# Analisis Kekuatan *Frame* pada Pengembangan *Crane* Pemindah Pasien Disabilitas

Ayu Setyaning Sayekti Poesoko[1], Bambang Setyono[2], dan Indrawan Pratama Putra Supriyanto[3]
Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
*e-mail: ayusp@itats.ac.id[1], bambang@itats.ac.id[2], dan indrawanpratamaputra18@gmail.com[3]*

***ABSTRACT***

*The development of patient transfer assistive devices is essential in the medical field to enhance patient comfort and safety. This study analyzes the frame strength of a patient transfer crane using the finite element simulation method. Three frame profile variations were analyzed based on Von Mises stress, deformation, and safety factor. The results show that the first profile design has a Von Mises stress of 22.531 MPa, deformation of 0.64775 mm, and a safety factor of 11.096. The second profile design has a Von Mises stress of 24.729 MPa, deformation of 0.33062 mm, and a safety factor of 10.11. Meanwhile, the third profile design shows a Von Mises stress of 74.639 MPa, deformation of 1.521 mm, and a safety factor of 3.3495. Based on the simulation results, the second profile design is the best choice as it provides an optimal balance between strength and minimal deformation while maintaining an acceptable safety factor.*
***Keywords**: Patient Transfer Crane, Finite Element Simulation, Frame Strength, Von Mises, Safety Factor*

**ABSTRAK**

Pengembangan alat bantu pemindahan pasien disabilitas menjadi kebutuhan penting dalam dunia medis guna meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pasien. Penelitian ini menganalisis kekuatan rangka (frame) pada desain crane pemindah pasien menggunakan metode simulasi elemen hingga. Tiga variasi desain profil penampang rangka dianalisis berdasarkan tegangan Von Mises, deformasi, dan faktor keamanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain profil penampang 1 memiliki tegangan Von Mises sebesar 22,531 MPa, deformasi 0,64775 mm, dan faktor keamanan 11,096. Desain profil penampang 2 memiliki tegangan Von Mises sebesar 24,729 MPa, deformasi 0,33062 mm, dan faktor keamanan 10,11. Sementara itu, desain profil penampang 3 menunjukkan tegangan Von Mises sebesar 74,639 MPa, deformasi 1,521 mm, dan faktor keamanan 3,3495. Berdasarkan hasil simulasi, desain profil penampang 2 menjadi pilihan terbaik karena memiliki keseimbangan optimal antara kekuatan dan deformasi yang minimal, dengan faktor keamanan yang masih dalam batas aman.

**Kata Kunci**: Crane Pemindah Pasien, Simulasi Elemen Hingga, Kekuatan Rangka, *Von Mises*, Faktor Keamanan

## PENDAHULUAN

Mobilitas pasien disabilitas merupakan salah satu tantangan dalam dunia medis, terutama dalam proses pemindahan dari satu tempat ke tempat lain, seperti dari tempat tidur ke kursi roda atau meja perawatan. Penggunaan crane pemindah pasien menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan kenyamanan serta mengurangi risiko cedera bagi pasien maupun tenaga medis. Oleh karena itu, pengembangan desain crane yang kuat dan aman sangat penting agar alat ini dapat berfungsi dengan optimal.

Dalam perancangan crane pemindah pasien, kekuatan rangka (frame) menjadi salah satu aspek krusial yang perlu diperhatikan. Rangka harus memiliki ketahanan yang cukup terhadap beban yang diterima tanpa mengalami deformasi berlebihan yang dapat mengurangi kestabilan dan keamanan alat. Salah satu metode yang efektif untuk menganalisis kekuatan rangka adalah simulasi elemen hingga, yang dapat memprediksi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan suatu desain sebelum diproduksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kekuatan dari tiga variasi desain rangka crane pemindah pasien dengan menggunakan metode simulasi elemen hingga. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan tegangan Von Mises, deformasi, dan faktor keamanan dari masing-masing desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain profil penampang 2 memiliki keseimbangan optimal antara kekuatan dan deformasi yang minimal, dengan faktor keamanan yang tetap berada dalam batas aman.

