

Perhitungan dan Analisis Konstruksi Poros *Conveyor Unit* pada Perancangan dan Realisasi *Coin Filling of Handling System Training Unit* Berbasis *Microcontroller*

Atika Wahyuningsih, S.T.^{1*}, Michael Widiyanto², Raka Audrick Badreswara³, Yonathan Eka Putra⁴

Abstrak - Perancangan dan Realisasi *Coin Filling of Handling System Training Unit* Berbasis *Microcontroller* adalah proses merancang dan merealisasikan *Coin Filling Unit* pada *Handling System Training Unit*. *Coin Filling Unit* adalah salah satu unit dari *Handling System Training Unit* yang berfungsi untuk mengisi botol dengan koin. *Coin Filling Unit* ini memiliki 6 bagian yaitu *Rotary Hopper Unit*, *Separator Unit*, *Conveyor Unit*, *Frame*, *Operational Panel* dan *Control Panel*. *Conveyor unit* memiliki beberapa komponen utama, salah satunya adalah poros. Poros tersebut merupakan poros transmisi yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor untuk memutar belt conveyor. Perhitungan dan analisis dibutuhkan untuk memperhitungkan kekuatan dari poros dalam menahan beban. Berdasarkan acuan tersebut, maka digunakan poros sebagai komponen utama dalam analisis statis pada pembebanan poros dengan menggunakan simulasi software grafis yaitu *Solidworks*.

Kata Kunci : *Conveyor unit*, Poros, Perhitungan dan analisis, Analisis Statis.

I. PENDAHULUAN

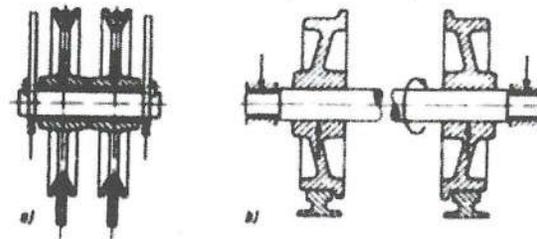
Teknologi saat ini sudah berkembang semakin pesat, khususnya yang berkaitan dengan material/bahan. Berbagai macam material/bahan digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti besi, baja, kayu, plastik, dll. Pada bidang manufaktur material khususnya besi dan baja yang sering digunakan, salah satunya saat diaplikasikan sebagai poros penyangga atau poros transmisi. Pada Perancangan dan Realisasi *Coin Filling of Handling System Training Unit* Berbasis *Microcontroller* poros digunakan pada *conveyor unit*. Poros tersebut merupakan poros transmisi yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor untuk memutar *belt conveyor*. Berdasarkan acuan tersebut, maka digunakan poros sebagai komponen utama dalam analisis statis pada pembebanan poros dengan menggunakan perhitungan teoritis dan simulasi *software* grafis yaitu *Solidwork*.

Perancangan dan Realisasi *Coin Filling of Handling System Training Unit* Berbasis *Microcontroller* membutuhkan perhitungan dan analisis terhadap poros pada *conveyor unit*, dengan membandingkan hasil perhitungan secara teori dengan hasil analisa untuk mendapatkan hasil pendekatan guna menentukan aman atau tidaknya sebuah konstruksi dibuat.

II. DASAR TEORI

A. Poros Penyangga

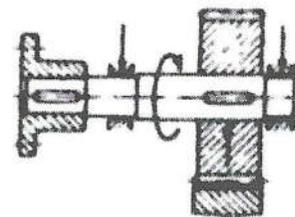
Poros Penyangga adalah salah satu jenis elemen konstruksi yang berfungsi menyangga elemen konstruksi lain berputar, misalnya: puli kabel/tali pada kerek, puli penegang sabuk/rantai, roda gigi antara, tuas pengungkit, tuas pengunci, dll.



Gambar 1. Poros Penyangga

B. Poros Transmisi

Poros Transmisi adalah salah satu jenis elemen konstruksi yang berfungsi menerima dan meneruskan momen punter dari elemen transmisi yang satu kepada yang lain, misalnya: roda gigi, puli sabuk, kopling, dll.



