 6. Equivalent Strain desain 5 material besi hollow.

Setelah menjalankan simulasi di piranti lunak Autodesk Inventor versi *student* didapatkan hasil simulasi dengan kekuatan struktur kerangka terbaik dari rangka mesin pencacah plastik yaitu pada desain “rangka desain 5 dengan material besi hollow” data yang didapat berupa pembebanan pada semua rangka dengan jumlah semua beban sebesar 416,29 Newton = 42,45 kg.



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil simulasi.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa tahapan sesuai dengan metode yang telah ditentukan, hasil yang telah diperoleh kemudian disimpulkan sebagai berikut :

- Dari hasil perbandingan di atas dapat terlihat bahwa rangka desain 5 material besi hollow 40x40 mm memiliki perpindahan maksimum yang lebih kecil dibandingkan rangka model lainnya.
- Desain 5 material besi hollow 40x40 mm yang di simulasikan menggunakan *stress analysis* pada Autodesk Inventor ® versi *student* didapat hasil perpindahan maksimum pada beban 1 (*displacement*) sejauh 0,000006 mm dan pada beban 2 (*displacement*) sejauh 0,000001 mm.
- Setelah melakukan komparasi spesifikasi pemilihan kerangka terbaik, berbentuk grafik sebagai landasan untuk metode analisis yang akurat, struktur kerangka terbaik

dari rangka mesin pencacah plastik yaitu pada desain 5 dengan material besi *hollow* 40x40 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

REFERECES

- [1] Van Der Zee, Maarten. "Analytical methods for monitoring biodegradation processes of environmentally degradable polymers." *Handbook of biodegradable polymers: Isolation, synthesis, characterization and applications* (2011): 263-281.
- [2] Jupri, Ahmad, et al. "Pengelolaan limbah sampah plastik dengan menggunakan metode ecobrick di Desa Pesanggrahan." *Prosiding PEPADU 1* (2019): 341-347.
- [3] Purwaningrum, Pramiati. "Upaya mengurangi timbunan sampah plastik di lingkungan." *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8.2 (2016): 141-147.
- [4] Anggraeni, Nuha Desi, and Alfian Ekajati Latief. "Rancang bangun mesin pencacah plastik tipe gunting." *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 2.2 (2018).
- [5] Syamsiro, Mochamad, Arip Nur Hadiyanto, and Zahrul Mufrodi. "Rancang bangun mesin pencacah plastik sebagai bahan baku mesin pirolisis skala komunal." *J. Mek. Sist. Termal* 1.2 (2016): 43-48.
- [6] Azhari, Chusnul, and Diki Maulana. "perancangan mesin pencacah plastik tipe crusher kapasitas 50 kg/jam." *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala* 13.2 (2018): 7-14.
- [7] Den Hartog, Jacob Pieter. *Advanced strength of materials*. Courier Corporation, 1987.
- [8] Drucker, D. C., H. J. Greenberg, and W. Prager. "The safety factor of an elastic-plastic body in plane strain." (1951): 371-378.
- [9] Soderberg, C. Richard. "Factor of safety and working stress." *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* 52.2 (1930): 13-21.
- [10] Childs, Peter. *Mechanical design engineering handbook*. Butterworth-Heinemann, 2013.
- [11] Ullman, David G. *The mechanical design process*. 2003.

Perbandingan Nilai Kalor Briket Arang dengan Campuran Bahan Baku Buah Bintaro dengan Batang Pohon Jambu Biji Menggunakan Alat Press Penggerak Pneumatik

Bondan Sugiarto¹⁾, M Zaenudin^{1,*}, YKP Saleh¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok 16412, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:

Dikirim 01 Oktober 2023.

Revisi 11 Oktober 2023.

Diterima 12 Oktober 2023.

