

Pengaruh Desain *Bracket Panel Project Cross River Rail* Terhadap *Safety Factor*

Firmansyah Ferdia Auza*¹, Sapto Wiranto Satoto*², dan Aulia Fajrin*³

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

E-mail: firmansyah.ferdia05@students.polibatam.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh desain pada *bracket panel* terhadap *safety factor* dalam menahan berat dari *panel* dengan material *glass fiber reinforced concrete (GRC)* dengan aman dan dapat diaplikasikan dalam pemasangan dilokasi konstruksi. *Panel* dengan material *GRC* ditompang oleh *bracket* dalam pemasangan di lokasi konstruksi. Desain dan analisis kekuatan *bracket* menggunakan metode elemen hingga. Metode elemen hingga adalah suatu metode numerik yang dipergunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah rekayasa. Metode elemen hingga yang digunakan pada penelitian ini adalah *Autodesk Inventor*. *Autodesk Inventor* merupakan salah satu aplikasi elemen hingga yang digunakan untuk menganalisis material dan kekuatan suatu desain untuk mendapatkan nilai tegangan *von mises*, *displacement*, dan faktor keamanan. Pada hasil simulasi menunjukkan untuk beban *bracket panel* 130kg, 180kg, dan 200kg memiliki faktor keamanan berturut-turut yaitu 3.75, 2.71, dan 2.43. Hasil analisis pada *bracket panel* menghasilkan *bracket* yang aman digunakan pada *project Cross River Rail*.

Kata kunci: Desain *bracket*, tegangan *von mises*, *displacement*, faktor keamanan

Abstract

This study aims to determine the effect of design on panel brackets on safety factors in safely supporting the weight of the panel made from glass fiber reinforced concrete (GRC). It can be applied in installation at construction sites. Brackets on panels are used to support panels in construction applications. Panel with GRC material are supported by brackets when installed at the construction site. Design and analysis of bracket strength using the finite element method. The finite element method is a numerical method used to solve engineering problems. The finite element method used in this study is Autodesk Inventor. Autodesk Inventor is a finite element application used to analyze a design's material and strength to obtain von mises stress, displacement, and safety factors. Variable load of brackets was 130kg, 180kg, 200kg had the safety factor of 3.74, 2.71, and 2.43. The result of the analysis bracket on the panel to get safe to use on the Cross River Rail project.

Keywords: *Bracket design*, *von mises stress*, *displacement*, *safety factor*

1 Pendahuluan

Globalisasi dan modernisasi membawa pengaruh besar terhadap aspek kehidupan, termasuk dalam bidang konstruksi, arsitektur dan interior. Pemanfaatan teknologi dalam menciptakan material bangunan merupakan salah satu dampak positif yang dapat dirasakan dari pesatnya pengaruh modernisasi dan globalisasi tersebut [1]. Dari mulai mengganti material konstruksi yang lebih kuat namun lebih murah, hingga mengganti untuk kebutuhan interior sebuah bangunan menjadi lebih bagus dan lebih tahan lama [2]. Hal ini membuktikan bahwa globalisasi dan modernisasi telah menggerus dengan begitu cepat dan hampir menghilangkan identitas arsitektur tradisional. Panel merupakan elemen mesin yang digunakan untuk membentuk dinding, material yang banyak digunakan pada bangunan pribadi maupun komersial saat ini adalah *fiberglass reinforced plastic (FRP)* dan *glassfiber reinforced concrete (GRC)* [3]. Pada penggunaan panel dibutuhkan *bracket* yang berfungsi untuk menahan berat panel yang akan diaplikasikan ke dinding atau bangunan.