Gambar 2. Poros Transmisi

C. Tegangan Ijin

Tegangan ijin adalah tegangan akibat pembebanan yang berlangsung tak terbatas lamanya pada elemen mesin tanpa mengakibatkan terjadinya kepatahan maupun perubahan bentuk yang menuju kerusakan.

Besarnya tegangan ijin dipengaruhi oleh: bahan/material, jenis pembebanan, jenis beban.

D. Jenis Pembebanan

Tegangan ijin adalah tegangan akibat pembebanan yang berlangsung tak terbatas lamanya pada elemen mesin tanpa mengakibatkan terjadinya kepatahan maupun perubahan

Perhitungan dan Analisis Konstruksi Poros Conveyor Unit pada Perancangan dan Realisasi Coin Filling of Handling System Training Unit Berbasis Microcontroller

bentuk yang menuju kerusakan.

Jenis pembebanan dibedakan berdasarkan :

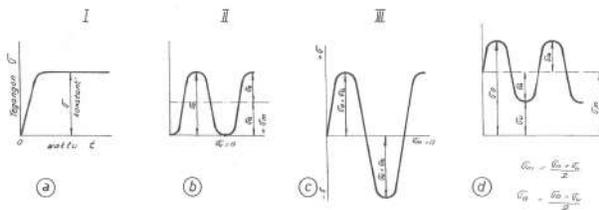
1. Kerja gaya luar terhadap benda kerja.
 2. Jenis tegangan dan perubahan bentuk yang dihasilkan.
- Dengan adanya kriteria penggolongan seperti di atas maka disusun istilah - istilah sebagai berikut:

1. Pembebanan tarik
Menghasilkan tegangan tarik.
2. Pembebanan tekan
Menghasilkan tegangan tekan.
3. Pembebanan tekuk/bengkok akibat momen tekuk
Menghasilkan tegangan tekuk/bengkok.
4. Pembebanan puntir/torsi
Menghasilkan tegangan puntir/torsi.

E. Jenis Beban

Berdasarkan jenis penyimpangan periodic dari besarnya beban utama maka jenis beban dibagi menjadi :

1. Beban statik
Selama pembebanan berlangsung besarnya beban selalu konstan. (Disebut jenis beban I).
2. Beban dinamik ulang
Selama pembebanan berlangsung secara periodik antara nol (tegangan bawah) dan harga maksimum (tegangan atas). (Disebut jenis beban II).
3. Beban dinamik ganti
Selama pembebanan berlangsung besarnya beban berubah secara periodik antara harga negatif terendah misalnya: tegangan tekan dan harga positif tertinggi misalnya: tegangan tarik. (Disebut jenis beban III).
4. Beban dinamik umum
Selama pembebanan berlangsung besarnya beban berubah secara periodik antara harga terendah dan harga tertinggi.



Jenis pembebanan
a - Statik
b - Dinamik ulang
c - Dinamik ganti
d - Dinamik umum

Gambar 3. Diagram Jenis Beban

F. Struktur Baja

Baja adalah paduan logam yang tersusun dari besi sebagai unsur utama dan karbon sebagai unsur penguat. Unsur karbon banyak berperan sebagai peningkatan kekerasan. Perlakuan

panas dapat merubah sifat baja dari lunak menjadi keras.

G. Sifat Mekanis

Sifat-sifat bahan teknik perlu diketahui secara baik, karena bahan tersebut diperlukan untuk berbagai macam keperluan dalam berbagai keadaan.

Sifat mekanis logam adalah kemampuan logam untuk menahan beban yang dikenakan padanya, baik pembebanan statis maupun dinamis. Pembebanan statis adalah pembebanan yang besar dan arahnya tetap setiap saat. Pembebanan dinamis adalah pembebanan yang besar meskipun arahnya berubah setiap saat.

H. Angka Keamanan

Angka keamanan (v) adalah angka yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu elemen mesin. Analisis angka keamanan banyak digunakan pada proses membandingkan antara tegangan dengan kekuatan untuk memperkirakan angka keamanannya.