*ISSN 2775-5630*

Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan crane pemindah pasien yang lebih efektif dan aman bagi pengguna.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Frame

Frame adalah struktur dengan ujung-ujung yang terhubung secara kaku, mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen, sehingga memerlukan material yang kuat. Frame juga meredam dan menyerap beban kejut dari benturan, serta berfungsi sebagai landasan mesin dan penahan getaran. Selain itu, frame menahan torsi mesin, aksi percepatan dan perlambatan, serta kejutan dari mesin, menjaga stabilitas dan konsistensi komponen di sekitarnya [3].

### Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah perluasan dari metode matriks perpindahan untuk analisis struktural, menggantikan kontinum suatu plat dengan elemen-elemen yang terhubung di titik simpul. Hubungan antar elemen ini dirancang untuk mendekati kontinuitas tegangan dan perpindahan pada plat asli. Kriteria konvergensi umumnya adalah energi total sistem pengganti mendekati energi total struktur asli saat jumlah elemen diperbanyak. Matriks kekakuan dan perpindahan harus memenuhi berbagai kriteria kompatibilitas perpindahan dan tegangan, serta tidak mengalami regangan saat perpindahan benda kaku. Fungsi perpindahan harus mampu menyatakan semua regangan yang mungkin terjadi dan memenuhi keseimbangan elemen. Untuk analisis dinamis, energi kinetik juga harus dipertahankan. Metode ini tidak dipengaruhi oleh jenis elemen yang digunakan, asalkan koefisien kekakuan material sesuai tersedia. Ketepatan penyelesaian tergantung pada pola perubahan bentuk yang dipilih untuk elemen-elemen hingga. [4]

### Stress Analisis

Fitur Stress Analysis dalam software SolidWorks berguna untuk menganalisis kekuatan desain objek, mengurangi kesalahan perancangan, menekan biaya, dan mempercepat waktu pengerjaan. Analisis ini dipengaruhi oleh material, batasan, dan beban yang diberikan. Untuk hasil optimal, desain dan material harus mencerminkan produk nyata yang akan dibuat. [5]

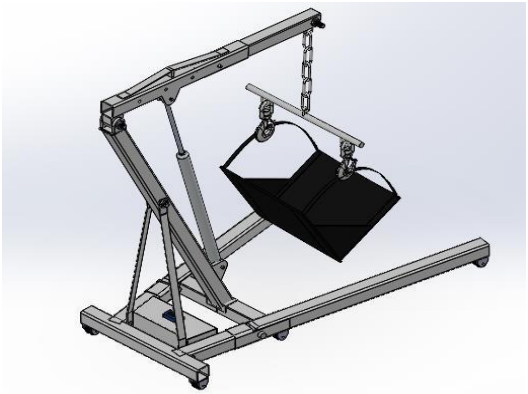
### Safety Factor

Safety Factor atau angka keamanan adalah nilai yang digunakan dalam desain untuk memastikan keamanan struktur atau komponen. Faktor keamanan dihitung dengan membagi batas tegangan (Yield Strength) dengan tegangan yang diterapkan pada struktur atau komponen tersebut. [6]

