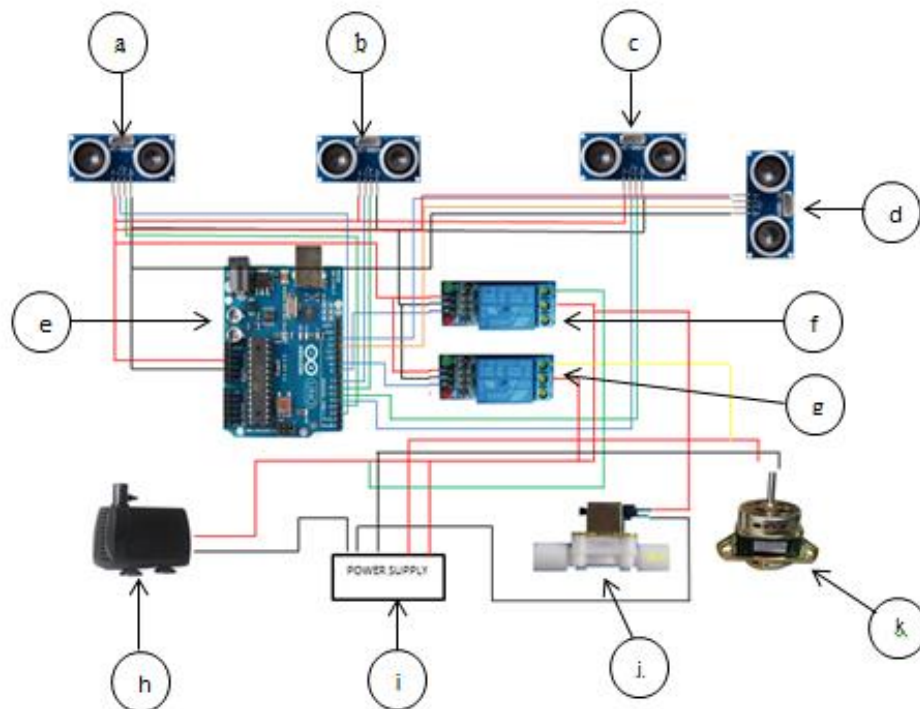


BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Kerja Alat

Pertama bejana diletakkan di depan sensor 1 kemudian motor bergerak setelah sampai di sensor 2 motor akan berhenti. Kemudian pompa akan aktif dan mulai proses pengisian. Air dari *reservoir* akan di pompa menuju bejana melewati *solenoid valve*, *flow meter*, dan *nosel*. Dimana *solenoid valve* digunakan untuk mengendalikan air yang mengalir sesuai dengan program. *Flow meter* digunakan untuk mengukur debit air yang mengalir. Setelah mencapai set point yaitu 5 cm di bawah sensor atau 450 mili liter pompa akan berhenti dan motor akan aktif. Setelah sampai di sensor 4 motor akan mati. Di sini arduino digunakan untuk mengendalikan dan mengatur program yang telah dibuat.



Gambar 4.1 Sekema alat yang dirancang.

Dari gambar 4.1 dapat di jelaskan fungsi komponen dari sekema alat di atas sebagai berikut :

- 1) Sensor Ultrasonic (a), (b), (c), dan (d) digunakan untuk menerima sinyal.
- 2) Arduino uno ditunjukkan huruf (e) digunakan untuk mengolah sinyal dan mengatur program yang telah di buat.
- 3) Relay ditunjukkan huruf (f) dan (g) digunakan untuk memutus dan menyambung arus listrik.
- 4) Pompa air ditunjukkan huruf (h) digunakan untuk mengalirkan air dari tampungan pada waktu proses pengisian.
- 5) Solenoid valve ditunjukkan huruf (j) digunakan untuk membuka dan menutup aliran air sesuai program.
- 6) Motor listrik ditunjukkan huruf (k) digunakan untuk menggerakkan konveyor.
- 7) Power supply ditunjukkan (i) digunakan untuk menyuplai arus listrik ke semua komponen dan merubah arus AC menjadi arus DC.

4.2 Alasan Pemilihan Komponen Pada Konveyor

1. Bearing UCT karena sesuai dengan perhitungan dan yang ada di pasaran dan menyesuaikan dengan mekanisme konveyor.
2. Gearbox dari hasil perhitungan kecepatan output gearbox sudah cukup untuk menggerakkan konveyor.
3. Motor listrik dari rpm motor sudah memenuhi kriteria untuk menggerakkan gearbox.
4. Arduino karena mudah didapat di toko elektronik, dan pembuatan kodingnya tidak terlalu rumit.
5. Sensor Ultrasonic karena jarak dari sensor bisa di atur sesuai keinginan.
6. Relay No karena menyesuaikan sistem kerja dari konveyor.
7. Solenoid valve Karena untuk membuka dan menutup sesuai dengan program di arduinonya.