Metode eksperimen secara nyata untuk mengetahui kekuatan suatu material akan membutuhkan biaya yang tinggi [4]. *Autodesk Inventor* selain untuk menggambar desain suatu benda juga memiliki fitur *stress analysis* yang berfungsi untuk menganalisa kekuatan rancangan suatu benda yang akan dibuat. Fitur *stress analysis* adalah sebuah

fitur yang sudah disediakan oleh *software Autodesk Inventor* yang berguna untuk menganalisis kekuatan suatu rancangan benda untuk membantu mengurangi kesalahan dalam membuat desain. Oleh karena itu biaya yang dikeluarkan bisa berkurang dan waktu pengerjaan bisa lebih cepat dikarenakan desain rancangan sudah disimulasikan terlebih dahulu menggunakan *software* tersebut. Jadi untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka desain dan material yang dibuat harus dipastikan mewakili dari benda atau produk yang akan dibuat secara nyata. Demikian *constrain* dan *loads* harus mewakili kondisi kerja dari produk atau benda yang akan dibuat [5]. Hasil dari *stress analysis* berupa nilai *von mises*, *displacement*, dan *safety factor*. *Safety factor* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kapasitas struktural dari suatu benda diluar beban yang diharapkan. Untuk menentukan nilai *safety factor* dibutuhkan analisis menggunakan metode elemen hingga. Analisis *safety factor* ini digunakan untuk menganalisa suatu perencanaan dalam elemen mesin dengan tujuan agar diketahui nilai faktor *safety*-nya. Sehingga *bracket* dapat diketahui nilai faktor keamanannya berdasarkan beban yang diberikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh desain pada *bracket* panel terhadap *safety factor* dalam menahan berat dari panel *GRC* dengan aman dan dapat diaplikasikan dalam pemasangan di lokasi konstruksi.

Batasan masalah penelitian ini adalah pembebanan yang dilakukan adalah pembebanan statis dan beban yang digunakan hanya 1300N, 1800N dan 2000N. Dikarenakan berat panel yang menggunakan *bracket* ini minimal 130kg dan maksimal 200kg.

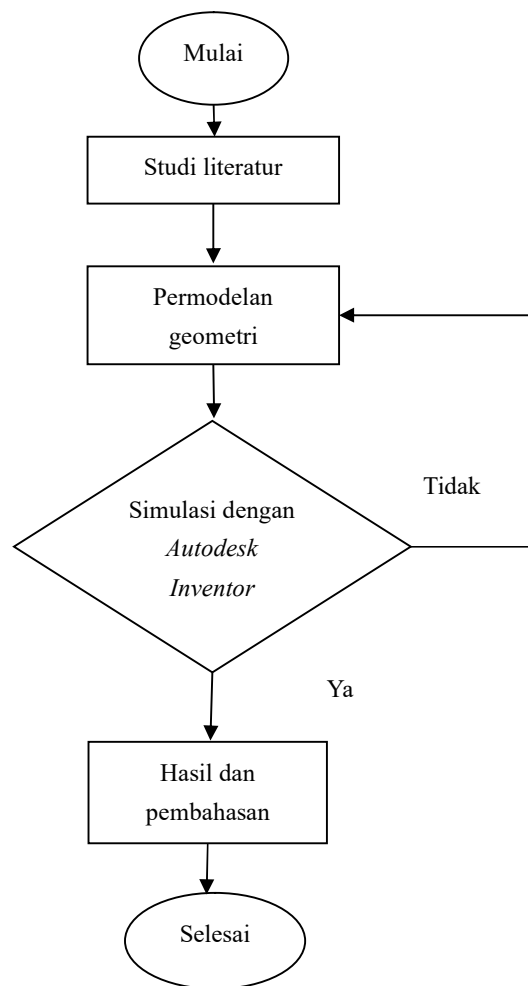
2 Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode elemen hingga yang bertujuan untuk mendapatkan data yang dapat diolah serta digunakan sebagai merancang *bracket* pada *panel* menggunakan software *Autodesk Inventor 2023* kemudian dilakukan proses simulasi dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a. Mengumpulkan literasi yang mampu membantu untuk menyelesaikan penelitian.
- b. Merancang desain dari *bracket panel*.
- c. Menganalisa dengan metode *stress* analisis menggunakan *software* pada desain yang telah dibuat agar mendapatkan nilai *von mises*, *displacement*, dan nilai *safety factormya*.