Angka keamanan dipilih untuk memastikan tegangan yang diijinkan tidak melebihi ukuran batas tegangan untuk material, tetapi pertimbangan secara umum dapat mempengaruhi nilai angka keamanan tersebut. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi nilai angka keamanan yaitu : sifat dari material dan spesifikasi yang dimiliki, sifat pembebanan, kemungkinan dampak dari proses permesinan, dan akibat kegagalan material pada proses pembentukan.

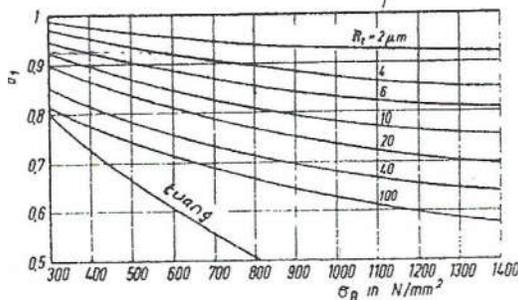
Besarnya angka keamanan untuk suatu elemen konstruksi dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Memilih angka keamanan kecil apabila :
 - a. Gaya luar diketahui dengan pasti.
 - b. Patahnya elemen konstruksi yang bersangkutan tidak membawa akibat yang fatal terhadap keseluruhan konstruksi.
 - c. Kerusakan dari elemen konstruksi yang bersangkutan dapat diatasi dengan cepat.
2. Memilih angka keamanan besar apabila :
 - a. Gaya luar tidak diketahui dengan pasti.
 - b. Patahnya elemen konstruksi yang bersangkutan membawa akibat yang fatal terhadap keseluruhan konstruksi (membawa kematian, kemacetan operasi).
 - c. Kerusakan dari elemen konstruksi yang bersangkutan sukar diatasi (suku cadang yang langka/mahal, pengerjaan sukar, kesukaran memperoleh material).

Sebagian dari angka keamanan ditentukan dan diwajibkan oleh yang berwenang (pemerintah), misalnya : angka keamanan tangka oksigen, kereta api, karoseri mobil, dll.

I. Faktor Kekasaran Permukaan b_1

Batas tegangan kontinyu hanya berlaku sesuai dengan definisinya, yaitu: untuk batang uji yang halus dan dipoles. Kekasaran dalam bentuk luka potong maupun pori-pori (dalam proses penuangan) sebenarnya juga merupakan lekuk-lekuk kecil dan dengan sendirinya juga menurunkan tegangan kontinyu seperti lekuk yang disengaja.



Gambar 4. Diagram Faktor Kekasaran Permukaan

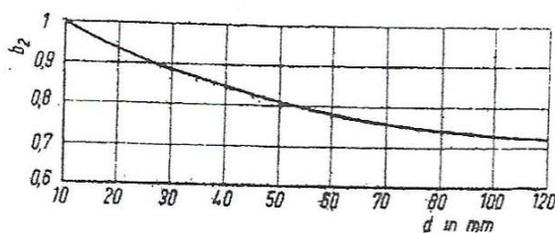
Diagram faktor ukuran b_2 di atas untuk penampang bulat. Untuk penampang lain sebagai berikut :

1. Tekuk pada bujur sangkar, sisi = d.
2. Tekuk pada empat persegi panjang, sisi pada bidang tekuk = d.
3. Puntir pada bujur sangkar dan empat persegi panjang, diagonal penampang = d.

J. Faktor Ukuran b_2

Batas tegangan kontinyu hanya berlaku sesuai dengan definisinya, yaitu: untuk batang uji yang halus dan dipoles. Kekasaran dalam bentuk luka potong maupun pori-pori (dalam proses penuangan) sebenarnya juga merupakan lekuk-lekuk kecil dan dengan sendirinya juga menurunkan tegangan kontinyu seperti lekuk yang disengaja.