4.3 Perencanaan Kapasitas dan Daya Konveyor

Kapasitas berat beban per meter pengangkutan dengan jenis pengangkutan beban satuan. Jika volume beban perunit (I_0) 0,5 liter, jarak antara unit (a) 0,3 meter, kecepatan motor 1400 rpm, panjang konveyor (L) 100 cm, dan lebar konveyor 30 cm, maka jumlah yang dipindahkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

Menentukan kecepatan pengangkutan

$$v = \text{putaran motor} \times \frac{2 \times \pi \times r}{60} \dots \dots \dots (4.1)$$

$$= 1400 \times \frac{2 \times \pi \times 0,04}{60} = 5,864 \text{ (m/s)}$$

Menentukan koefisien gesek statis (μ_s) antara gelas dengan belt :

$$\mu_s = \frac{F_s}{N} \dots \dots \dots (4.2)$$

$$= \frac{0,5 \text{ kg} \times 9,81}{1,5 \text{ kg} \times 9,81} = \frac{4,905 \text{ N}}{14,715 \text{ N}} = 0,33$$

Dapat disimpulkan pemindahan beban/meter pengangkutan material satuan jika interval jarak dan efisiensi di asumsikan 90% Dimana:

$$q = \frac{I_0}{a} \cdot \varphi \dots \dots \dots (4.3)$$

$$= \frac{0,5}{0,3 \text{ m}} \times 90\% = 1,5 \text{ (liter/m)}$$

Maka kapasitas konveyor sebagai berikut :

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot v \dots \dots \dots (4.4)$$

$$= 3,6 \times 1,5 \times 5,864 = 31,67 \text{ (liter/jam)}$$

Sehingga perhitungan dengan daya konsumsi yang dibutuhkan pada pemindahan secara horizontal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
P_{\text{conv}} = N_{\text{fric}} &= \frac{W_{\text{fric}}}{102} = \frac{1000 \cdot q \cdot L \cdot \omega}{3600 \times 102} \\
&= \frac{q \cdot L \cdot \omega}{367} \dots\dots\dots(4.5) \\
&= \frac{1,5 \times 1 \times 0,33}{367} = 0,00135 \text{ (Kw)} = 1,35 \text{ (watt)}
\end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Poros Pada Konveyor

Daya nominal output motor penggerak

$$\begin{aligned}
P_d &= f_c \cdot P \\
&= 1,2 \times 0,176 = 0,211 \text{ (kW)}
\end{aligned}$$

Menghitung putaran penggerak yang dihasilkan *gear box*

$$v = n_2 = \frac{n_1}{i} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$n_2 = \frac{1400}{50} = 28 \text{ (rpm)}$$

Menghitung Momen Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \dots\dots\dots(4.7)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,211}{28} = 7339,79 \text{ (kg.mm)}$$

Menghitung Tegangan Geser Ijin

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(S_{f1} - S_{f2})} \dots\dots\dots(4.8)$$

$$= \frac{48}{(6 \times 2)} = 4 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

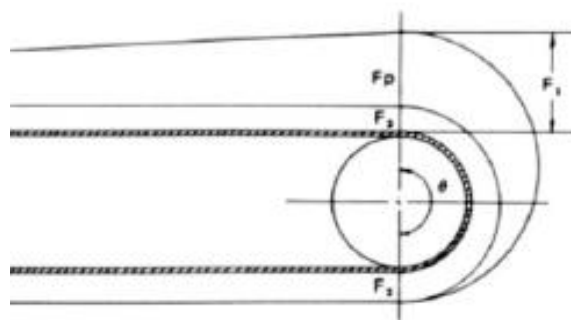
Menghitung diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(4.9)$$

$$= \left[\frac{5,1}{4} \times 1 \times 1,3 \times 7339,79 \right]^{\frac{1}{3}} = 22,99 \text{ (mm)}$$

4.5 Perhitungan Tegangan Terjadi Pada Drive

Menentukan sudut kontak belt dengan drive



Gambar 4.2. Distribusi tegangan pada drive konveyor

Sumber : www.academia.edu

$$\theta = 180^\circ = 180 \times \frac{2 \times \pi}{360} = 3,14 \text{ (rad)}$$