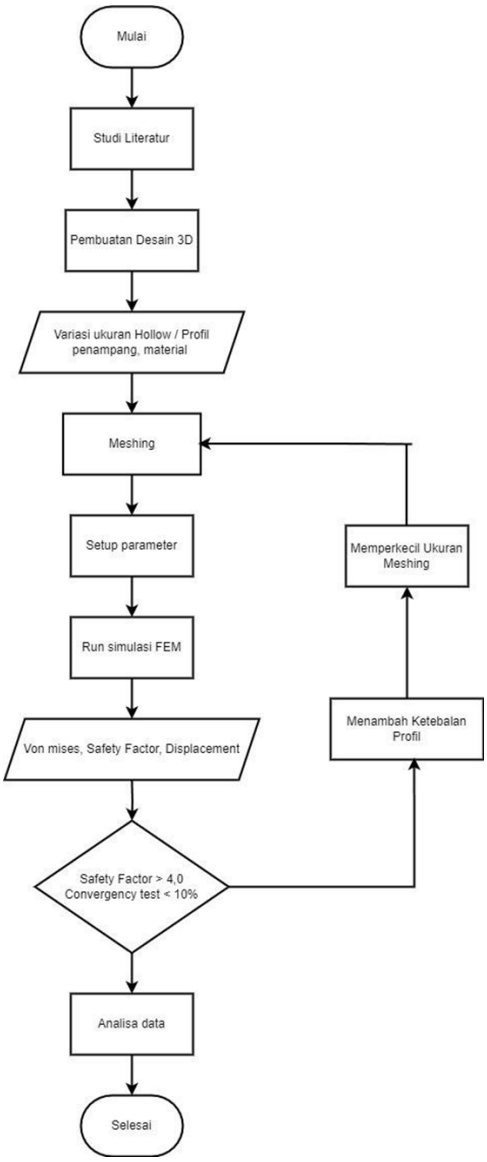
## METODE

Langkah- langkah yang dilakukan mengikuti diagram alir dan beberapa referensi. Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan alat ini menggunakan sistem elektrik pada linier aktuatornya. Proses analisa dijalankan dengan software yang akan menampilakn output sesuai jenis analisa yang dilakukan. Setelah output didapatkan, kemudian dapat dibandingkan apakah tegangan- tegangan yang terjadi pada tiap elemen telah melampui tegangan maksimum yang dizinkan atau belum.

*ISSN 2775-5630*



Gambar 1. Desain Crane Pemindah Pasien Disabilitas




Gambar 2. Alur Perancangan Alat Crane Pemindah Pasien Disabilitas.

*ISSN 2775-5630*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

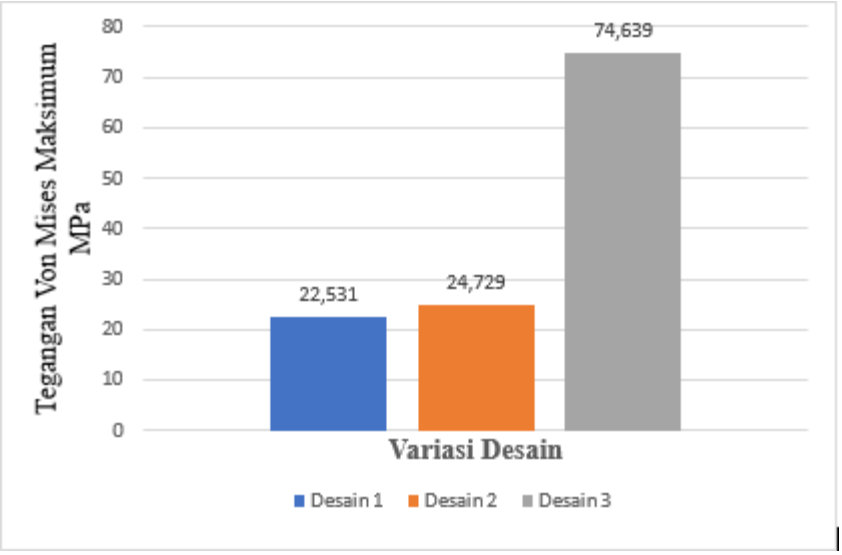
### Simulasi Stress Analysis dan Input Konfigurasi

Dalam tahap simulasi ini dilakukan dengan software Ansys. Setelah proses desain 3 dimensi telah selesai, desain yang telah dibuat disimulasi. Pada software Ansys dilakukan proses analisis dengan memasukkan data yang diperlukan. Dengan tahapan memverifikasi material model yang digunakan yaitu Structural Steel, selanjutnya lakukan meshing. Kemudian menentukan constraint dengan acuan dari tumpuan pada rangka crane pemindah pasien disabilitas yang telah dimodelkan. Constraint pada rangka dapat berupa fixed constraint. Setelah itu pilih force untuk posisi titik beban pada frame, kemudian tentukan beban yang akan diberikan pada frame. Beban yang akan digunakan yaitu 80 kg, kemudian pilih solve. Setelah proses selesai hasil simulasi berupa tegangan, regangan dan faktor keamanan pada seluruh elemen frame crane pemindah pasien disabilitas.

