

Perancangan Mesin *Packing* Tusuk Gigi Kapasitas 1,4 Kg Per Jam Berbasis PLC

Rasma^{1*}, Bambang Setiawan²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, 10510

*E-mail : rasma@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Dalam membantu meningkatkan kualitas sebuah mesin maka rancangan dan perhitungan sebuah konstruksi sangatlah menjadi hal yang penting dan utama. Penelitian ini mengkaji tentang perancangan dan analisis kekuatan rangka – rangka utama dan kapasitas dari mesin *packing* tusuk gigi berbasis PLC . Analisis dilakukan dengan hitungan secara teoritis dan menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2015*. Material rangka utama yang digunakan adalah *steel galvanized* dengan ukuran 40 x 40 x 2 mm dan material mini *conveyor* yang digunakan adalah Aluminium 5052 dengan standar ISO 10799-2 (*square*) dengan ukuran 30 x 30 x 2 mm. Mesin ini memiliki dimensi 900 x 400 x 600 mm dengan kapasitas 1,4 kg per jam . Hasil hitungan dan simulasi menunjukkan bahwa mesin *packing* tusuk gigi berbasis PLC ini memiliki faktor keamanan 0 s/d 15 serta memiliki nilai getaran pada mini *conveyor* 0.38 Hz dan selama 1 jam menghasilkan 40 pcs pack.

Kata Kunci: baja galvanis, aluminium 5052, analisis kekuatan, *autodesk inventor 2015*, rangka utama

ABSTRACT

In helping to improve the quality of a machine, the design and calculation of a construction is very important and important. This study examines the design and analysis of main frame strengths and capacities of PLC based toothpick packing machines. The analysis was carried out with theoretical calculations and using Autodesk Inventor Professional 2015 software. The main frame material used was galvanized steel with a size of 40 x 40 x 2 mm and the mini conveyor material used was Aluminum 5052 with ISO 10799-2 (square) standard with size 30 x 30 x 2 mm. This machine has dimensions of 900 x 400 x 600 mm with a capacity of 1.4 kg per hour. The calculation and simulation results show that the PLC-based toothpick packing machine has a safety factor of 0 to 15 and has a vibration value on the mini conveyor 0.38 Hz and for 1 hour produces 40 pcs pack.

Keywords: *steel galvanized, aluminum 5052, strength analysis, autodesk inventor 2015, main frame*

1. PENDAHULUAN

Proses pengemasan atau *packing* merupakan sebuah proses yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga produk dari cuaca, guncangan dan benturan dengan benda lain dan juga untuk menyiapkan sebuah produk menjadi siap untuk didistribusikan, disimpan, dijual, maupun dipakai, dan proses pengemasan yang baik akan menghasilkan nilai jual yang tinggi.

Pelaku UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) tusuk gigi di lingkungan kelurahan penggilingan pada daerah

cakung masih melakukan proses pengemasan dengan cara manual sehingga membutuhkan banyak tenaga manusia terutama ibu rumah tangga. Proses pengemasan seperti ini sering dihadapkan pada masalah – masalah yang berkenaan dengan hasil pengemasan dan upah yang diperoleh para pekerja terlalu sedikit. Di antara permasalahan yang paling umum dihadapi adalah hasil pengemasan yang tidak rapih dan efisiensi kerja tidak maksimum yang meliputi: efisiensi

tenaga manusia, efisiensi waktu dan kuantitas pengemasan yang sedikit

Oleh karena itu, untuk membantu dalam meningkatkan hasil dan efisiensi maka diperlukan sebuah mesin yang tepat guna agar dapat mempercepat hasil pengemasan. Merancang dan membuat mesin *packing* tusuk gigi yang berfungsi untuk mengemas produk yang dihasilkan secara otomatis maka perlu menggunakan sistem kontrol PLC dan mekanik agar mampu membantu dalam proses pengemasan produk dalam jumlah yang sangat banyak dan membutuhkan waktu yang relatif cepat serta biaya yang ekonomis sehingga keuntungan yang diperoleh maksimal baik dari pekerja maupun dari pihak pelaku usaha UMKM sendiri.