Batas tegangan kontinyu hanya berlaku untuk batang uji dengan $\varnothing 10$ mm. Pada pembebanan tarik maupun tekan batas tegangan kontinyu hamper tidak dipengaruhi oleh besarnya ukuran benda kerja, tetapi pada pembebanan tekuk dan puntir batas tegangan kontinyu akan berkurang jika penampang benda kerja bertambah besar.

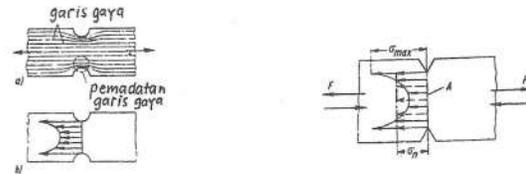


Gambar 5. Diagram Faktor Ukuran

K. Efek Lekuk

Efek lekuk adalah efek yang menurunkan batas tegangan kontinyu (kekuatan) material yang terutama disebabkan oleh perubahan penampang sisi luar, misalnya: slot/alur (*groove*), lekuk bubut (*undercut*), pudak poros (*shoulder*), lubang bor yang melintang, dll.

Garis - garis gaya/tegangan di dalam batang yang tidak berlekuk dibayangkan terbagi merata di seluruh penampang. Pada sebuah lekuk, garis-garis gaya tersebut sebagian dibelokkan sehingga terjadi pemadatan garis gaya setempat yang juga berarti naiknya tegangan pada bagian tersebut. Berdasarkan hal tersebut efek lekuk terjadi.



- a) terjadinya efek lekuk
- b) pembagian tegangan

Tegangan maksimum dan tegangan nominal pada bagian berlekuk.

Gambar 6. Efek Lekuk

L. Faktor Pengaruh Lain

Disamping efek lekuk, faktor kekasaran permukaan, dan faktor ukuran, temperatur dan korosi mempengaruhi juga batas tegangan kontinyu yang ditentukan pada temperatur 20°C.

Penurunan tegangan batas kontinyu baru terasa, misalnya: baja pada temperature 200°C ke atas. Jarang sekali temperatur kerja sampai setinggi itu. Korosi mengakibatkan kerusakan pada elemen konstruksi yang bersangkutan, sehingga perhitungan yang rumit tidak akan membawa hasil seperti yang diinginkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jadwal Dan Perencanaan

Perhitungan dan analisis poros *conveyor unit* dilakukan selama tahap perancangan konsep sistem pada pembuatan perancangan dan realisasi *coin filling of handling system training unit* berbasis *microcontroller*. Perencanaan pada poros *conveyor unit* meliputi :

a. Poros

Poros yang digunakan adalah poros *stainless steel* dengan dimensi $\varnothing 15 \times 146$ mm.

b. Analisis Statis

Jenis pembebanan yang digunakan adalah pembebanan terpusat dengan arah vertikal kebawah. Beban yang

Perhitungan dan Analisis Konstruksi Poros Conveyor Unit pada Perancangan dan Realisasi Coin Filling of Handling System Training Unit Berbasis Microcontroller

diberikan sebesar 0,3 kg di bagian kanan dan kiri sehingga total mendapat beban sebesar 0,6 kg. Tumpuan diberikan pada ujung kanan dan kiri poros.

B. Simulasi

Simulasi merupakan kegiatan untuk memodelkan suatu sistem dengan suatu kondisi yang telah ditentukan dengan menggunakan bantuan komputer. Simulasi dilakukan menggunakan 3D modelling software, yaitu SolidWorks 2015, dengan menggunakan feature solidworks simulation.

a. Proses Pre-Processing

Proses ini merupakan proses yang dilakukan sebelum pengujian (Solidworks simulation). Proses ini meliputi pemodelan dan penentuan material yang akan digunakan. Pemodelan merupakan proses penggambaran bentuk poros secara tiga dimensi.