Tegangan efektif belt

$$F_p = \frac{6120 \times P_{conv}}{v} \dots\dots\dots(4.10)$$

$$= \frac{6120 \times 0,00135}{5,864} = 1,41 \text{ (kg)}$$

Tegangan sisi kancang drive

$$F_1 = \frac{F_p \times e^{\mu \cdot \theta}}{(e^{\mu \cdot \theta} - 1)} \dots\dots\dots(4.11)$$

$$= \frac{1,41 \times e^{\mu \cdot 3,14}}{(e^{\mu \cdot 3,14} - 1)} = 2,18 \text{ (kg)}$$

Tegangan sisi kendur drive

$$F_2 = \frac{F_p}{(e^{\mu \cdot \theta} - 1)} \dots \dots \dots (4.12)$$

$$= \frac{1,41}{(e^{\mu \cdot 3,14} - 1)} = 0,77(\text{kg})$$

4.6 Perhitungan Umur Bantalan

Tabel 4.1. Spesifikasi bantalan (sumber : *SKF Bearing*).

Jenis Bantalan	Di (mm)	Nilai C (kN)	Nilai P (kN)
UCT 205	25	14	0,335

Menentukan faktor kecepatan untuk bantalan bola sebagai berikut :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (4.13)$$

$$= \left(\frac{33,3}{28}\right)^{\frac{1}{3}} = 1,059$$

Faktor umur bantalan dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$f_h = f_n \cdot \frac{C}{P} \dots \dots \dots (4.14)$$

$$= 1,059 \times \frac{14 \text{ (kN)}}{0,335 \text{ (kN)}} = 44,257$$

Menghitung umur nominal untuk bantalan bola

$$L_h = 500 \times (f_h)^3 \dots \dots \dots (4.15)$$

$$= 500 \times (44,257)^3 = 43,342695,72 \text{ (jam operasi)}$$

4.7 Perhitungan Daya Motor

Jika mesin mempunyai beban, maka membutuhkan daya untuk menggerakkan mesin tersebut, diketahui mesin mempunyai beban 3 kg, jari-jari drive 40 mm, dan kecepatan mesin 1400 rpm.

Daya motor yang dihasilkan oleh torsi dan kecepatan putar (RPM) dengan rumus sebagai berikut :

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots (4.16)$$

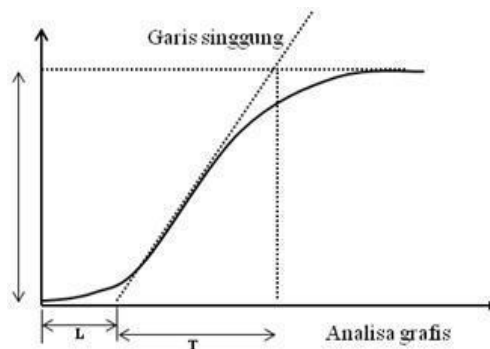
$$= 3 \text{ (kg)} \times 40 \text{ (mm)} = 120 \text{ kg. mm} = 1,2 \text{ N. m}$$

$$P_{\text{Motor}} = \frac{T \cdot N \cdot 2\pi}{60} \dots\dots\dots (4.17)$$

$$= \frac{1,2 \times 1400 \times 2 \times \pi}{60} = 175,93 \text{ Watt} = 0,17593 \text{ Kw}$$

4.8 Perhitungan tuning PID

Aspek yang sangat penting dalam desain kontroler PID adalah penentuan parameter kontroler PID supaya sistem *close loop* memenuhi kriteria performansi yang diinginkan.



Gambar 4.3. kurva waktu jeda (L) dan waktu konstan (T).