Kata Kunci:

Briket Campuran

Buah Bintaro

Batang Pohon Jambu Biji

Alat Press Pneumatik

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa sifat fisik dan kimia briket arang dari pemanfaatan buah bintaro dan batang pohon jambu biji sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi buah bintaro dan batang pohon jambu biji untuk pembuatan briket arang sebagai alternatif bahan bakar serta untuk mengetahui sifat fisik dan kimia dari briket yang dihasilkan agar diketahui kualitasnya sebagai bahan bakar atau energi dibandingkan briket konsumtif dipasaran. Peneliti mengharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi yang baru untuk memastikan pemanfaatan buah bintaro dan batang pohon jambu biji sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan dan lokasi pengambilan bahan baku di Kampung Tambun Gg. Gabus Desa Buni Bakti Kecamatan Babelan Kabupaten Bekasi Jawa Barat. Proses penelitian ini dilakukan dengan diawali persiapan bahan baku, pengarangan, selanjutnya arang dihaluskan dan dicampur dengan perekat (tapioka), selanjutnya pencetakan serta pengeringan. Kemudian briket melalui tahap pengujian yaitu Kerapatan pada briket, laju pembakaran, kadar abu dan nilai kalor pada briket. Dari hasil pengamatan dan penelitian menunjukkan bahwa briket arang buah bintaro dan batang pohon jambu biji diketahui tingkat kerapatan tertinggi adalah 0.77 gram/cm³. Nilai laju pembakaran terendah adalah 0.20 gram/menit. Nilai kalor tertinggi adalah sebesar 7888 kkal/kg dan Nilai kadar abu terendah adalah 25%.

Penulis korespondensi:

Mohamad Zaenudin

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta

Email: mzaenudin@jgu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.6>

1. PENDAHULUAN

Briket adalah salahsatu alternatif bahan bakar yang berasal dari batu bara, serbuk kayu gergaji, tempurung kelapa, dan blotong yang bisa dijadikan bahan bakar padat. Berdasarkan data dari bisnis Indonesia tahun 2005, briket mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi sebesar 257,50 kkal/kg, dan disamping itu juga turut menanggulangi polusi limbah produksi. Penggunaan briket untuk keperluan rumah tangga, peternakan, rumah makan, industri makanan dan sebagainya masih terbatas mencapai 7,5-ton perbulan.

Pada penelitian sebelumnya pada referensi [1] untuk membuat briket dirancang alat pengepresan briket secara manual dengan ukuran 5x7 cm dan proses penekanannya dilakukan oleh operator sehingga tekanan yang dipergunakan untuk pengepres briket tidak konstan sehingga dimensi briket tersebut tidak seragam. Kondisi lain masih memerlukan waktu yang

relatif cukup lama dalam proses pengerjaannya dan tingkat produksi yang masih rendah sekitar 24 kg perhari dimana dalam satu kali pengepresan dibutuhkan waktu 125 detik.

Adapun menurut indah Suryani, dkk. [2] pada penelitiannya tentang pembuatan briket arang dari campuran dari buah bintaro dan tempurung kelapa menggunakan perekat amilum bahwa buah bintaro dan tempurung kelapa dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya dengan cara memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan briket arang. Adapun briket arang yang dihasilkan dari bahan baku buah bintaro dan tempurung kelapa dapat dijadikan alternatif bahan bakar karena kualitas briket yang dihasilkan sesuai dengan range yang ada. Kemudian hasil dari volatile metter, ash, inherent moisture, fixed carbon dan calorific value terbesar pada percobaan ini yaitu 18.00%, 4.59%, 8.11%, 77.36%, dan 7086 cal/gr. Sedangkan nilai yang terkecil yang didapat yaitu 12.46%, 2.0%, 6.71%, 71.80% dan 6734 cal/gr.

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian – penelitian sebelumnya yaitu alat pengepresannya, dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan alat pengepresan briket dengan penggerak pneumatik. Perbedaannya juga terdapat pada bahan baku yang digunakan, dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan dua bahan baku utama yaitu buah bintaro dan batang pohon jambu biji.

Proses pembriketan adalah proses pengolahan arang yang mengalami beberapa perlakuan seperti pengarangan, penumbukan arang atau penghalusan, pencampuran bahan baku dengan perekat, pencetakan menggunakan kempa hidrolik / pneumatik dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu. Briket dengan sturktur yang padat dengan peningkatan kerapatan, menjadikan briket lebih effisien sehingga meningkatkan nilai kalor perunit volume. Tujuan dari pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk abu.