Tinjauan Pustaka

Teori Perancangan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, definisi perancangan yaitu proses, cara, perbuatan merancang. Merancang yaitu mengatur segala sesuatu sebelum bertindak, mengerjakan, atau merencanakan. . Dalam bahasa Inggris perancangan adalah salah satu arti dalam desain, bisa dijabarkan arti kata desain adalah ilmu yang berhubungan dengan suatu perencanaan atau perancangan. Biasanya berbentuk gambar yang nantinya diwujudkan dalam bentuk sebenarnya [].

Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser. [6]

Tusuk Gigi

Tusuk gigi pada umumnya terbuat dari kayu dan bambu dengan berat jenis yang berbeda-beda. Adapun klasifikasi kayu berdasarkan berat jenis, yaitu: berat kayu dikatakan ringan, bila berat jenisnya $< 0.3 \text{ gr/cm}^3$, berat kayu dikatakan sedang, bila berat jenisnya $0,36 - 0,56$

gr/cm^3 dan berat kayu dikatakan berat bila berat jenisnya $> 0,56 \text{ gr/cm}^3$. [7]

Teori Kekuatan Material

Sifat mekanik adalah sifat yang menyatakan kemampuan suatu material atau komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material atau komponen tersebut

Kekuatan (*strength*) merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.

Kekakuan (*stiffness*) adalah kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/ beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau defleksi.

Kekenyalan (*elasticity*) didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).

Plastisitas (*plasticity*) adalah kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (*ductile*), sedangkan material yang mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material yang getas (*brittle*).

Keuletan (*ductility*) adalah suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material *ductile* ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu periode tertentu, persentase keregangannya. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang peternakan, dan bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel, dll.

Ketangguhan (*toughness*) merupakan kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.

Kegetasan (*brittleness*) adalah suatu bahan yang mempunyai sifat berlawanan dengan keuletan. Kerapuhan ini merupakan suatu sifat pecah dari suatu material dengan sedikit pergeseran permanen. Contohnya adalah besi cor.

Kelelahan (*fatigue*) merupakan kecenderungan dari logam untuk menjadi patah bila menerima beban bolak – balik (*dynamic load*) yang besarnya masih jauh dibawah batas kekakuan elastiknya.

Melar (*creep*) merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.

Kekerasan (*hardness*) merupakan ketahanan material terhadap penekanan atau indentasi / penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*) yaitu ketahanan material terhadap penggoresan atau pengikisan.

Berdasarkan ilmu perhitungan kekuatan bahan, dimana kekuatan bahan di hitung dari tegangan nominal yang disebutkan oleh beban nominal pada tempat – tempat kritis dari komponen tersebut sehingga dapat ditentukan ukuran ukuran komponen yang diperlukan pada tempat – tempat kritis tersebut.

Sebuah perhitungan kekuatan bahan akan bermanfaat, bila kondisi kerja dan pembebanan yang timbul untuk truktur tesebut mendekati kenyataan sehingga truktur yang digunakan aman terhadap gaya maksimum yang bisa dihasilkan oleh setiap kombinasi beban.

Jenis – jenis beban dapat dibagi menjadi 6:

- 1) Beban dinamis adalah beban yang besar atau arahnya berubah terhadap waktu
- 2) Beban statis adalah beban yang besar atau arahnya tidak berubah terhadap waktu.
- 3) Beban terpusat adalah beban yang bekerja pada suatu titik.
- 4) Beban adalah beban yang terbagi merata sama pada setiap satuan luas.

- 5) Beban momen adalah hasil gaya dengan jarak antara gaya dengan titik yang di tinjau
- 6) Beban torsi adalah beban akibat puntiran.

Perencanaan Hopper Atas

Hopper atas merupakan salah satu komponen dari suatu perencanaan dan perhitungan desain konstruksi alat packing tusuk gigi, yang berfungsi untuk menampung tusuk gigi yang akan di kemas, *hopper* ini berbahan material akrilik.