Gambar 7. Model poros Conveyor Unit

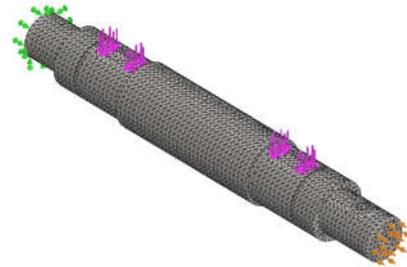
Pemodelan dilakukan menggunakan fitur *revolve* yang ada dalam *feature*. Poros dibuat menggunakan material *stainless steel* dengan ukuran $\varnothing 15 \times 146$ mm. Dimensi poros dibuat sesuai dengan gambar kerja pada Perancangan dan Realisasi Coin Filling of Handling System Training Unit berbasis Microcontroller dengan bentuk / model sesuai dengan gambar kerja.

b. Menentukan Studi Analisis Pembebanan

Sebelum melakukan analisa pembebanan statis dalam simulasi, ditentukan tumpuan pada poros sebagai acuan utama. Tumpuan diberikan pada ujung kanan dan kiri poros agar dapat menahan beban searah sumbu X, Y, dan Z. Tumpuan yang digunakan adalah tumpuan sendi dan tumpuan rol. Pemberian gaya luar dengan pembebanan terpusat sebesar 0,6 kg dengan arah vertikal kebawah.

c. Pembuatan Mesh.

Dalam pembuatan *mesh* sangat diperhatikan ukuran *mesh* dan jenis *mesh* yang digunakan, semakin kecil ukuran *mesh* yang digunakan pada model, maka hasil yang didapat akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan *mesh* yang memiliki ukuran lebih besar.



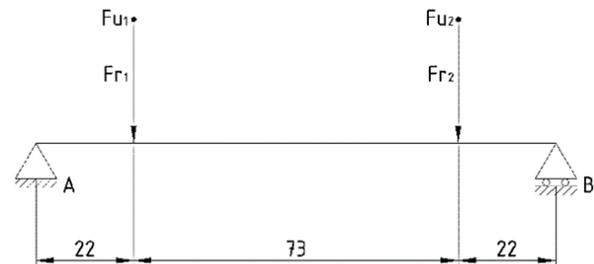
Gambar 8. Hasil proses *mesh* poros Conveyor Unit

d. Proses Post-Processing

Proses lebih lanjut, menampilkan hasil analisis yaitu resultan dan momen bengkok. Hasil *display* setiap analisis diatur dengan menggunakan satuan standar internasional (SI).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Konstruksi Rangka Toasting Unit



Gambar 9. Kontruksi pembebanan poros conveyor unit

| | | |
|---|-------------------|--------------------------------------|
| Diketahui | : | |
| Panjang 1 | (L ₁) | = 22 mm |
| Panjang 2 | (L ₂) | = 73 mm |
| Panjang 3 | (L ₃) | = 22 mm |
| Massa | (m) | = 0,3 kg |
| Diameter Pulley | (D _o) | = 32 mm |
| Material | | = AISI 201 |
| Tegangan bengkok ijin (σ_{bw}) | | = 340 N/mm ² |
| Kecepatan rotasi | | = 175 rpm |
| Faktor kekasaran permukaan | | = 0,96 |
| Faktor ukuran | (b ₂) | = 1 |
| Efek lekuk | (β_k) | = 1,4 |
| Angka keamanan | (v) | = 2 |
| Daya motor | (P) | = 52 W |
| Ditanya | | : Diameter Kritis (D _k)? |
| Jawab | | : |



a. Menghitung Gaya Radial (Fr)

$$\begin{aligned} Fr_1 &= m \cdot g \\ &= 0,3 \cdot 9,81 \\ &= 2,943 \text{ N} \\ Fr_2 &= m \cdot g \\ &= 0,3 \cdot 9,81 \\ &= 2,943 \text{ N} \end{aligned}$$

b. Menghitung Momen Torsi (Mt)

$$\begin{aligned} Mt &= 9550 \cdot (P / n) \\ &= 9550 \cdot (0,052 / 175) \\ &= 2,838 \text{ Nm} \\ &= 2838 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

c. Menghitung Gaya Keliling (Fu)

$$\begin{aligned} Fu_1 &= 2 \cdot Mt / Do \\ &= 2 \cdot 2838 / 32 \\ &= 177,375 \text{ N} \\ Fu_2 &= 2 \cdot Mt / Do \\ &= 2 \cdot 2838 / 32 \\ &= 177,375 \text{ N} \\ Fu_2 &= 2 \cdot Mt / Do \\ &= 2 \cdot 2838 / 32 \\ &= 177,375 \text{ N} \end{aligned}$$

d. Menghitung Momen Bengkok (Mv)