Untuk lebih jelasnya mengenai proses sebagai mana ditunjukkan pada diagram alur berikut :



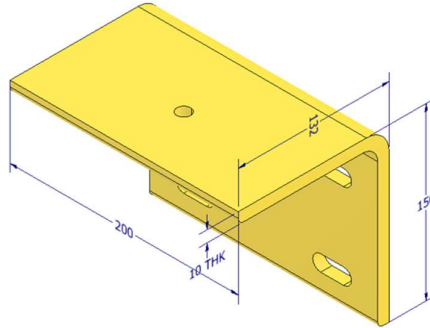
Gambar 1: Diagram alur penelitian.

2.2 Teknik Analisis Data

Analisis Menggunakan Software

Autodesk Inventor adalah *software* untuk desain mekanika 3D, simulasi, visualisasi, dan dokumentasi yang dikeluarkan oleh *Autodesk*. *Autodesk Inventor* ditunjukkan untuk desain dalam bentuk 3D agar bisa dirakit dan diubah menjadi gambar kerja secara digital.

Autodesk Inventor menggunakan konsep elemen hingga untuk menganalisis kekuatan suatu desain dan materialnya. Metode ini sangat efektif dan efisien untuk menentukan *von mises*, *displacement*, dan nilai *safety factornya* dikarenakan gambar dari *software* sudah mewakili dari benda aslinya. Desain 3D *view bracket* dapat dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2: Desain 3D View Bracket Panel

Setelah proses permodelan geometri, memilih material yang digunakan, mesh, penerapan beban dan tumpuan selesai, perangkat lunak akan melakukan simulasi untuk mendapatkan data berupa *von mises*, *displacement*, dan nilai *safety factornya*.

Analisis *safety factor* ini digunakan untuk menganalisa suatu perencanaan dalam elemen mesin dengan tujuan agar diketahui nilai faktor *safety*-nya. Jika berpatokan dengan nilai *yield strength* maka menggunakan persamaan :

$$SF = (\text{Yield Strength}) / (\text{Max von mises Stress})$$

Menurut buku yang berjudul *Machine Element* pada tahun 1989 Dobrovolsky menjelaskan bahwa rentang *safety factor* (SF) berdasarkan jenis pembebanan adalah sebagai berikut [6] :

Beban Statis = 1.25-2.0 ul

Beban Dinamis = 2.0-3.0 ul

Beban Kejut = 3.0-5.0 ul

3 Analisa Data dan Pembahasan

3.1 Analisa Sifat Fisik Material

Hasil *Stress Analysis* didapatkan sifat fisik material ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1
Sifat Fisik Material

Nama Material	Material yang diuji	Mass Density (g/cm ³)	Yield Strength (Mpa)	Ultimate Tensile Strength (Mpa)	Young's Modulus (GPa)
Steel galvanized	Bracket& anchor bolt	7.85	207	345	200

Dalam menentukan nilai *von misses*, *displacement*, dan *safety factor* perlu diketahui nilai gaya (N) untuk memberi beban pada *bracket*. Untuk mendapatkan nilai gaya dapat menggunakan persamaan : $F = m \times a$.

Dimana F adalah gaya (N), m adalah masa benda (kg) dan a adalah percepatan benda (m/s²).

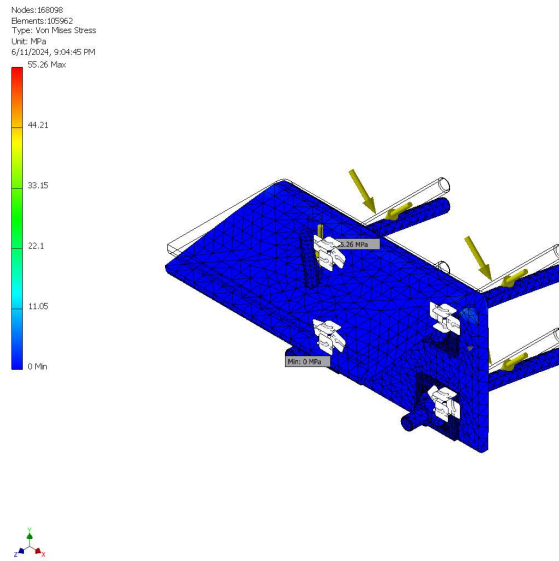
Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2
Nilai Gaya Benda