### Hasil Simulasi

Pada tahap terakhir ini yaitu mengumpulkan data yang telah didapatkan dari hasil analisis menggunakan Ansys. Data yang didapatkan diolah untuk kemudian diambil kesimpulan apakah frame yang telah dirancang aman dan efisien untuk diterapkan berdasarkan hasil tegangan, regangan, dan faktor keamanan.

#### *Von Mises Stress*



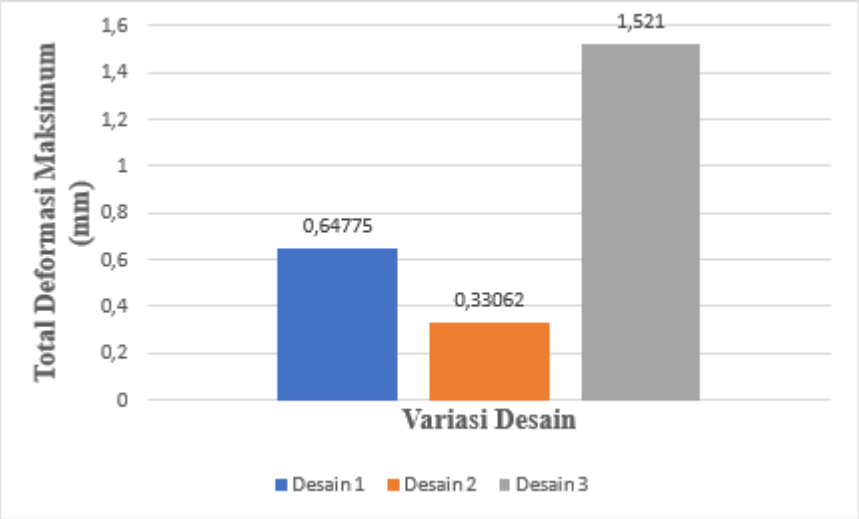

Gambar 3. Simulasi Von Mises Pada Ketiga Desain Profil Rangka

Nilai tegangan von mises maksimal dari desain profil penampang 1, desain profil penampang 2, dan desain profil penampang 3 memiliki berbagai nilai yang berbeda. Batas tegangan yield dari material structur steel yaitu 250 MPa, jadi desain rangka profil penampang 1 yang memiliki tingkat kelayakan terbaik untuk digunakan. Nilai tegangan von mises maksimum lebih kecil dari tegangan yield, maka desain berada pada batas aman.

Pada grafik pengujian variasi ukuran, tegangan von mises pada desain rangka profil penampang 1 lebih rendah dari desain rangka profil penampang 2 dan desain rangka profil penampang 3. Sehingga diperoleh desain terpilih berdasarkanhasil simulasi tegangan von mises yaitu desain rangka profil penampang 1. Semakin rendahnya nilai tegangan von mises, maka kekuatan struktur lebih baik.