Tujuan pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mempengaruhi kehilangan bahan dalam bentuk debu pada proses pengangkutan [3]. Beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain:

- a. Ukuran: ukuran mempengaruhi kekuatan briket yang dihasilkan karena ukuran yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kuat tekan briket akan semakin besar.
- b. Penekanan: penekanan pada saat pembriketan akan berdampak pada kekerasan dan kekuatan dari briket yang dihasilkan. Penekanan pada saat pembriketan harus tepat, tidak terlalu besar ataupun kecil dimana akan berdampak pada proses penyalaan briket.
- c. Bahan baku: briket dapat dibuat dari berbagai macamm bahan yakni batu bara, arang, ampas tebu, sekam padi, serbuk kayu dan lain – lain. Bahan baku pembuatan biobriket harus mengandung selulosa, semakin tinggi selulosanya maka semakin baik kualitasnya. Briket yang mengandung zat terbang yang proses penyalaan dapat berlangsung cepat akan tetapi dapt menghasilkan asap dan bau yang tidak sedap.

Briket merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah. Biobriket merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa – sisa bahan organik. Bahan baku pembuatan arang biobriket pada umumnya berasal dari tempurung kelapa, serbuk gergaji, dan bungkil sisa pengepresan biji – bijian dan bahan – bahan yang mengandung kadar selulosa yang tinggi. Pembuatan briket arang dari limbah dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarsangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolik maupun dengan manual dan selanjutnya dikeringkan [4]. Briket yang berkualitas baik adalah briket yang tidak mudah patah atau hancur. Oleh karena itu, briket dapat ditambahkan dengan bahan perekat. Tujuan penambahan bahan perekat dalam proses pembuatan briket adalah untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat

Menurut Prayitno [5], perekat adalah bahan yang mempunyai sifat perekatan yang mampu merekat atau menjadikan satu bahan – bahan yang direkat dengan cara penempelan atau penyatuan permukaan akibat dari aksi gaya – gaya sekunder dan primer.

Perekat adalah bahan yang ditambahkan pada komposisi zat utama untuk memperoleh sifat – sifat tertentu. Misalnya viskositas, ketahanan dan sebagainya. Beberapa viskositas yang berfungsi menaikkan viskositas adalah *Corboxy Menthyl Cellulosa* (CMC), gypsum, kanji, gliserol, clay, biji jarak dan sebagainya. Adapun penambahan briket biomassa adalah selain bahan yang didapat itu mudah dan terbarukan, juga bisa berfungsi untuk membantu penyulutan awal dan sekaligus perekat terhadap pembriketan biomassa.

Mesin press adalah sebuah alat yang dibuat untuk memanfaatkan atau menekan sebuah benda dengan memanfaatkan gaya tekan dari sumber penggerak atau sumber tenaga. sumber tenaganya bisa berasal dari sistem pneumatik, hidrolik, tenaga manusia, motor listrik, motor bakar dan lain – lain. secara umum, mesin press dapat diklasifikasikan berdasarkan penggerak utamanya, yaitu ; mesin press pneumatik, mesin press hidrolik, mesin press tenaga mekanik, mesin press tenaga motor listrik dan lain – lain. Jenis – jenis mesin press antara lain:

1. Mesin press tenaga hidrolik;
2. Mesin press tenaga pneumatic;
3. Mesin press tenaga mekanik;
4. mesin press tenaga motor listrik.

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggeraknya. Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara mampat (udara bertekanan) [6]. Cara kerja pneumatik sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggeraknya. Jika pneumatik menggunakan udara sebagai tenaga penggeraknya, dan sedangkan hidrolik menggunakan cairan oli sebagai tenaga penggeraknya. Dalam pneumatik tekanan udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah cylinder kerja. Cylinder kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada cylinder) [7].

Kelebihan sistem pneumatik yaitu :

1. Jumlah udara tidak terbatas
2. Transfer udara relatif mudah dilakukan
3. Mudah disimpan
4. Tidak sensitif terhadap suhu
5. Tahan ledakan
6. Kebersihan
7. Kesederhanaan konstruksi
8. Kecepatan
9. Keamanan