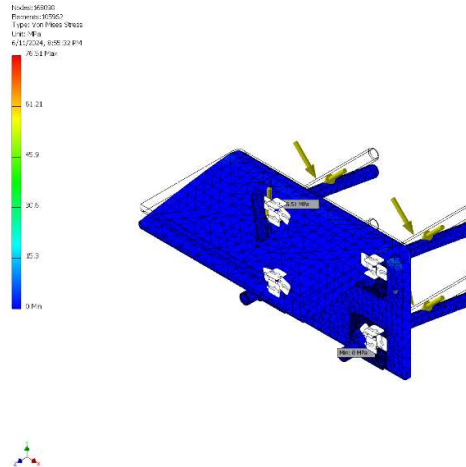
Masa Benda (kg)	Percepatan benda (m/s ²)	Gaya (N)
130	10	1300
180	10	1800
200	10	2000

3.2 Von Mises Stress

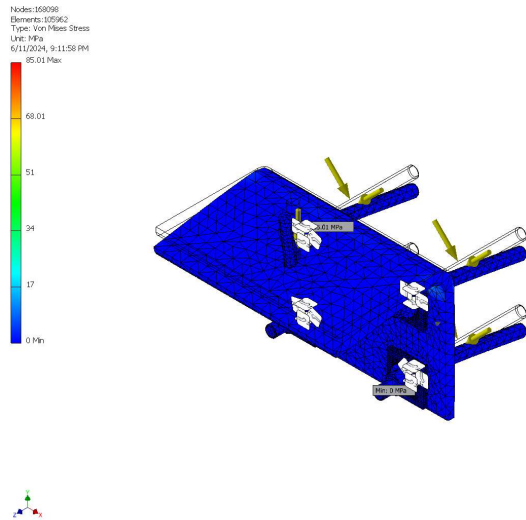
Von Mises Stress adalah suatu ukuran tegangan setara atau equivalen yang digunakan dalam analisis kegagalan material. Kondisi ini dapat diketahui jika tegangan yang terjadi tidak melebihi kekuatan luluh (*yield strength*) karena jika melebihi kekuatan luluh, maka tidak akan kembali ke bentuk semula. Kriteria *Von Mises* menghitung apakah kombinasi tegangan pada titik tertentu akan menyebabkan kegagalan [7]. Analisis *Von mises stress* menggunakan *software autodesk inventor* dapat dilihat pada gambar 3, 4 , dan 5.



Gambar 3. Hasil *Von Mises Stress* Pada *Bracket* Dengan Beban 1300N

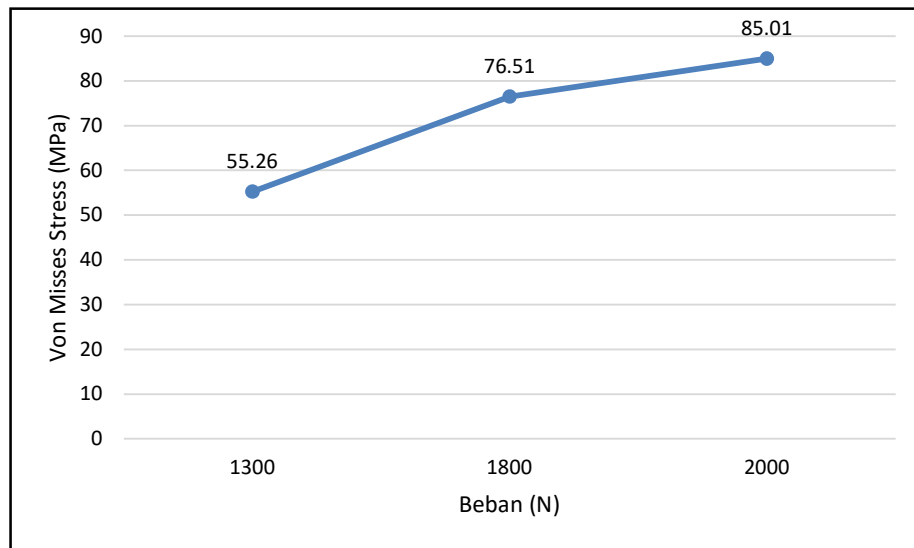


Gambar 4: Hasil *Von Mises Stress* Pada *Bracket* Dengan Beban 1800N



Gambar 5: Hasil *Von Mises Stress* Pada *Bracket* Dengan Beban 2000N

Pada gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan hasil simulasi nilai dari *von mises stress* terhadap variasi beban menggunakan *Autodesk Inventor 2023*. Untuk hasil datanya dapat dilihat pada gambar 6.