*ISSN 2775-5630*

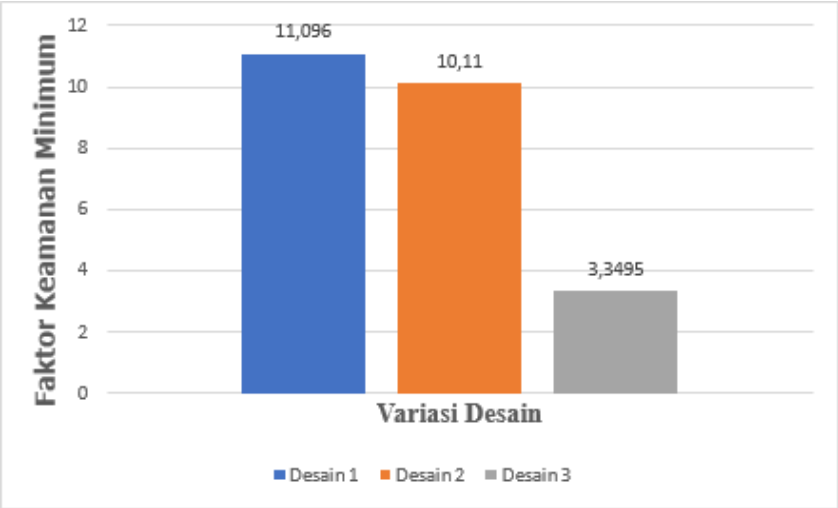
**Total Deformasi**




Gambar 4. Simulasi Total Deformasi Pada Ketiga Desain Profil

Pada gambar 4 terkait grafik total deformasi maksimum pada desain rangka profil penampang 1, desain rangka profil penampang 2, dan desain rangka profil penampang 3 tegangan yang tidak melebihi tegangan yield, maka deformasi berada di deformasi elastis. Berdasarkan grafik 4 semakin kuat struktur, maka nilai total deformasi semakin kecil dan sebaliknya jika semakin lemah struktur , maka nilai total deformasi semakin besar. Simulasi total deformasi digunakan sebagai letak yang perlu dioptimalkan diberikan penguat material.

**Safety Factor**

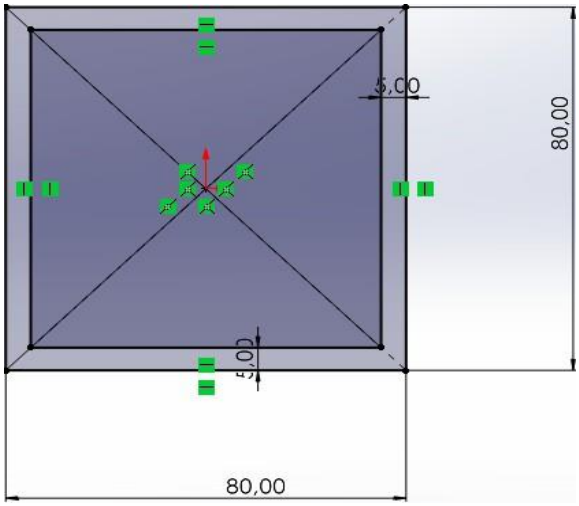



Gambar 5. Simulasi Safety Factor Pada Ketiga Profil Rangka

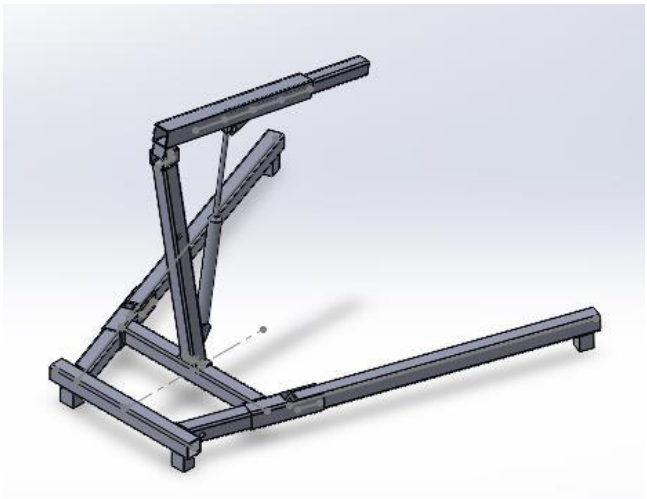
Gambar 5 menunjukan grafik untuk hasil faktor keamanan pada desain rangka profil penampang 1, desain rangka profil penampang 2, dan desain rangka profil penampang 3. Nilai faktor keamanan minimum pada desain rangka profil penampang 3 dibawah nilai kriteria yang ditetapkan. Desain dinyatakan layak jika nilai faktor keamanan >1 menggunakan struktur statis. Nilai faktor keamanan tertinggi yaitu desain rangka, sehingga desain rangka profil penampang 1 terpilih sebagai referensi desain rangka crane pemindah pasien disabilitas karena memiliki konstruksi yang kuat. Semakin tinggi nilai faktor keamanan maka kekuatan rangka semakin baik.

