

## Analisa Penggunaan Support Frame Lama pada Desain Baru *Screw Conveyor Machine* Menggunakan Metode Elemen Hingga

Timotius Anggit Kristiawan<sup>1)</sup>, Ahmad Dhimas Alisyafa'at<sup>2)</sup>,  
Padang Yanuar<sup>3)</sup>, Trio Setiyawan<sup>4)</sup>.

<sup>1,2,3,4)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

E-mail: <sup>1)</sup> [Anggit.kristiawan@polines.ac.id](mailto:Anggit.kristiawan@polines.ac.id)

### Abstrak

Konstruksi rangka mesin merupakan satu hal yang perlu dipikirkan dalam alur proses perancangan suatu mesin, dimana rangka mesin harus dapat menahan beban maksimal dan dapat menyokong beban dari komponen-komponen mesin tersebut. Sebelum proses pembuatan suatu konstruksi diperlukan analisa agar dapat mengurangi kegagalan yang akan terjadi nantinya, salah satunya melalui simulasi kekuatan struktur rangka. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan struktur rangka dari support frame yang digunakan untuk menopang desain baru mesin screw conveyor yang digunakan dalam proses pemindahan sekaligus penirisan cacahan plastik basah. Metode perancangan yang digunakan meliputi pengumpulan data-data, membuat 3D model menggunakan software solidwork, kemudian menganalisis struktur menggunakan metode simulasi Finite Element Analysis (FEA) dengan variasi pembebanan. Hasil simulasi FEA pada konstruksi rangka penopang dengan pembebanan sebesar 4.049 N mendapatkan nilai stress (tegangan) paling tinggi dengan metode pembebanan terpusat sebesar 65.214.688 N/m<sup>2</sup> sedangkan dengan metode pembebanan merata sebesar 24.674.942 N/m<sup>2</sup>, dibandingkan dengan nilai yield strength material yaitu 250.000.000 N/m<sup>2</sup> konstruksi support frame aman untuk digunakan. Displacement (defleksi) dengan metode pembebanan merata sebesar 0,4 mm sedangkan dengan metode pembebanan terpusat sebesar 0,77 mm, hasil simulasi analisis faktor keamanan dari pembebanan merata sebesar 10 sedangkan untuk metode pembebanan terpusat nilai faktor keamanan sebesar 4, sehingga dipastikan bahwa perancangan support frame dari desain baru mesin screw conveyor ini layak/aman digunakan dengan faktor keamanannya baik.

Kata Kunci: ASTM A36, Finite Element Analysis, Kontruksi, Support frame

### Abstract

Machine frame construction is one thing that needs to be considered in designing the machine, machine frame must be able to support the maximum load. Before the process of making a construction, analysis is needed in order to reduce failure, one of which is through simulating the strength of the frame. The purpose of this research is to analyze the structural strength of the supporting frame for the new design of the screw conveyor machine used in the process of transferring and draining wet plastic flakes. The method used in this design includes collecting data, creating a 3D model using solidwork software, then analyzing the structure using the Finite Element Analysis (FEA) simulation method. The results of the FEA simulation on the truss construction with a loading of 4,049 N get the highest stress value (stress) with the centralized loading method of 65.214.688 N/m<sup>2</sup> while with the uniform loading method of 24.674.942 N/m<sup>2</sup>, compared to the yield strength value of 250.000.000 N/m<sup>2</sup> the support frame construction is safe to use. The displacement (deflection) with the uniform loading method is 0.4 mm while the

*concentrated loading method is 0.77mm, The simulation results of safty factor analysis from uniform loading are 10 while for the centralized loading method is 4, so that the design of the support frame for the new design of the screw conveyor machine is safe to use with a good safety factor.*

*Keywords: ASTM A36, Construction, Finite Element Analysis, Support frame*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman, tuntutan inovasi berupa perkembangan teknologi sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan yang muncul di dunia. Penemuan teknologi baru menjadi bukti bahwa manusia terus memikirkan bagaimana mendesain dan menemukan hal-hal baru untuk memudahkan pekerjaan di berbagai bidang pekerjaan [1]. Satu dari banyak permasalahan yang harus diselesaikan manusia pada zaman ini adalah pengolahan sampah limbah plastik tak terkecuali di Indonesia. Menurut data *Making Oceans Plastic Free* pada 2017, populasi di Indonesia menggunakan kantong plastik rata-rata 182,7 miliar per tahunnya. Jumlah tersebut menghasilkan total sampah kantong plastik di Indonesia adalah seberat 1.278.900 ton per tahun [2]. Salah satu bentuk inovasi yang ada di industri dalam pengolahan limbah plastik adalah teknologi penirisan sekaligus pemindahan material cacahan plastik untuk proses daur ulang sampah dengan menggunakan mesin *screw conveyor*.