Sumbu x

$$\begin{aligned} \Sigma M_{Ax} &= 0 \\ Fu_1 \cdot 22 + Fu_2 \cdot 95 - 117 R_{Bx} &= 0 \\ 177,375 \cdot 22 + 177,375 \cdot 95 - 117 R_{Bx} &= 0 \\ 3902,25 + 16850,625 &= 117 R_{Bx} \\ 20752,875 &= 117 R_{Bx} \\ 177,375 \text{ N} &= R_{Bx} \\ \Sigma M_{Bx} &= 0 \\ - Fu_2 \cdot 22 - Fu_1 \cdot 95 + 117 R_{Ax} &= 0 \\ - 177,375 \cdot 22 - 177,375 \cdot 95 + 117 R_{Ax} &= 0 \\ - 3902,25 - 16850,625 &= -117 R_{Ax} \\ - 20752,875 &= -117 R_{Ax} \\ 177,375 \text{ N} &= R_{Ax} \end{aligned}$$

Sumbu y

$$\begin{aligned} \Sigma M_{Ay} &= 0 \\ Fr_1 \cdot 22 + Fr_2 \cdot 95 - 117 R_{By} &= 0 \\ 2,943 \cdot 22 + 2,943 \cdot 95 - 117 R_{By} &= 0 \\ 64,746 + 279,585 &= 117 R_{By} \\ 344,331 &= 117 R_{By} \\ 2,943 \text{ N} &= R_{By} \\ \Sigma M_{By} &= 0 \\ - Fr_2 \cdot 22 - Fr_1 \cdot 95 + 117 R_{Ay} &= 0 \\ - 2,943 \cdot 22 - 2,943 \cdot 95 + 117 R_{Ay} &= 0 \\ - 64,746 - 279,585 &= -117 R_{Ay} \\ - 344,331 &= -117 R_{Ay} \\ 2,943 \text{ N} &= R_{Ay} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_A &= \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} \\ &= \sqrt{177,375^2 + 2,943^2} \end{aligned}$$

$$R_A = 177,399 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} R_B &= \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} \\ &= \sqrt{177,375^2 + 2,943^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_B &= 177,399 \text{ N} \\ M_{bx} &= Fu_1 \cdot 95 \\ &= 177,375 \cdot 95 \\ &= 16850,625 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{by} &= Fr_1 \cdot 95 \\ &= 2,943 \cdot 95 \\ &= 279,585 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b &= \sqrt{M_{bx}^2 + M_{by}^2} \\ &= \sqrt{16850,625^2 + 279,585^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b &= 16852,944 \text{ Nmm} \\ \alpha_o &= \sigma_{bw} / (1,73 \cdot \text{teg}_{sch}) \\ &= 340 / (1,73 \cdot 260) \\ &= 0,756 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_v &= \sqrt{M_b^2 + (0,75)(\alpha_o \cdot Mt)^2} \\ &= \sqrt{16852,944^2 + (0,75)(0,756 \cdot 2838)^2} \end{aligned}$$

$$M_v = 16850,625 \text{ Nmm}$$

e. Menghitung Diameter Kritis (dk)

$$\begin{aligned} \sigma_b \text{ ijin sementara} &= \sigma_{bw} / v \\ &= 340 / 1,5 \\ &= 226,667 \text{ N/mm}^2 \\ D_k \text{ sementara} &= \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \times \sigma_b \text{ ijin sementara}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{16850,625}{0,1 \times 226,667}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 9,078 \text{ mm} \\ \sigma_b \text{ ijin sebenarnya} &= (\sigma_{bw} \cdot b_1 \cdot b_2) / (\beta_k \cdot v) \\ &= (340 \cdot 0,96 \cdot 1) / (1,4 \cdot 1,5) \\ &= 155,429 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_k \text{ sebenarnya} &= \sqrt[3]{\frac{M_v}{0,1 \times \sigma_b \text{ ijin sebenarnya}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{16850,625}{0,1 \times 155,429}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 10,294 \text{ mm} \\ D_k \text{ sebenarnya} &\approx 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