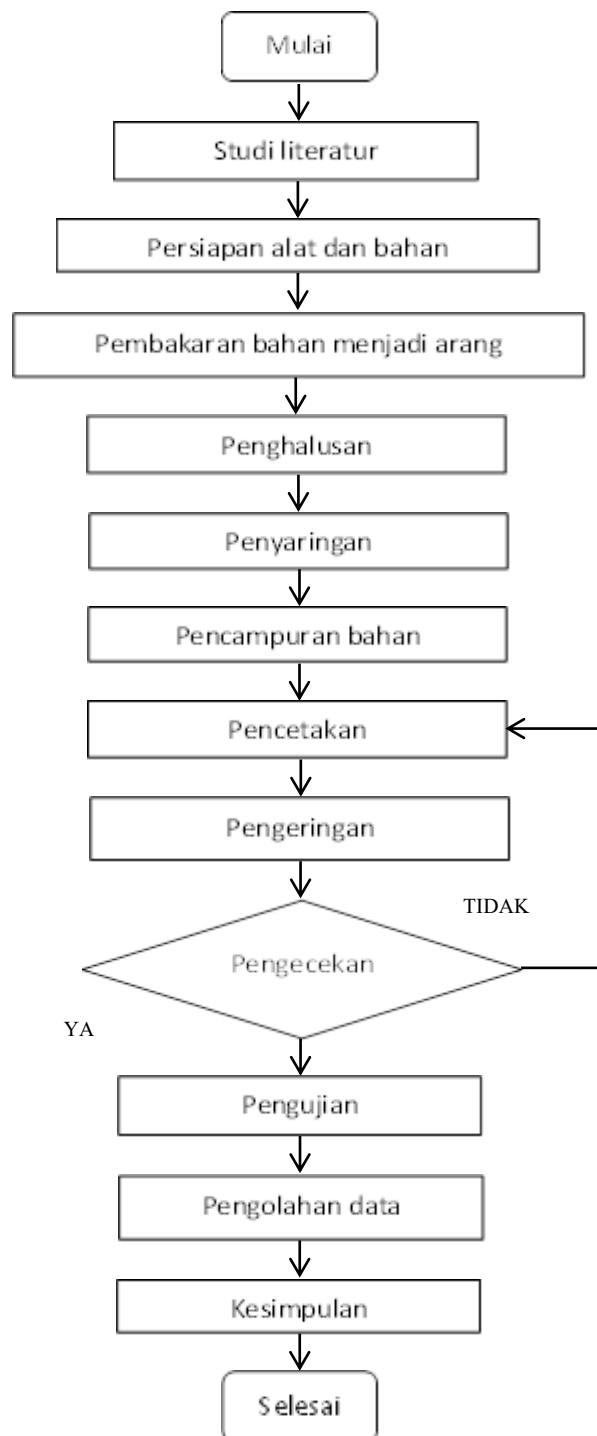
Kekurangan sistem pneumatik yaitu :

1. Suara yang bising
2. Gaya yang ditransfer terbatas
3. Dapat terjadi pengembunan

2. METODE

Gambar 1 memperlihatkan diagram alir penelitian. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk didapatkan informasi terkini terkait dengan briket. Kemudian, alat dan bahan dipersiapkan demikian rupa, yang setelah itu dilanjutkan dengan pembakaran bahan menjadi arang. Proses penghalusan dan penyaringan ditujukan untuk mendapatkan hasil yang lebih homogen dan rata antara satu briket dengan lainnya, yang kemudian bahan-bahan tersebut dicampurkan. Setelah bahan dicampurkan, maka proses pencetakan dengan alat pencetak

briket sederhana dilakukan. Proses pengeringan dilakukan sebelum dilakukan pengujian terhadap briket yang dihasilkan. Data yang didapat kemudian diolah dan kemudian dilaporkan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2.1. Alat yang di gunakan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan sebagai berikut :

1. Timbangan digital

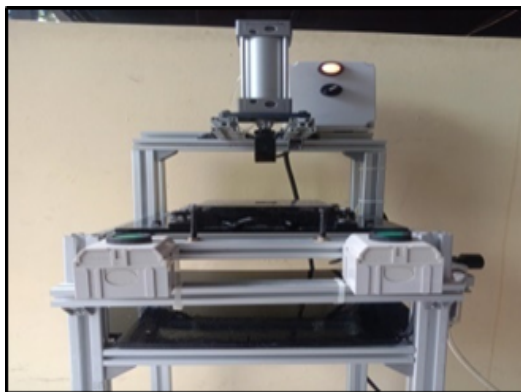
2. Palu
3. Mesin press pneumatik
4. Ayakan ukuran 30 – 40 mesh
5. Kompor gas
6. Stopwatch

2.2. Bahan yang digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket arang pada penelitian ini yaitu buah bintaro, batang pohon jambu biji dengan bahan perekat yang digunakan yaitu tepung tapioka.