*Screw conveyor* merupakan suatu alat *material handling* untuk mengangkut dan atau mengangkat partikulat pada tingkat yang terkendali dan stabil [3][4]. Prinsip kerja *screw conveyor* dimulai dari *screw* berputar secara konstan dengan topangan bantalan (*bearing*). *Screw* berputar mendorong material yang masuk melalui input pengisi (*feeding hopper*) kemudian bergerak maju hingga keluar di ujung *trough* atau bukaan bawah *trough* [5]. Permasalahan yang ada pada produk *screw conveyor* PT KBE adalah rendahnya *lifetime* mesin serta hasil penirisan cacahan plastik yang tidak mencapai target sehingga perlu adanya proses penirisan manual dengan *man power* agar kadar air pada cacahan plastik tidak melebihi 20%. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan adanya *re-design screw conveyor machine* agar *lifetime* mesin dapat lebih baik serta penirisan menjadi optimal.

Faktor yang dipertimbangkan dalam *re-design* mesin *screw conveyor* adalah biaya, ketersediaan bahan, kekakuan dan stabilitas getaran, daya tahan dan kekuatan bahan logam. *Support frame* merupakan salah satu komponen pada *screw conveyor* yang berfungsi untuk menyangga mesin. Pada *re-design screw conveyor* untuk menekan biaya pembuatan memanfaatkan *support fream* yang ada telah digunakan pada *screw conveyor* sebelumnya di industri. Konstruksi rangka mesin merupakan satu hal yang perlu dipikirkan dalam alur proses perancangan atau desain suatu mesin [6], dimana rangka mesin harus dapat menahan beban maksimal dan dapat menyokong beban dari komponen-komponen mesin itu sendiri. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui kemampuan *support fream* terhadap desain baru dari *screw conveyor*.

Metode elemen hingga (*finite element method*) merupakan metode yang dikenalkan sebagai pendekatan empiris diterapkan untuk mendekati kondisi nyata/aktual [7] untuk menganalisa kemampuan *support frame* terhadap desain baru dari *screw conveyor*. Pengaplikasian metode ini dilakukan untuk menyelesaikan problem kompleks dengan elemen hingga seperti rekayasa struktur, *steady state* dan *time dependent heat transfer, fluid flow, electrical potential problem*, dan aplikasi bidang medical [8]. Metode elemen hingga yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pembebanan yang terjadi pada rangkaian mesin terhadap beban maksimum yang diberikan dan memtukan *boundary condition* serta kinerja dari mesin yang di buat. Hasil dari analisa ini tegangan, regangan dan faktor keamanan, analisa ini dilakukan agar diketahui keberhasilan dari perancangan *screw conveyor* yang telah dibuat [9][10].

## 2. METODE PENELITIAN

### a. Desain Screw Conveyor

Penelitian ini menggunakan simulasi pemebebanan statis dengan bantuan perangkat lunak (*software*) solidworks 2017. Metode eksperimen dengan *software solidwork* ini mampu menganalisa karakteristik suatu model [11]. Adapun *re-desain* atau desain baru dari *screw conveyor* ditunjukkan pada gambar 1.

Gambar 1. Desain *screw conveyor*

Pada penelitian ini analisa yang digunakan adalah analisis pembebanan pada *support frame* terhadap desain baru *screw conveyor machine* terhadap beban maksimum yang diberikan dan menentukan *boundary condition* metode simulasi *Finite Element Analysis* [12]. Pada simulasi *support frame* diberikan batasan, besar dan letak beban yang bekerja pada geometri dan tumpuan yang digunakan pada geometri. *Boundary condition* pada simulasi harus sebisa mungkin mendekati kondisi yang sebenarnya, karena akan mempengaruhi hasil simulasi yang diperoleh [13]. Pengumpulan data beban dilakukan menggunakan *mass properties* yang terdapat pada *software solidworks* guna mengetahui beban yang akan di topang oleh *Support frame*.