Sumber : <https://fahmizaleeits.wordpress.com>

$$T = \text{Rank data} - L$$

$$= 37 - 13 = 24$$

Menentukan nilai konstanta proportional

$$K_p = 1,2 \times \frac{T}{L} \dots\dots\dots (4.18)$$

$$= 1,2 \times \frac{24}{13} = 2,215$$

Menentukan nilai waktu integral dan waktu derivative

$$T_i = 2 \times L$$

$$= 2 \times 13 = 26 \text{ (s)}$$

$$T_d = 0,5 \times L$$

$$= 0,5 \times 13 = 6,5 \text{ (s)}$$

Menentukan nilai konstanta integral

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \dots\dots\dots (4.19)$$

$$= \frac{2,215}{26} = 0,085$$

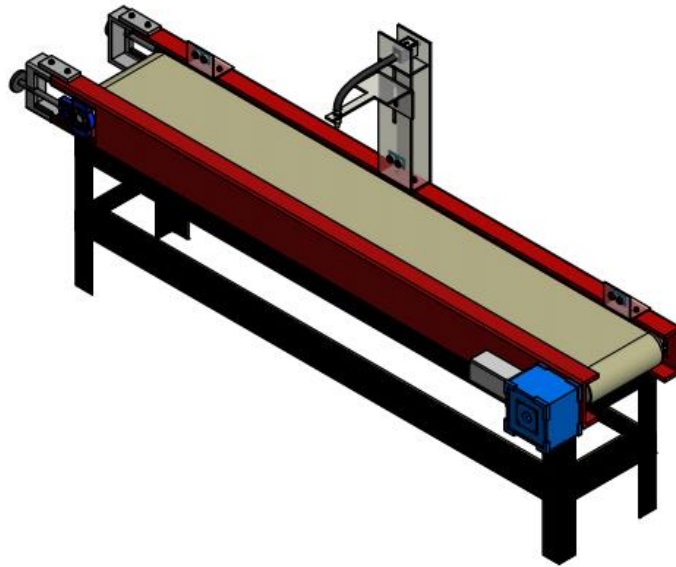
Menentukan konstanta derivative

$$K_d = \frac{K_p}{T_d} \dots\dots\dots (4.20)$$

$$= \frac{2,215}{6,5} = 0,341$$

4.9 Desain Autodesk Inventor konveyor pengisian bejana

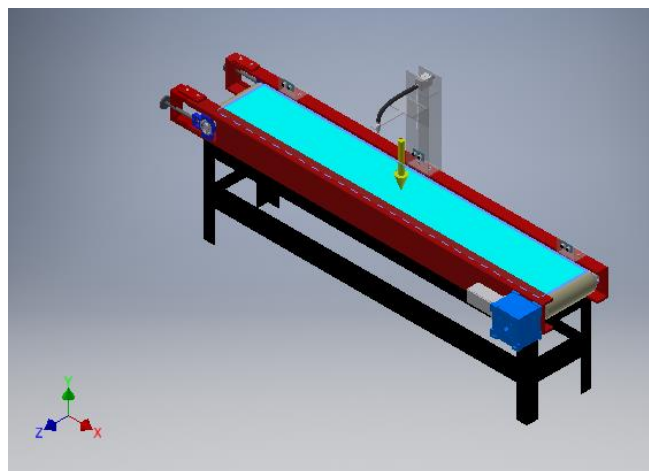
Perancangan 3D konveyor pengisian bejana untuk keperluan di laboratorium menggunakan *software Autodesk Inventor* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Desain Konveyor Pengisi Bejana

4.10 Menentukan Pembebanan

Menentukan pembebanan maksimal yang dirancang pada alat dengan menentukan *costrain* atau tumpuan dengan acuan posisi dari rancangan yang dibuat. Untuk pembebanan yang pada alat yaitu 5 kg dengan beban maksimal yang akan diterima alat yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



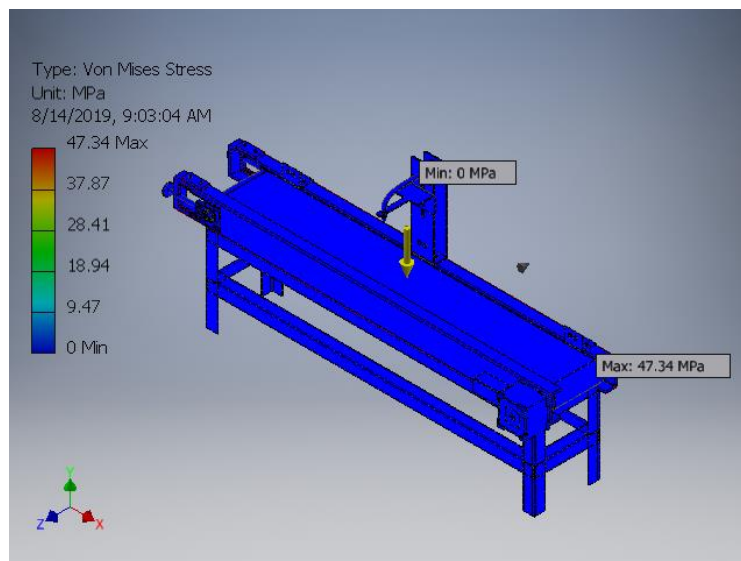
Gambar 4.5. Pembebanan gaya dengan asumsi beban maksimal 5 kg

4.11 Analisis Struktur Perancangan

Analisis struktur menerapkan metode elemen mesin dari proses sistem benda yang akan dianalisis atau diuji sehingga dalam struktur utamanya menjadi elemen – elemen yang lebih kompleks yang terhubung satu sama lain, dengan proses perhitungan dengan metode *Finite Elemen Analysis* (FEM). Setelah dilakukan proses simulasi maka didapat data analisis terdapat beberapa hasil diantaranya *von misses stress*, *1st principal stress*, *3st principal stress*, *displacemen*, dan *safety factor*.