Untuk menentukan berapa besarnya dan kapasitas yang diperlukan untuk menampung tusuk gigi yang akan kemas digunakan *hopper* yang akan di rencanakan maka terlebih dahulu mengetahui rumus yang akan dihitung sebagai berikut:

$$V = 1/2 \times a \times t \times T \quad (1)$$

dimana:

V : Volume prisma

T : Tinggi prisma

a : alas segitiga

t : tinggi segitiga

Perencanaan Tanki Output Pengemasan

Tanki *output* pengemasan tusuk gigi merupakan salah satu komponen dari perencanaan dan perhitungan desain konstruksi alat packing tusuk gigi, yang fungsinya sebagai wadah serta aliran output ketika *cylinder* mendorong untuk mengemas tusuk gigi, tanki *output* pengemasan ini berbahan material akrilik.

Untuk menentukan berapa besarnya dan kapasitas yang diperlukan untuk menampung tusuk gigi yang akan dilakukan pengemasan, maka terlebih dahulu mengetahui rumus yang akan di hitung sebagai berikut:

$$V = \pi \times r^2 \times t \quad (2)$$

dimana:

V : Volume tabung

π : Phi

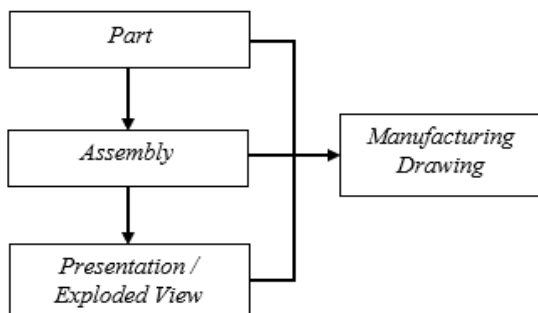
r : Jari-jari tabung

t : Tinggi tabung

Autodesk Inventor

Autodesk Inventor merupakan salah satu *software* 3D modeling yang dikhususkan pada *mechanical design* dimana konsep yang dibawa adalah *digital prototyping* dimana kita diizinkan untuk menganalisis *design* yang sedang direncanakan dalam bentuk digital dan tidak lagi memerlukan bentuk fisik asli yang tentunya akan berdampak pada penghematan biaya produksi. Kita dapat menganalisa gerakan kinematik dari sebuah *design*, memperhitungkan berat sebuah material, mendapatkan titik *center (center of gravity)* dari sebuah komponen atau *assembly* dan kebutuhan lain yang berhubungan dengan *design* yang dibuat.

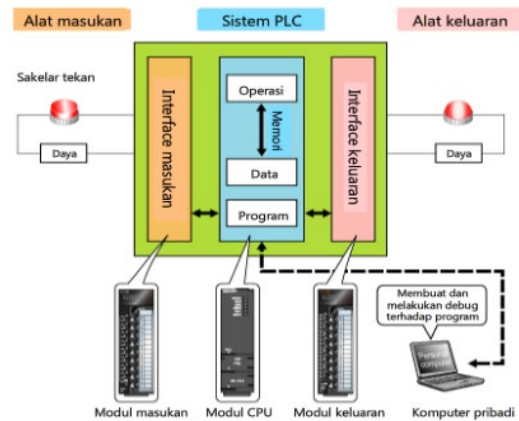
Konsep pemodelan yang ada di *autodesk inventor* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Konsep Pemodelan

Definisi PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah komputer digital berkekuatan tinggi yang melakukan kontrol urutan dan operasi logika. Biasanya digunakan untuk mengontrol sinyal listrik ke alat keluaran berdasarkan sinyal listrik yang diterima dari alat masukan. Kontroler yang dapat diprogram memerlukan program yang dapat dibuat menggunakan perangkat lunak terdedikasi di dalam sebuah komputer pribadi. Program – program ini dapat dimodifikasi dengan mudah untuk memungkinkan PLC melakukan bermacam fungsi untuk bermacam tugas.