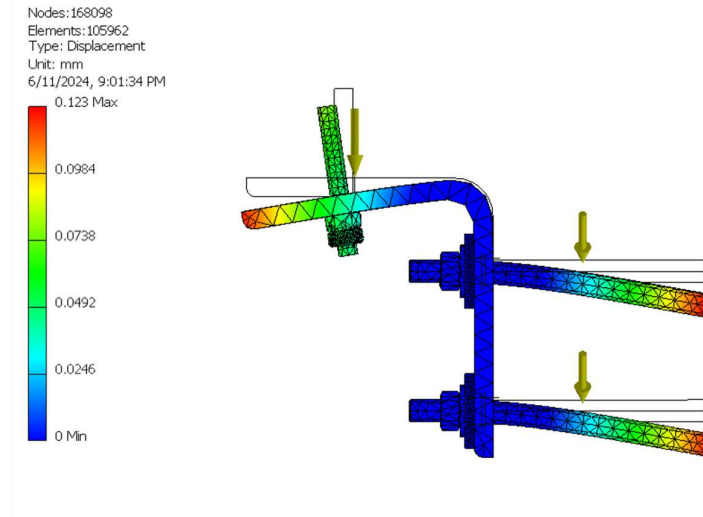


Gambar 6: Grafik Simulasi *Von Mises Stress*

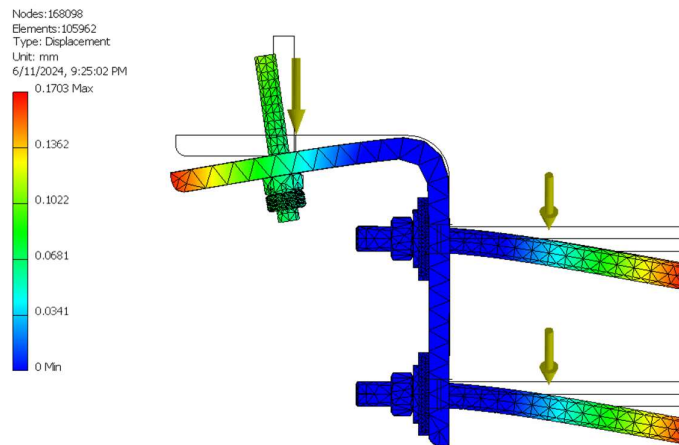
Pada gambar 6 dapat dilihat grafik menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai *von mises* pada tiap beban yang diberikan. Pada grafik tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada *bracket* maka akan semakin meningkat pula nilai *von mises*, nilai tegangan *von mises* maksimal untuk beban 130 kg, 180 kg, dan 200 kg berturut-turut sebesar 55.26MPa, 76.51 MPa, dan 85.01 MPa. Tegangan *von mises* masih berada dibawah kekuatan luluh (*yield strength*) *Steel Galvanized* yaitu sebesar 207Mpa.

3.3 Displacement

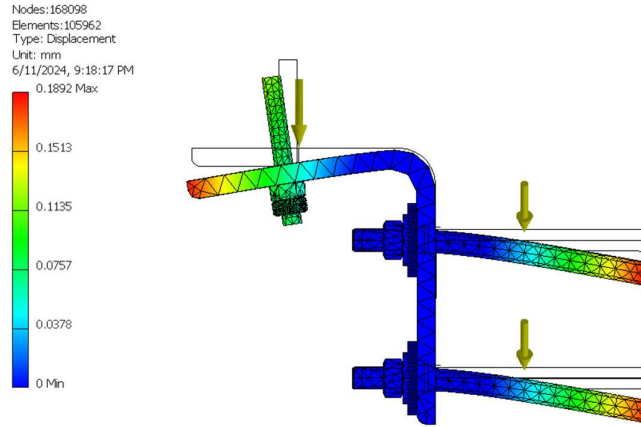
Displacement menunjukkan hasil yang cacat dari representasi skala, yang berdasarkan kondisi tertentu. Kegunaan *displacement* digunakan untuk menentukan lokasi dan luasnya komponen yang akan diketuk dan berapa gaya yang akan dibutuhkan untuk menentukan model dengan jarak tertentu. Analisis *Displacement* menggunakan *software autodesk inventor* dapat dilihat pada gambar 7, 8, dan 9.