Pada penelitian ini akan dianalisa kekuatan struktur *support frame* akibat pembebanan karena desain baru *screw conveyor machine*. Berikut merupakan perbandingan beban antara *screw conveyor* lama dan baru :

Tabel 1. Data beban desain *screw conveyor* baru dan lama

| No          | Komponen                     | <i>Screw conveyor</i> lama |                  | <i>Screw conveyor</i> Baru |                  |
|-------------|------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
|             |                              | Massa (m)                  | $F = m \times g$ | Massa (m)                  | $F = m \times g$ |
| 1           | Rangka <i>Screw conveyor</i> | 226,1 kg                   | 2218 N           | 243,1 kg                   | 2384,9 N         |
| 2           | Motor listrik                | 20 kg                      | 196,2 N          | 35 kg                      | 343,3 N          |
| 3           | <i>Gearbox</i>               | 17 kg                      | 166,8 N          | 70 kg                      | 686,7 N          |
| 4           | Daya tampung mesin           | 55 kg                      | 539,5 N          | 64,6 kg                    | 634,2 N          |
| Total Massa |                              | 318,1 kg                   | <b>3120,5 N</b>  | 412,7 kg                   | <b>4049,1 N</b>  |

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa beban awal yang harus di topang *support frame* adalah 3120,5 N sedangkan pada desain baru *screw conveyor* terdapat perubahan beban sebesar 928,6 N menjadi adalah 4049,1 N.

#### **b. Material Support Frame**

Baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik adalah ASTM A36 dimana dapat diubah bentuk dengan permesinan, dapat dilas, dapat digalvanis atau dilapisi untuk ketahanan terhadap korosi. Material ASTM A36 dapat diaplikasikan pada berbagai macam kegunaan tergantung pada ketebalan plat dan juga tingkat ketahanan korosinya [14].

Tabel 2. *Tensile Requirement* ASTM A36 [15]

|   |             |
|---|-------------|
| <i>Tensile strength</i> , [MPa]             | [400 - 550] |
| <i>Yield point</i> , [MPa]                  | [250]       |
| <i>Elongation in 8 in.</i> [200 mm], min, % | 20          |
| <i>Elongation in 5 in.</i> [50 mm], min, %  | 23          |

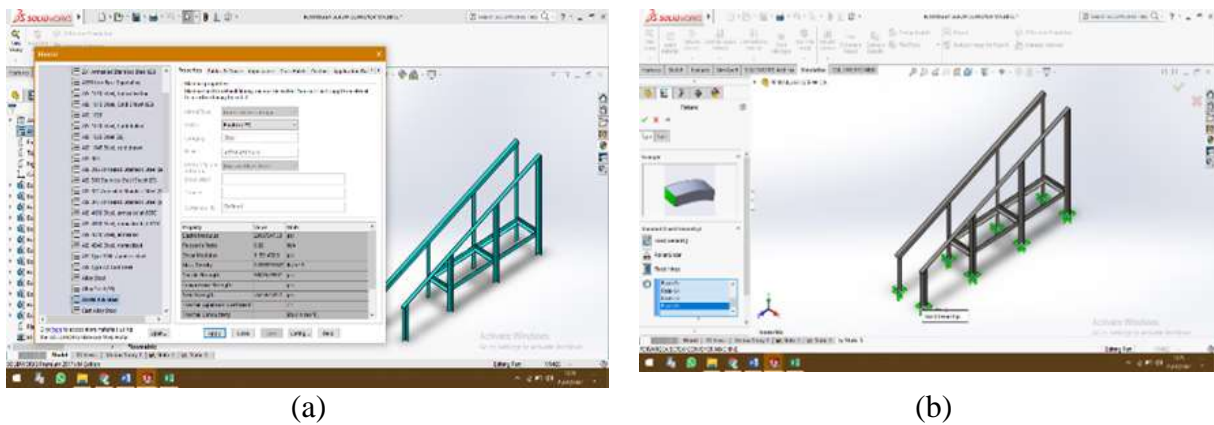
#### **c. Konvergensi Mesh Support Frame**