Gambar 2. Sistem PLC
Tabel 1. Kegunaan Modul

Nama Modul	Penggunaan
Modul Masukan	Menerima sinyal listrik dari alat eksternal dan melakukan konversi menjadi data untuk digunakan oleh CPU
Modul CPU	Mengoperasikan program urutan dan melakukan pemrosesan sinyal masukan atau keluaran.
Modul Keluaran	Mentransmisi sinyal listrik ke alat eksternal ketika diperintahkan oleh CPU.

PLC dapat dengan mudah diprogram ulang. Keunggulan PLC dibandingkan dengan sistem konvensional antara lain :

- Relatif mudah untuk melakukan perubahan pada strategi kendali yang akan diterapkan, karena logika kendali yang digunakan diwujudkan dalam bentuk perangkat lunak.
- Jumlah *relay* yang diperlukan dapat dikurangi sesuai dengan jumlah input maupun output yang diperlukan. Lebih mudah untuk proses instalasinya karena pengkabelan lebih sederhana.
- Lebih mudah dalam menemukan kesalahan dan kerusakan, karena memiliki fasilitas *self – diagnosis*.
- Tahan terhadap temperatur tinggi, tekanan tinggi dan kelembaban yang tinggi apabila dipakai secara terus-menerus, dan ini banyak di jumpai pada lingkungan industri.

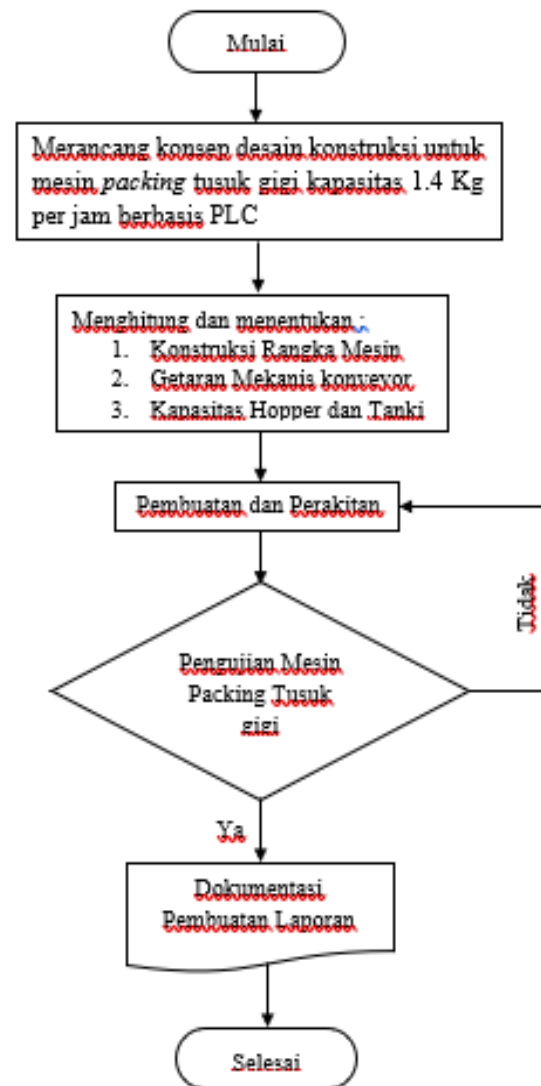
Komponen Dasar PLC

PLC tersusun atas beberapa komponen dasar yang ada didalamnya yaitu :