Gambar 7: Hasil *Displacement* Pada *Bracket* Dengan Beban 1300N

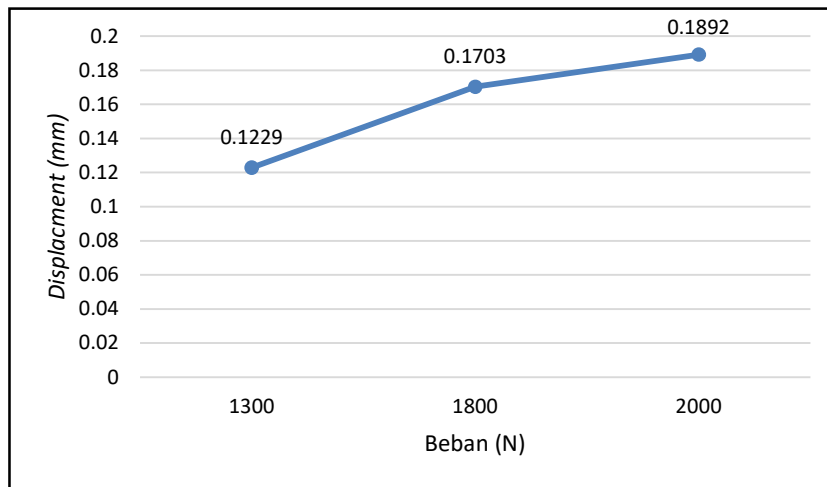


Gambar 8: Hasil *Displacement* Pada *Bracket* Dengan Beban 1800N



Gambar 9: Hasil *Displacement* Pada *Bracket* Dengan Beban 2000N

Pada gambar 7, 8, dan 9 menunjukkan hasil simulasi nilai dari *Displacement* menggunakan *Autodesk Inventor 2023*. Hasil dari simulasi *displacement* dapat dilihat gambar 10 :



Gambar 10: Grafik Simulasi *Displacement*

Pada gambar 10 dapat dilihat grafik menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai *displacement* pada tiap beban yang diberikan. Pada grafik tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada *bracket* maka akan semakin meningkat pula nilai *displacement*. Nilai *displacement* *bracket* terhadap beban 130 kg, 180 kg, dan 200 kg berturut-turut sebesar 0.1229mm, 0,1703mm, dan 0,1892mm. Nilai *displacement* ini relatif kecil. Untuk mengetahui nilai tegangan dari nilai maksimum *displacement* menggunakan persamaan :

$$\text{Tegangan} = e \times E$$

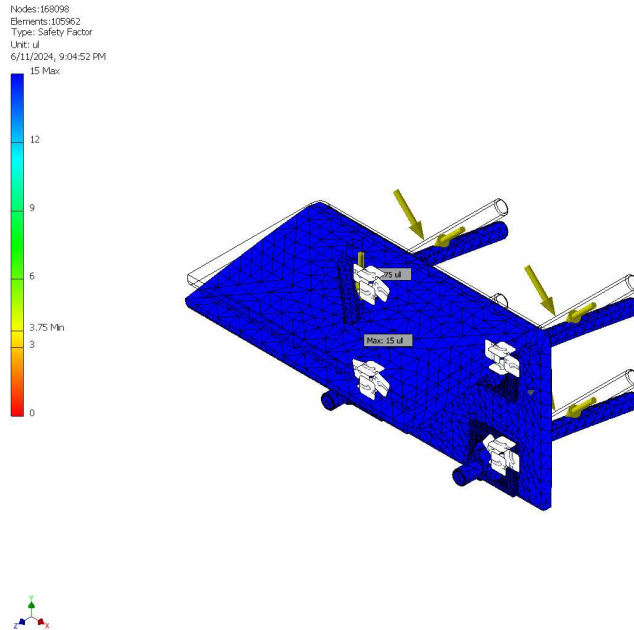
Dimana *e* adalah young modulus dan *E* adalah nilai maksimum dari *displacement*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3
 Nilai Tegangan