2.3. Alat Pencetak

Dalam penelitian ini model alat pencetak briket arang dari bahan batang pohon jambu biji dan buah bintaro yang digunakan adalah mesin press pencetak briket sederhana penggerak pneumatic, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat pencetak briket sederhana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

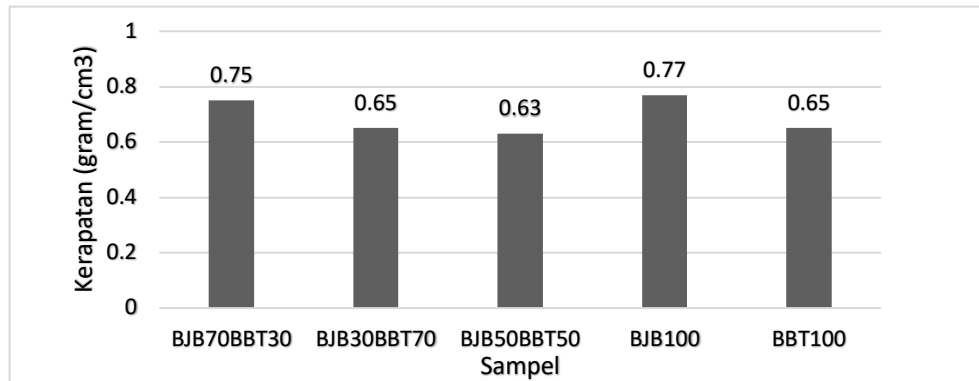
Pada hasil penelitian briket arang ini komposisi berat total keseluruhan bahan baku pada 5 buah briket arang yaitu sebesar 50 gram, dan total berat keseluruhan bahan tambahan (perekat) yaitu sebesar 5 gram. Untuk ukuran briket ini adalah panjang 2,5 cm, lebar 2,5 cm dan tinggi 2.4 – 2.8 cm. Gambar 3 memperlihatkan hasil cetakan briket arang berbahan buah bintaro dan batang pohon jambu biji.



Gambar 3. Hasil cetak briket.

3.1. Kerapatan

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara berat dan volume briket arang. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket arang tersebut. Nilai hasil uji kerapatan pada masing – masing komposisi perlakuan ditunjukkan pada Gambar 4.



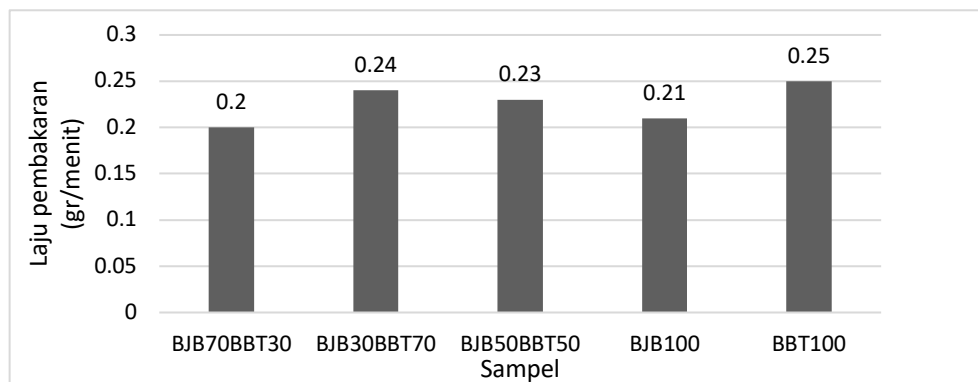
Gambar 4. Hasil uji kerapatan.

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa variasi batang jambu biji 100 % akan meningkatkan nilai kerapatan yaitu dengan nilai 0.77 gr/cm³. Sedangkan nilai kerapatan yang terendah pada campuran batang jambu biji dan buah bintaro dengan perbandingan 50:50 yaitu dengan nilai 0.63 gr/cm³. Uji kerapatan briket merupakan sifat fisik briket yang berhubungan dengan kekuatan briket untuk menahan perubahan bentuk. Kerapatan berpengaruh terhadap tingkat energi yang terkandung dalam briket. Semakin tinggi kerapatan maka semakin tinggi pula energi yang terkandung dalam briket.