- a. CPU (*Central Processing unit*), yaitu otak dari PLC yang mengerjakan berbagai operasi, antara lain: mengeksekusi program, menyimpan dan mengambil data dari memori, membaca kondisi/nilai input serta mengatur nilai output, memeriksa adanya kerusakan (*self - diagnosis*), serta melakukan komunikasi dengan perangkat lain.
- b. *Input*, merupakan bagian PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan masukan kepada CPU. Perangkat luar *input* dapat berupa tombol, *switch*, *sensor* atau piranti lain.
- c. *Output*, merupakan bagian PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan keluaran dari CPU. Perangkat luar output dapat berupa lampu, katup (*valve*), motor dan perangkat – perangkat lain.
- d. Memori, yaitu tempat untuk menyimpan program dan data yang akan dijalankan dan diolah oleh CPU. Dalam PLC, memori terdiri atas memori program untuk menyimpan program yang akan dieksekusi, memori data untuk menyimpan nilai-nilai hasil operasi CPU, nilai *timer* dan *counter* serta memori yang menyimpan nilai kondisi *input* dan *output*. Kebanyakan PLC sekarang memiliki satuan memori dalam *word* (16 bit).
- e. Fasilitas komunikasi, yang membantu CPU dalam melakukan pertukaran data dengan perangkat lain, termasuk juga berkomunikasi dengan komputer untuk melakukan pemrograman dan pemantauan.
- f. Fasilitas ekstensi, untuk menghubungkan modul PLC dengan modul pengembangan *input/output* sehingga jumlah terminal I/O dapat ditingkatkan.
- g. Catu daya, untuk memberikan sumber tegangan kepada semua komponen dalam PLC. Biasanya sumber tegangan PLC adalah 220 V AC atau 24 V DC.

Pada dasarnya sinyal yang diterima/dibangkitkan oleh unit input/output PLC berupa sinyal digital, yang bernilai biner 0 atau 1. Perangkat input/output yang memiliki sinyal analog memerlukan piranti ADC (*Analog to Digital Converter*) atau DAC (*Digital to Analog Converter*) agar dapat dihubungkan ke PLC.

2. METODE PENELITIAN



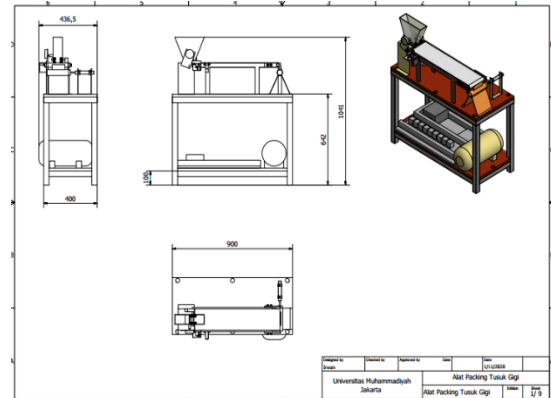
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam Perhitungan Kekuatan Konstruksi Untuk Mesin Packing Tusuk Gigi Kapasitas 1.4 kg per jam berbasis PLC ini adalah dengan merancang desain komponen dan pemilihan komponen bahan. Penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut:.

1. Mencari Data
Sebagai penambahan informasi dan referensi dari solusi permasalahan yang akan diteliti. Mulai dari desain, metode dan cara kerja yang mendekati penelitian yang direncanakan. dengan pengamatan langsung ke lapangan atau tempat pengemasan tusuk gigi
2. Konsep Perancangan
Dalam rancang bangun diperlukan desain yang mana nantinya desain tersebut direalisasikan sebagai pemikiran awal desain atau ide yang dituangkan ke dalam gambar sketsa manual menggunakan *software autodesk inventor*. Konsep mesin yang dirancang ialah dengan mengaplikasikan sistem kontrol PLC dan mekanik sehingga pengemasan yang dilakukan menjadi lebih singkat dan tersusun rapi.
3. Perhitungan
Mesin yang telah di lakukan perancangan kemudian mulai dilakukan perhitungan dimana perencanaan ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data yang diperoleh dari lapangan.
4. Pemilihan Bahan
Dalam melakukan pemilihan bahan dapat ditentukan setelah perhitungan ditemukan agar mampu menggunakan bahan yang sesuai dengan keinginan.
5. Membuat Mesin
Proses pengerjaan dimulai dari persiapan alat dan bahan hingga perakitan komponen sesuai dengan perencanaan yang telah di desain.
6. Pengujian Alat
Pengujian ini dilakukan agar sebelum dioperasikan pada spesimen benda uji mesin *packing* tusuk gigi ini berfungsi dengan baik dan sesuai dengan keinginan.
7. Analisis Data dan Penyusunan Laporan
Setelah dilakukan pengujian dan diambil data maka disusun laporan mengenai hasil yang diperoleh. Laporan disusun untuk mempermudah pembaca untuk