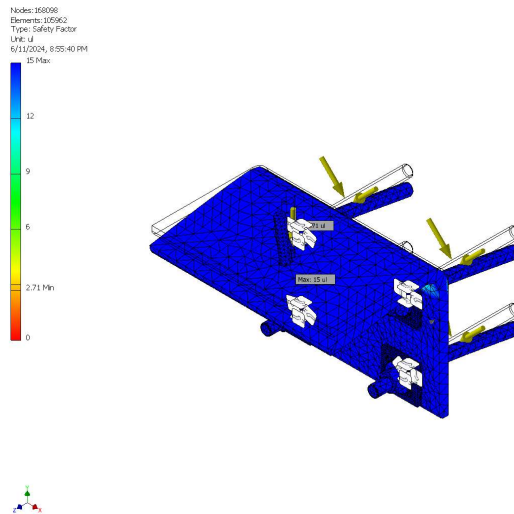
Young Modulus (MPa)	Regangan (mm)	Tegangan (MPa)
200000	0.1229	24580
200000	0.1703	34060
200000	0.1892	37840

3.4 Safety factor

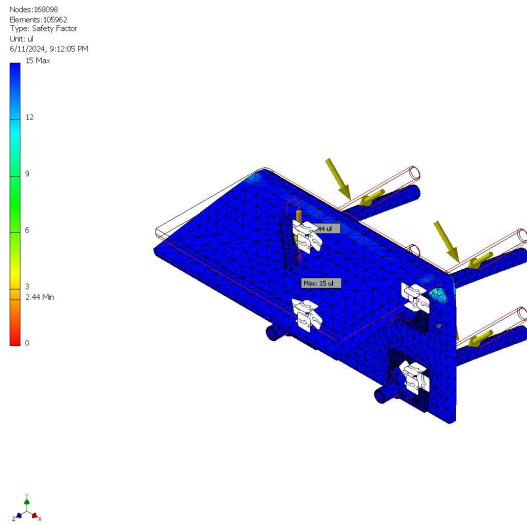
Safety factor adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari desain *bracket* dimana kisaran nilainya 1-15 ul. Keamanan harus lebih dari 1 agar suatu desain dapat dinyatakan aman. Analisis *Safety factor* menggunakan *software autodesk inventor* dapat dilihat pada gambar 11, 12 , dan 13.