a. *Von Misses stress*

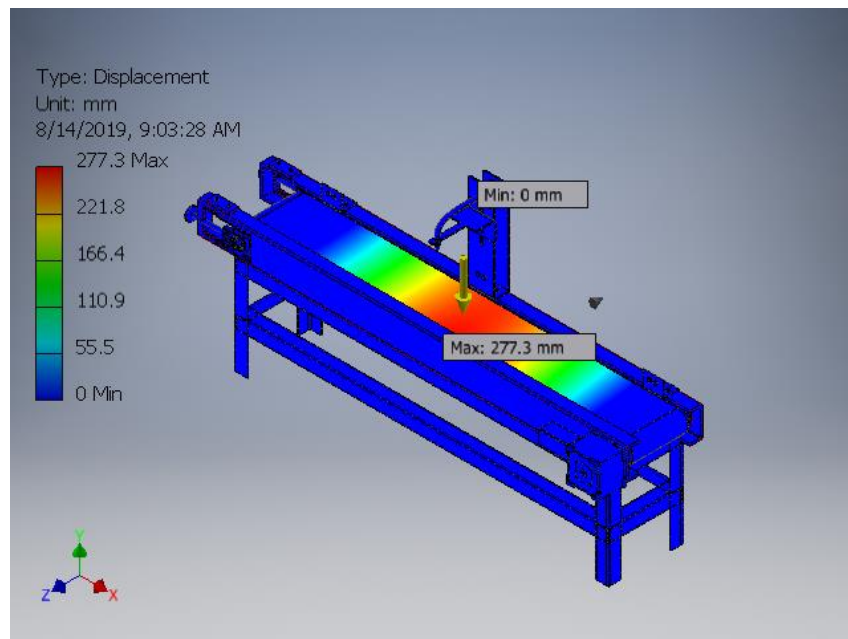
hasil perhitungan antara tegangan dan regangan ekuivalen yang digunakan pada *von misses stress* perancangan alat seperti pada Gambar 4.6. dapat dilihat dengan orientasi warna dan angka yang tercantum dengan tegangan maksimum yang terjadi 47,34 MPa dan tegangan minimum sebesar 0 MPa.



Gambar 4.6. Data simulasi *von misses stress*

b. *Displacement*

Hasil analisis struktur statis deformasi atau *displacement* adalah hasil total diformasi pada pemodelan. Dari simulasi tersebut menunjukkan total diformasi terbesar ada pada frime 277,3 mm, dan total diformasi terkecil pada bagian penompang bawah yaitu sebesar 0 mm ditunjukkan pada Gambar 4.7.

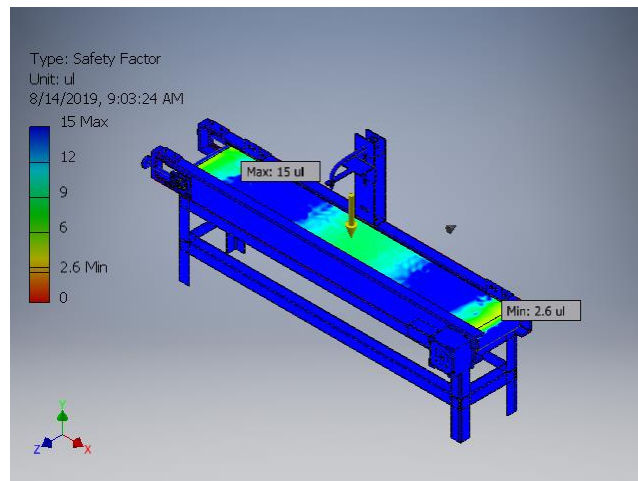


Gambar 4.7. Data simulasi deformasi atau *displacement*

c. *Safety Factory*

Safety Factory atau faktor keamanan merupakan salah satu hal parameter terpenting untuk menentukan layak tidaknya kontruksi perancangan yang dibuat. *Safety Factory* merupakan pembanding antara tegangan yang diizinkan dengan tegangan aktual yang terjadi. Kontruksi dinyatakan aman apabila angka keamanannya diatas 1 ul.

Hasil dari simulasi perncangan dengan pembanding tegangan yang diizinkan dengan tegangan aktul didapat hasil max 15 ul, sehingga disimpulkan bahwa perncangan ini layak digunakan dan factor keamanannya baik. Ditunjukkan hasil analisi pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Data simulasi *Safety Factory*