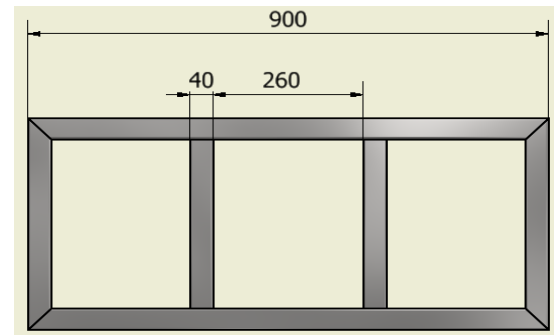
memahami dan mempelajari penelitian ini, supaya kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan.

3. Hasil Dan Pembahasan Perancangan Konstruksi Mesin

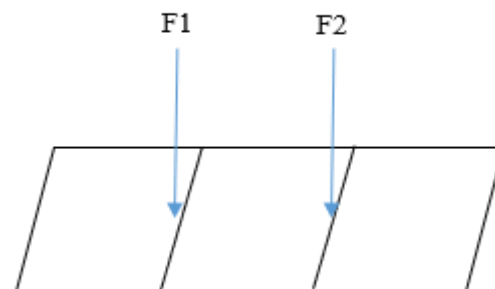


Gambar 4. Hasil Perancangan Konstruksi Mesin *Packing* Tusuk Gigi

Perancangan Rangka Bagian Atas



Gambar 5. Rangka Bagian Atas Alat *Packing* Tusuk Gigi



Gambar 6. Diagram Pembebanan

Tabel 2. Beban pada F1

No	Nama Komponen	Massa (kg)
1	<i>Cylinder Pneumatik</i>	1
2	Bracket 1	0,5
3	Tanki Output	1
Total		2.5 kg

Beban (F1)= Total Massa x Gaya Gravitasi
 $= 2,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$
 $= 24,525 \text{ kg.m/s}^2 = 24,525 \text{ N}$

Tabel 3. Beban pada F2

No	Nama komponen	Massa (kg)
1	<i>Conveyor</i>	3
2	Motor DC 2	1,3
3	<i>Hopper isi Tusuk gigi</i>	2
4	<i>Bracket Hopper</i>	1
5	<i>Feeder</i>	0,5
6	Motor AC	1
Total		8,8

Beban (F2)= Massa Total x Gaya Gravitasi
 $= 8,8 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$
 $= 86,328 \text{ kg.m/s}^2 = 86,328 \text{ N}$

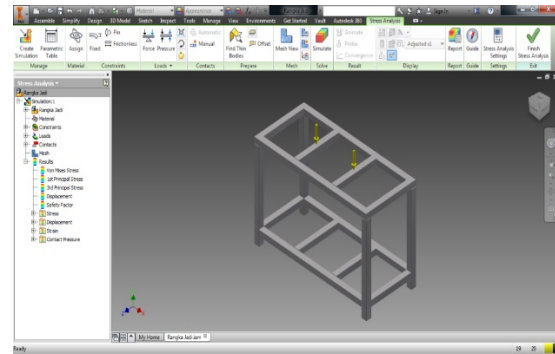
Simulasi Menggunakan Software

Simulasi dilakukan untuk mencocokkan perhitungan secara manual dengan desain rangka alat *packing* tusuk gigi menggunakan *software*.

Pembuatan Modeling

Analisis kekuatan rangka Alat *packing* tusuk gigi adalah dengan memberikan beban pada F1 sebesar 24,525 N dan F2 sebesar 86,328 N. *Software* yang digunakan adalah *7ias7r7k inventor 2015*.