Gambar 11: Hasil *Safety factor* Pada *Bracket* Dengan Beban 1300N

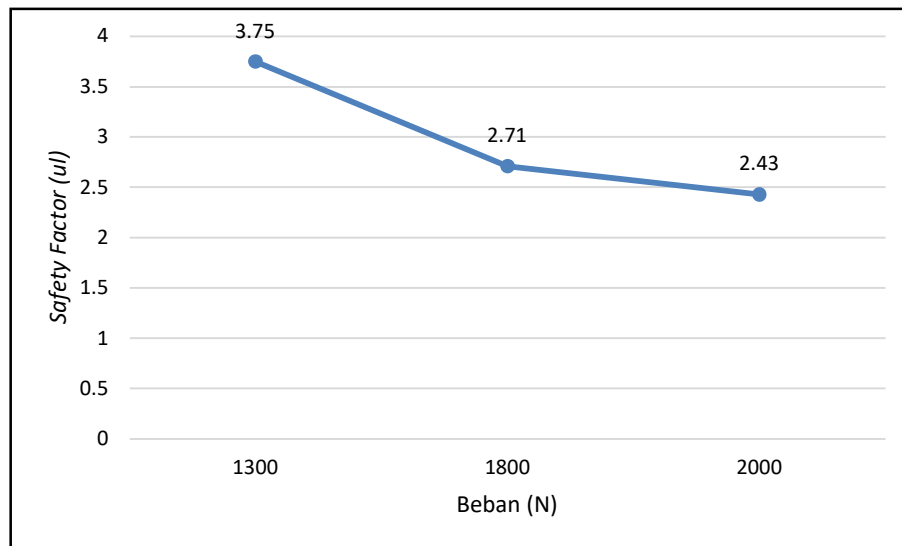


Gambar 12: Hasil *Safety factor* Pada *Bracket* Dengan Beban 1800N



Gambar 13: Hasil *Safety factor* Pada *Bracket* Dengan Beban 2000N

Pada gambar 11, 12, dan 13 menunjukkan hasil simulasi nilai dari *safety factor* menggunakan *Autodesk Inventor 2023*. Hasil dari simulasi *safety factor* dapat dilihat pada gambar 14 :



Gambar 14: Grafik Simulasi *Safety factor*

Pada gambar 14 grafik menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai *safety factor* yang diakibatkan penambahan beban yang diterima. Pada grafik tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada *bracket* maka akan semakin menurunkan nilai *safety factor*, sehingga menyebabkan nilai kegagalan akan semakin besar. Nilai *safety factor* minimum beban 130 kg, 180 kg, dan 200 kg berturut-turut sebesar 3.75ul, 2.71ul, 2.43ul. Nilai *safety factor* pada *bracket* dinyatakan aman dikarenakan beban yang diberikan berupa beban statis. Beban statis adalah beban yang stabil atau tidak berubah secara signifikan dalam waktu yang lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4
Kondisi Bracket Spesimen Uji

Beban (N)	Safety factor (ul)	Keterangan
1300	3.75	Aman
1800	2.71	Aman
2000	2.43	Aman

4 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diketahui bahwa *bracket panel* dengan variabel beban 1300N, 1800N, dan 2000N dinyatakan aman dikarenakan nilai *safety factor* yang terjadi pada *bracket* diatas 1 dimana menurut buku yang berjudul *Machine Element* pada tahun 1989 Dobrovolsky menjelaskan bahwa nilai *safety factor* yang aman pada beban statis yaitu 1.25-2.0 ul [6]. Desain *bracket* spesimen uji melebihi rentang batas atas pada beban statis yang menyebabkan desain *bracket* lebih aman dan kuat dalam menahan beban dari *panel* yang digunakan pada *project cross river rail*. Tetapi desain *bracket panel* tidak efisien karena biaya produksi dan material yang digunakan lebih banyak dari yang dibutuhkan untuk menahan beban *panel* sebesar 1300 N, 1800 N, dan 2000 N.

5 Daftar Pustaka

- [1] N. D. Pratiwi, N. Y Nainggolan, N. R. Sardi, and A. B. Satrya, "GLOBALISASI DAN TRANSFER TEKNOLOGI: PENOMPANG INDUSTRI MANUFaktur PADA PERKEMBANGAN MARKETPLACE DI REGIONAL ASEAN," *Review of International Relations*, **3 (1)**, 65-78, 2021.
- [2] M. Tanubrata, "Bahan-bahan konstruksi dalam konteks Teknik sipil," *Jurnal Teknik Sipil*, **11(2)**, 132-154 (2015).
- [3] Rizkiyabsah, R., Novita, M., Riana, A., and Irlan, A. O., "Instant Construction Design Environmentally Friendly for Building a New Classroom School," *In 2020 6th International Conference on Computing Engineering and Design (ICCED)*, 1-6, 2020.
- [4] Wibawa, L.A.N., "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga." *TURBULEN Jurnal Teknik Mesin*, **1 (2)**, 2018.
- [5] Pratama, R. H., Hartono, P., and Robbi, N. "Simulasi Pembuatan Dan Analisis Chasing Powerbank Berbasis Autodesk Inventor 3D." *Jurnal Teknik Mesin*, **5 (1)**, 2017.
- [6] Rozik, M. A. "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pengayak Pasir Menggunakan Autodesk Inventor" *Doctoral dissertation*, 2019.
- [7] Wunda, S., Johannes, A. Z., Pingak, R. K., dan Ahab, A. S. "Analisis Tegangan, Regangan dan Deformasi Crane Hook Dari Material Baja AISI 1045 dan Baja ST 37 Menggunakan Software Elmer." *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, **4 (2)**, 2019