Menurut Sinurat [8] semakin besar kerapatan bahan bakar (briket) maka laju pembakaran akan semakin lama. Dengan demikian biobriket yang memiliki berat jenis yang besar memiliki laju pembakaran yang lebih lama dan nilai kalornya lebih tinggi dibandingkan dengan biobriket yang memiliki kerapatan yang lebih rendah, sehingga semakin tinggi kerapatan pada briket maka semakin tinggi pula nilai kalornya.

3.2. Laju pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar salah satunya briket arang. Hal ini untuk mengetahui sejauh mana kelayakan dari briket arang yang diuji sehingga dalam aplikasinya nanti bisa digunakan. Adapun pada Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa laju pembakaran tertinggi terdapat pada campuran bahan BBT100 yaitu dengan nilai laju pembakarannya adalah 0.25 gr/menit. Sedangkan laju pembakaran terendah terdapat pada campuran bahan BJB70BBT30 yaitu dengan laju pembakaran sebesar 0.20 gr/menit. Hal ini dikarenakan konsentrasi pada variasi campuran briket yang mengandung lebih banyak batang pohon jambu biji yang dimana seperti yang kita ketahui batang pohon jambu biji memiliki lebih banyak kandungan volatile dibandingkan dengan buah bintaro yang dimana dapat menyebabkan pembakaran briket lebih cepat serta laju pembakaran juga berpengaruh terhadap nilai kalor pada briket.



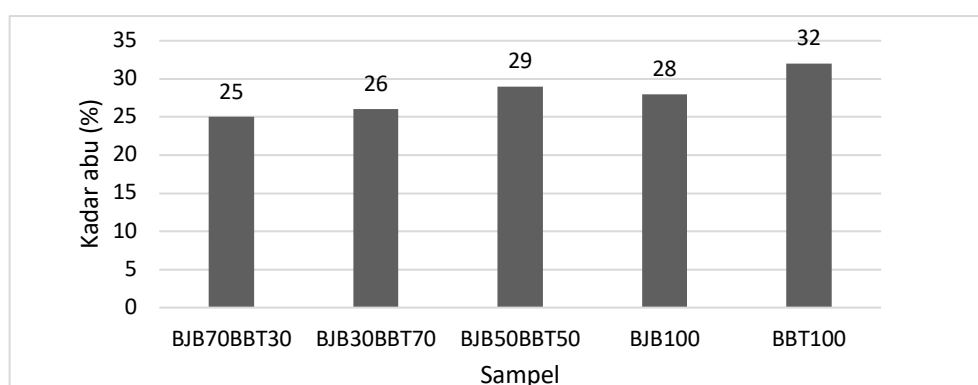
Gambar 5. Hasil uji laju pembakaran briket.

3.3. Kadar abu

Kadar abu adalah jumlah residu anorganik yang dihasilkan dari pengabuan/pemijaran suatu produk. Residu tersebut berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Kadar abu sangat berperan penting dalam pembuatan briket, karena semakin tinggi kadar abu briket maka semakin kurang baik kualitas briket yang dihasilkan, karena dapat membentuk kerak. Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket (Artati, 2012).

Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran dalam hal ini adalah sisa pembakaran briket arang. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket arang sehingga kualitas briket arang tersebut menurun [9]. Nilai rata – rata kadar abu pada setiap perlakuan di tunjukkan pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa penambahan komposisi batang pohon jambu biji dan buah bintaro dengan perbandingan variasi campuran 70:30 maka akan menurunkan kadar abu pada suatu briket yaitu dengan nilai 25 %. Kandungan abu yang tinggi berpengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan, semakin rendah kadar abu maka semakin bagus kualitas briket yang dihasilkan. kadar abu briket arang juga dipengaruhi oleh proses karbonasi dan lamanya pengarangan. Kurangnya kadar abu akan meningkatkan nilai kalor.