**Desain Rangka Terpilih**

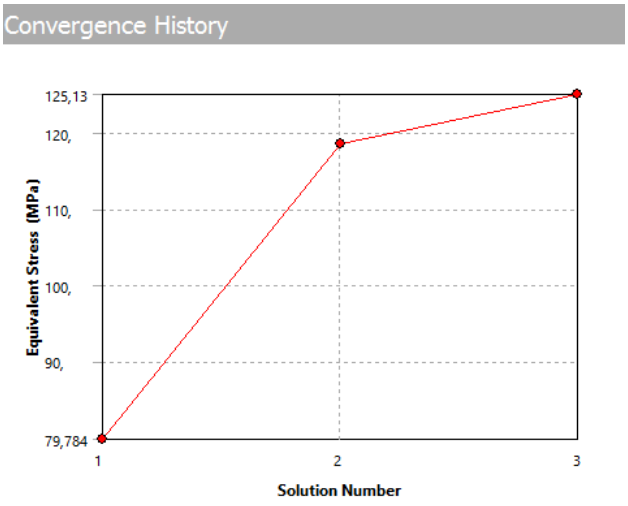
Berdasarkan hasil simulasi, desain terbaik adalah desain rangka profil penampang 2 karena memenuhi kriteria aman, ekonomis, dan efisien berdasarkan tiga parameter pengujian: tegangan von Mises, deformasi, dan faktor keamanan. Desain ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan desain rangka profil penampang 1 dan 3. Meskipun desain profil penampang 1 masih layak dengan beberapa perbaikan, desain profil penampang 3 memiliki hasil terendah pada ketiga parameter. Oleh karena itu, desain profil penampang 2 dipilih sebagai yang terbaik untuk merancang rangka crane pemindah pasien disabilitas.




Gambar 6. Ukuran Rangka Profil Penampang 2



Gambar 7. Desain Rangka Profil 2




| | Equivalent Stress (MPa) | Change (%) | Nodes | Elements |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 79,784 | | 100258 | 40988 |
| 2 | 118,65 | 39,176 | 268737 | 149276 |
| 3 | 125,13 | 5,3123 | 652155 | 401991 |

Gambar 8. Hasil Uji Convergency Rangka Profil Penampang 2

## KESIMPULAN

Analisis variasi desain terhadap kekuatan rangka menghasilkan desain profil penampang 1 memperoleh ( von mises sebesar 22,531 MPa, deformasi sebesar 0,64775 mm, faktor keamanan 11,096 ). Desain rangka profil penampang 2 ( Von Mises sebesar 24,729 MPa , deformasi sebesar0,33062 mm, faktor keamanan 10,11 ). Desain rangka profil penampang 3 memperoleh ( Von Mises sebesar 74,639 MPa, deformasi sebesar 1,521 mm, faktor keamanan3,3495). Kemudian berdasarkan hasil simulasi dari 3 desain rangka, desain rangka profil penampang 2 menjadi pilihan terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Lukman Prasetyo, Sunaryo, Heru Nugroho, Ryan Sulihtiono, and Taat Bagus Sampurno, “ANALISIS KEKUATAN SISTEM AKTUATOR LINIER DC PADA ALAT PENGANGKAT PASIEN,” STORAGE J. Ilm. Tek. Dan Ilmu Komput., vol. 2, no. 2, pp. 43–47, May 2023, doi: 10.55123/storage.v2i2.1960.

[2] C. Budiyantoro, M. B. N. Rahman, F. A. K. Yudha, and J. W. Joharwan, “PELATIHAN GAMBAR TEKNIK STANDAR ISO MENGGUNAKAN SOLIDWORKS BAGI GURU SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN”.

[3] G. Prasetyo, “ANALISA CAE KEKUATAN FRAME UNTUK MENAHAN UNIT POWDERING PADA PERANCANGAN MESIN EKSTRUSI PENGOLAH PLASTIK BIO-ORGANIK BERBAHAN DASAR SINGKONG DAN GLISEROL,” vol. 3, 2021.

[4] S. Shandy, “ANALISA TEGANGAN PADA PELAT DENGAN MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA,” vol. 14, 2021.

[5] F. S. Perdana, A. Akbar, and H. Mahmudi, “Analisa Kekuatan Material Bahan dan Rangka Alat Pengguling Sapi Berbobot 1.2 Ton Menggunakan,” 2022.

[6] I. Sungkono, H. Irawan, and D. A. Patriawan, “Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork,” 2019.