Untuk memperoleh mesh yang akurat harus dilakukan konvergensi mesh sehingga diperoleh mesh yang paling optimal. Uji konvergensi (*convergence test*) untuk mendapatkan mesh yang optimal dilakukan dengan menganalisa model untuk mendapatkan solusi dengan menggunakan ukuran/jumlah elemen tertentu. Pengulangan simulasi dengan jumlah elemen lebih besar dilakukan sampai nilai tegangan diperoleh memiliki perbedaan nilai tegangan dianggap cukup kecil dari simulasi sebelumnya [16].

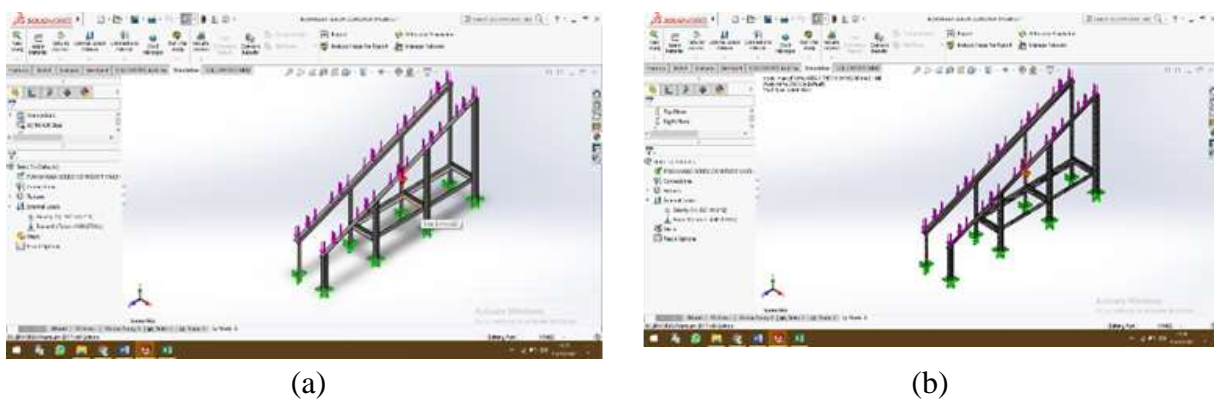
#### **d. Simulasi Pembebanan Statis dengan Software Solidworks**

Prosedur simulasi dimulai dengan memilih material *support frame* ASTM A36 ditunjukkan gambar 1(a), kedua memberi tumpuan pada bagian bawah kaki-kaki *support frame* dengan *fixed geometry* ditunjukkan gambar 1(b), ketiga memberi pembebanan yang terbagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian *stiffener* samping kanan dan kiri ditunjukkan gambar 2(a), keempat *meshing* dengan menggunakan parameter *Curvature-based mesh* ditunjukkan gambar 2(b), kemudian mulai

simulasi hingga hasil simulasi berupa nilai tegangan, regangan, dan faktor keamanan dihasilkan.