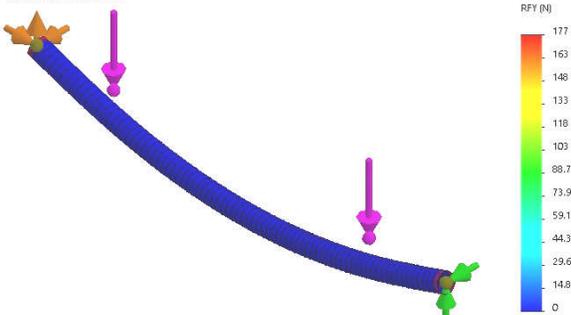
B. Analisis Konstruksi Poros Conveyor Unit

Analisis pertama dilakukan menggunakan *feature Displacement RFY (Resultan) Analysis* dengan pemberian beban arah vertikal sebesar 0,6 kg. Dari analisis yang sudah dilakukan didapatkan hasil resultan sebesar 177 N, sedangkan dari hasil perhitungan teoritis didapatkan resultan sebesar 177,375 N. Selisih hasilnya sebesar 0,372 N, karena masih dalam *range* yang wajar maka hasil tersebut sesuai.

Perhitungan dan Analisis Konstruksi Poros *Conveyor Unit* pada Perancangan dan Realisasi *Coin Filling of Handling System Training Unit* Berbasis *Microcontroller*

VI. DAFTAR PUSTAKA

Model name: Part1
Study name: Static 1k-Default1
Plot type: Static reaction force Displacement1
Deformation scale: 19,752



Gambar 10. Analisis *Displacement RFY* poros *conveyor unit*

Sudibyo, B. *Poros Penyangga dan Poros Transmisi*. Surakarta: Atmipress Solo

Sudibyo, B. *Kekuatan dan Tegangan Ijin*. Surakarta: Atmipress Solo

Suroto, A. *Strength of Material*. Surakarta: Atmipress Solo

Analisis kedua dilakukan menggunakan *feature Shear Moment about Direction 1* (Momen Bengkok) *Analysis* dengan pemberian beban arah vertikal sebesar 0,6 kg. Hasil pada perhitungan momen bengkok sebesar 0,16955 Nm, sedangkan hasil analisis dengan *software CAE* sebesar 0,169 Nmm. Selisih hasilnya sebesar 0,0055 N, karena masih dalam *range* yang wajar maka hasil tersebut sesuai.

V. KESIMPULAN

. Dari *Displacement RFY (Resultan) Analysis* pada *software Solidworks* yang sudah dilakukan didapatkan hasil resultan sebesar 177 N, sedangkan dari hasil perhitungan teoritis didapatkan resultan sebesar 177,375 N. Selisih hasilnya sebesar 0,372 N, karena masih dalam *range* yang wajar maka hasil tersebut sesuai.

Hasil pada perhitungan momen bengkok sebesar 0,16955 Nm, sedangkan hasil analisis dengan *software CAE Solidworks* menggunakan *feature Shear Moment about Direction 1* sebesar 0,169 Nmm. Selisih hasilnya sebesar 0,0055 N, karena masih dalam *range* yang wajar maka hasil tersebut sesuai.

Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada konstruksi poros *conveyor unit*, dapat disimpulkan bahwa konstruksi poros yang menggunakan menggunakan material *stainless steel* dengan ukuran $\text{Ø}15 \times 146$ mm dan dibuat dengan model poros seperti pada *conveyor unit* ini, dapat menahan beban hingga 0,6 Kg dengan aman, karena sudah melewati proses perhitungan dan analisa yang umum digunakan dengan angka keamanan sebesar 2.