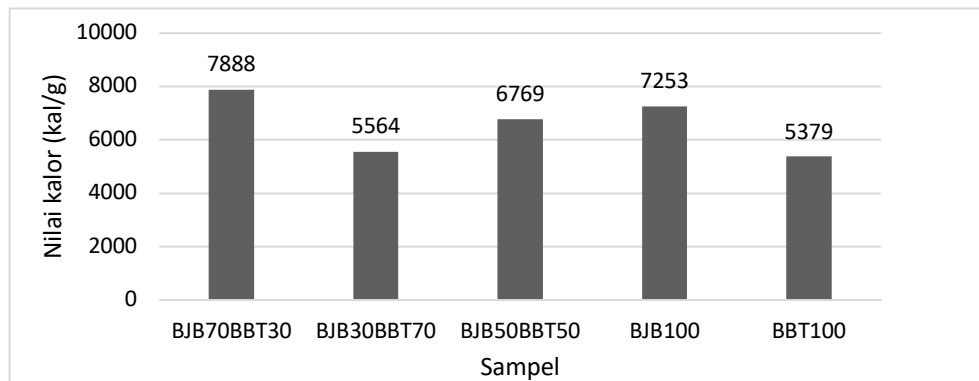
Gambar 6. Hasil uji coba kadar abu.

3.4. Nilai kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor bakar briket arang, semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. menurut Masturin [9] nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket, arang, maka akan menurunkan nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan. Nilai rata – rata nilai kalor dari setiap perlakuan ditunjukkan pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi sebesar 7.888 kal/gr terdapat pada variasi campuran BJB70BBT30. Sedangkan nilai terendah terdapat pada variasi

campuran BBT100 yaitu dengan nilai 5.379 kal/gr. Berdasarkan dari hasil penelitian ini, dapat dibandingkan dengan standar nilai kalor briket campuran bahan baku buah bintaro dan batang pohon jambu biji sesuai dengan nilai SNI dengan standar nilai kalor minimal 5000 kalori/gram sedangkan menurut Sudarsi nilai kalor briket arang sebesar 6000 kalori/gram.



Gambar 7. Hasil uji nilai kalor.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perbandingan data pada penelitian ini bahwa briket arang dengan campuran batang pohon jambu biji dan buah bintaro ini lebih tinggi nilai kalornya sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 7.
2. Komposisi pencampuran bahan baku sangat berpengaruh pada kualitas briket arang, dimana hasil uji kerapatan tertinggi terdapat pada variasi campuran bahan batang jambu biji 100% dengan nilai 0.77 gram/cm³. Hasil uji laju pembakaran terendah pada campuran batang jambu biji 70% dan buah bintaro 30% yaitu dengan nilai 0.20 gram/menit. Hasil uji kadar abu terendah pada campuran batang jambu biji 70% dan buah bintaro 30% dengan nilai 25%.
3. Dari hasil penelitian yang dilakukan nilai kandungan kalor bahan bakar briket BJB70BBT30 memiliki nilai kandungan kalor sebesar 7888 kkal/kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulaksono, B., & Kurniawan, Y. (2022). Perancangan Konsep Mesin Mixer dan Press Serbuk Kayu yang Portable untuk Pembuatan Papan Partikel dengan Metode VDI 2221. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 12(2), 123-127.
- [2] Suryani, I., & Dahlan, M. H. (2012). Pembuatan briket arang dari campuran buah bintaro dan tempurung kelapa menggunakan perekat amilum. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 24-29.
- [3] Fabiola, F. (2017). *Rancang Bangun Press Briket Arang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Padang).
- [4] Kaswinarni, F. (2009). Pemanfaatan Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn.) Sebagai Bahan Pembuatan Bio Briket. *MAJALAH LONTAR*, 23(1 april).
- [5] Prayitno, T. A. (1994). Perekat Kayu. *Program Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta*.
- [6] Muliarto, E. S., & Sutanto, T. (2002). Perancangan Sistem Pneumatik dengan Aplikasi pada Walking Robot. *Universitas Bina Nusantara. Jakarta*.
- [7] Mulyanto, B. (2015). Modul Rangkaian Rangkaian dasar Pneumatik.
- [8] Sinurat, E. (2011). Studi pemanfaatan briket kulit jambu mete dan tongkol jagung

- sebagai bahan bakar alternatif. *Universitas Hasanudin. Makasar, 4.*
- [9] Masturin, A. (2002). Sifat fisik dan kimia briket arang dari campuran arang limbah gergajian kayu. *Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.*