Gambar 1. (a) Pemilihan Material ASTM A36 (b) Menandai Titik Tumpuan



Gambar 2. (a) Pembebanan (b) Meshing

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

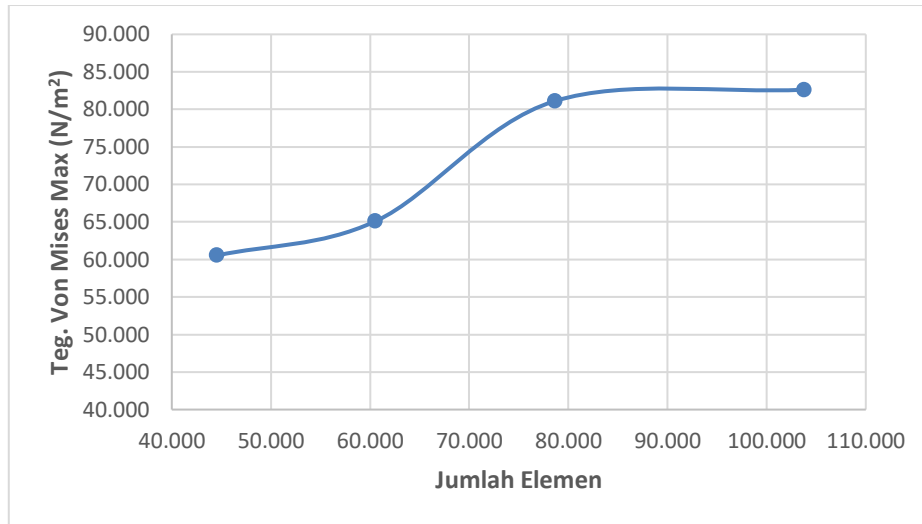
#### a. Hasil Konvergensi *Mesh Support Frame*

Hasil uji konvergensi terhadap hasil pada simulasi *support frame* dengan membandingkan tegangan *von mises* pada beban merata sebesar 4049 N ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3 Hasil Iterasi konvergensi *support frame*

| Iterasi | Jumlah Elemen | Teg. Von Mises Max (MPa) |
|---------|---------------|--------------------------|
| 1       | 44.551        | 60.532 MPa               |
| 2       | 60.511        | 65.075 MPa               |
| 3       | <b>78.636</b> | <b>81.113 MPa</b>        |
| 4       | 103.772       | 82.623 MPa               |

Adapun grafik data iterasi pada tabel 3 disajikan seperti gambar 3 sebagai berikut.

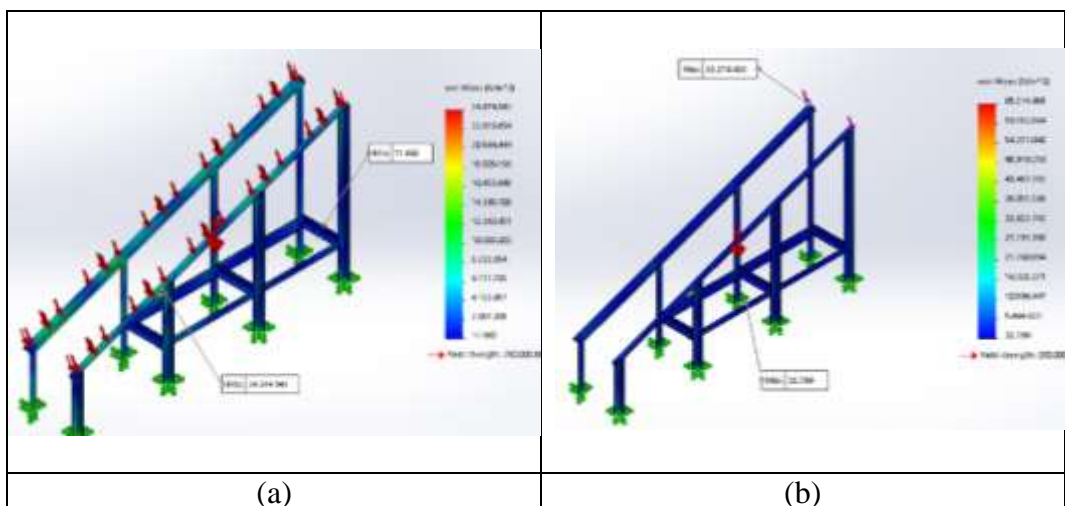


Gambar 3. Konvergensi *mesh support frame*

Dari hasil uji konvergensi didapatkan jumlah elemen yang optimal dipakai untuk simulasi kekuatan *support Frame* yaitu pada iterasi ke 3 disekitar 78.636 elemen.

**b. Hasil Simulasi pembebanan Statis**

Pengujian kekuatan *support frame* terhadap beban yang diberikan dilakukan menggunakan *software solidwork 2017* dimana beban di tumpu sebesar 4049,1 N. Pengkondisian pembebanana davariasi dengan pembeban merata dan terpusat



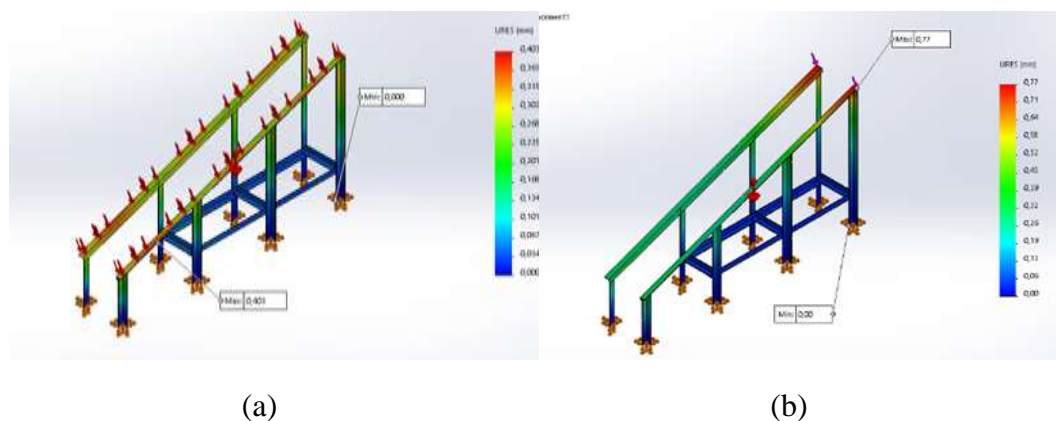
Gambar 4. Simulasi *stress* (a) Beban Merata (b) Beban Terpusat

Pada Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa nilai tingkat *stress* dengan dua metode pembebanan dengan beban 4093 N seperti tabel 4 berikut :

Tabel 4. Nilai tegangan hasil simulasi

| Metode Pembebanan | <i>Stress(max)</i>          | <i>Stress(Min)</i>      |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Beban Terpusat    | 65.214.688 N/m <sup>2</sup> | 32.799 N/m <sup>2</sup> |
| Beban Merata      | 24.674.942 N/m <sup>2</sup> | 11.950 N/m <sup>2</sup> |

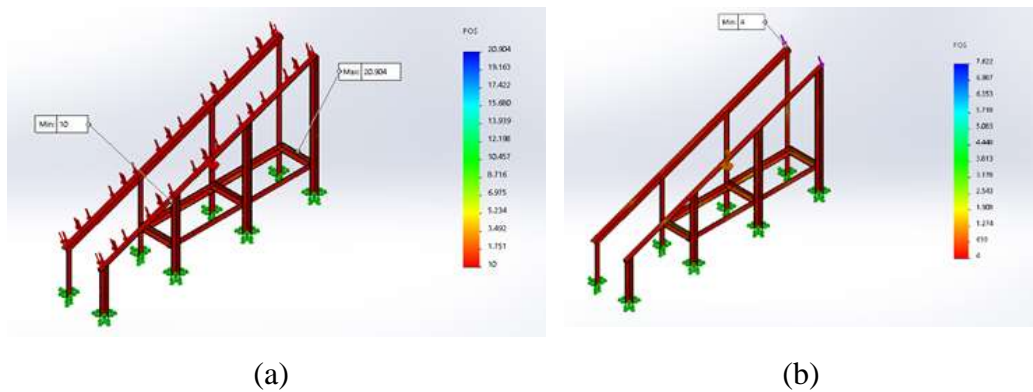
Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa nilai *stress* dari beban terpusat lebih besar dibandingkan dengan beban merata. Nilai *stress* paling tinggi pada pembebanan terpusat terhadap *support frame* tidak melebihi nilai *yield strength* yaitu 250.000.000 N/m<sup>2</sup> maka *support frame* aman terhadap beban yang bekerja.



Gambar 5. Simulasi *displacement support frame*  
(a) Beban Merata (b) Beban Terpusat

Pada Gambar 5 diatas menunjukkan hasil simulasi dimana total *deformasi* terbesar pada kontruksi *support frame* pada pembebanan merata sebesar 0,4 mm sedangkan pada pembebanan tersepusat sebesar 0,77 mm.





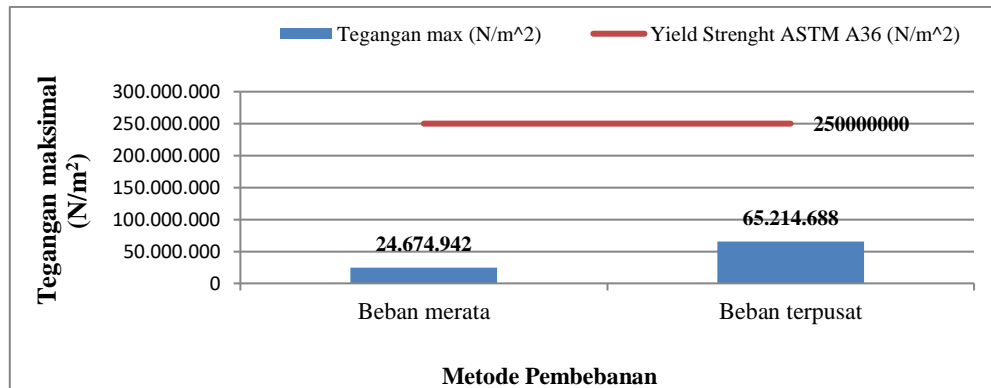
Gambar 6. Simulasi *safety factor support frame*  
(a) Beban Merata (b) Beban Terpusat

Faktor keamanan merupakan salah satu parameter terpenting yang menentukan layak atau tidaknya suatu desain konstruksi. Faktor keamanan merupakan perbandingan antara tegangan ijin dengan tegangan aktual yang terjadi. *Support srame* dinyatakan aman jika faktor keamanan lebih besar dari 1 [17]. Hasil simulasi faktor keamanan menunjukkan pada metode pembebanan merata memiliki nilai faktor keamanan sebesar 10 sedangkan untuk metode pembebanan terpusat nilai faktor keamanan sebesar 4 seperti ditunjukkan gambar 6 diatas.

### c. Pembahasan

Berdasarkan analisa support frame terhadap beban maksimal yang di tahan dengan menggunakan simulasi FEA didapatkan nilai dari *stress (Von Misess)*, *displacement* dan faktor keamanan. Pada simulasi *stress* dengan menggunakan dua metode pembebanan, didapatkan bahwa nilai pembebanan terpusat lebih tinggi dibandingkan dengan pembebanan merata. Perbedaan nilai tersebut dipengaruhi oleh luas penampang *support frame* yang terkena pembabanan. Pada simulasi *stress (Von Misess)* dengan dua jenis pembebanan terpusat dan merata, kontruksi *support frame* aman untuk digunakan untuk menopang desain baru *screw conveyer* karena nilai *stress* paling tinggi terhadap *support frame* tidak melebihi nilai *yield strength* yaitu  $250.000.000 \text{ N/m}^2$ . Simulasi *displacement* menunjukkan deformasi terbesar pada *support frame* dengan metode pembebanan merata sebesar 0,4 mm sedangkan dengan metode pembebanan tersepusat sebesar 0,77 mm. Simulasi faktor keamanan dengan membandingkan tegangan ijin dengan tegangan terjadi/aktual

didapat pada metode pembebanan merata memiliki nilai faktor keamanan sebesar 10 sedangkan untuk metode pembebanan terpusat nilai faktor keamanan sebesar 4, sehingga dipastikan bahwa perancangan *support frame* dari desain baru mesin *screw conveyor* ini layak/aman digunakan dengan faktor keamanannya baik.



Gambar 7. Perbandingan tegangan maksimal dengan pembebanan merata dan terdistribusi tidak merata.

#### 4. SIMPULAN

- 1) Desain *support frame* aman digunakan untuk desain baru *screw conveyor machine*.
- 2) Analisis stress didapatkan tegangan maksimum yang terjadi pada *support frame* dengan metode pembebanan tersepusata sebesar 65.214.688 N/m<sup>2</sup> sedangkan dengan metode pembebanan merata sebesar 24.674.942 N/m<sup>2</sup>, dibandingkan dengan nilai yield strength material 250.000.000 N/m<sup>2</sup> konstruksi *support frame* aman untuk digunakan.
- 3) Analisis defleksi didapatkan defleksi maksimum ada pada konstruksi *support frame* dengan metode pembebanan merata sebesar 0,4 mm sedangkan dengan metode pembebanan tersepusat sebesar 0,77 mm.
- 4) Simulasi analisis faktor keamanan menunjukkan nilai diatas 1, dimana pembebanan merata sebesar 10 dan metode pembebanan terpusat nilai faktor keamanan sebesar 4, sehingga dipastikan bahwa perancangan *support frame* dari desain baru mesin *screw conveyor* ini layak/aman digunakan dengan faktor keamanannya baik.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Attorik, A.A. et al. (2022) 'Simulasi dan Analisa kekuatan Pembebanan Frem pada Perancangan Mesin Press Bearing Manual Hydraulic Jack Menggunakan Autodesk Inventor', 4(1), pp. 19–25.
- [2] Making Oceans Plastic Free, "The Hidden Cost of Plastic Bag Use and Pollution in Indonesia" <https://makingoceansplasticfree.com>, 2017. [Online]. Available: <https://makingoceansplasticfree.com/hidden-cost-plastic-bag-use-pollution-indonesia/>
- [3] Owen, P.J. and Cleary, P.W. (2009) 'Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM)', *Powder Technology*, 193(3), pp. 274–288. doi:10.1016/j.powtec.2009.03.012.
- [4] Shaikh, saheb M. et al. (2014) 'A Review on Design Analysis & Optimization of Screw Conveyor', pp. 0–4.
- [5] Rantawi, A.B. (2013) 'Perancangan Unit Transfer (Screw Conveyor) Pada Mesin Pengisi Polibag Untuk Meningkatkan Efektivitas Kinerja Di Bidang Pembibitan', 4(1), pp. 1–23.
- [6] Mananoma, F., Sutrisno, A. and Tangkuman, S. (2018) 'Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 HP', *Jurnal Teknik*, 6(1), pp. 1–9.
- [7] Irawan, H. and Suhayat, B. (2020) 'Analisis Desain Kerangka Mesin Pengering Padi Rotary Dryer Dengan Empat Bantalan Rol Menggunakan Software CAD', *MEKANIKA: Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), pp. 14–17. Available at: <http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/MEKANIKA/article/view/4030>.
- [8] Mulyadi, S. (2011) 'Analisa tegangan-regangan produk tongkat lansia dengan menggunakan metode elemen hingga', *Jurnal ROTOR*, 4, p. 1.
- [9] Puspitasari, N.A. and Nugraha, P. (2021) 'Seminar Nasional-XX Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis Dengan Bantuan Software SolidWorks Pada Hasil Perancangan Ladder Frame Chassis Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340', (November), pp. 25–33.
- [10] Badruzzaman, B., Endramawan, T. and ... (2020) 'Analisis Kekuatan Pembebanan Rangka Pada Perancangan Mesin Grading fish Jenis Ikan Lele Menggunakan Simulasi Solidworks', *Prosiding Industrial ...*, pp. 26–27. Available at: <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/2004>.
- [11] Sungkono, I., Irawan, H. and Patriawan, D.A. (2019) 'Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork', *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019*, pp. 575–580.
- [12] Patil, K.Y. and Deore, E.R. (2015) 'Stress Analysis of Ladder Chassis with Various Cross Sections', *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering Ver. III*, 12(4), pp. 2278–1684. doi:10.9790/1684-1243111116.
- [13] Ismail, R., Sitanggang, F.A. and Ariyanto, M. (2019) 'Analisis Kekuatan Struktur Werable Elbow Exoskeleton untuk Penderita Kelumpuhan Gerak Siku Menggunakan Finite Element Method (FEM)', *Rotasi*, 21(3), p. 193. doi:10.14710/rotasi.21.3.193-199.
- [14] Suprayogi, A. and Tjahjanti, P.H. (2017) 'Analisa Surface Preparation pada Plat Baja ASTM A36', *Seminar Nasional dan Gelar Produk*, pp. 188–197.
- [15] ASTM A36 (2015) 'Standard Specification for Carbon Structural Steel', *Current*, 89(Reapproved), pp. 6–7.

- 
- [16] Norton. (2006). Machine Design: An Integrated Approach. Prentice Hall  
[17] Khurmi, R.. and Gupta, J.K. (2005) A Textbook of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing (PVT.) Ltd.