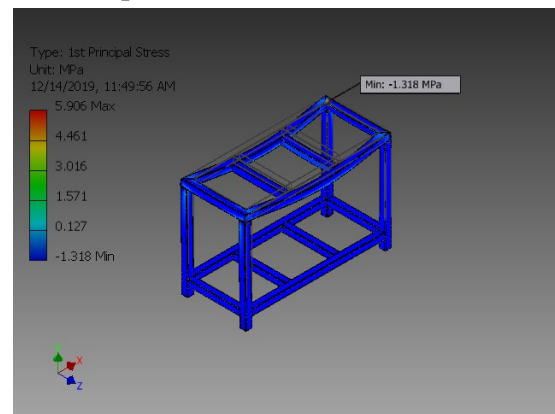
Selanjutnya adalah menentukan *constraint* dan pembebanan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada produk desain yang telah dimodelkan.



Gambar 7. Pembebanan F1 dan F2

Pengujian Tegangan (Stress)

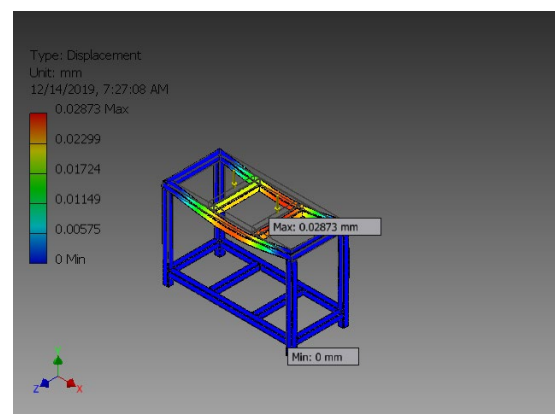
Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan terbesar pada rangka adalah 5.906 Mpa, dan terkecil yaitu sebesar -1.318 Mpa. Sedangkan pada hitungan manual, tegangan maksimalnya didapati 0.553 Mpa.



Gambar 8. Pengujian Tegangan

Pengujian Defleksi (Displacement)

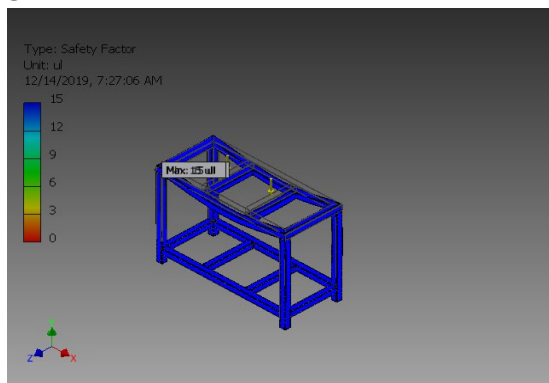
Hasil simulasi menunjukkan bahwa bagian yang paling melengkung dari rangka ini adalah daerah berwarna merah sebesar 0.02873mm dan yang terkecil sebesar 0.



Gambar 9. Pengujian Defleksi

Analisa Faktor Keamanan (Safety Factor)

Faktor keamanan adalah patokan utama yang digunakan dalam menentukan kualitas suatu produk. Acuannya adalah jika nilai faktor keamanan minimal kurang dari angka 1, maka produk tersebut kualitasnya jelek, tidak aman digunakan dan cenderung membahayakan. Sebaliknya jika faktor keamanan lebih dari satu 1 maka produk tersebut berkualitas baik, aman dan layak digunakan. Apabila nilai keamanan mencapai 3 digit (misalnya 100 atau lebih) maka produk tersebut aman, berkualitas sangat baik, namun harganya mahal dan cenderung berbobot besar. Pada rangka mesin ini, 8ias8r kemanan terkecil adalah 0 dan yang terbesar adalah 15 seperti yang ditunjukkan pada gambar 10 berikut ini.



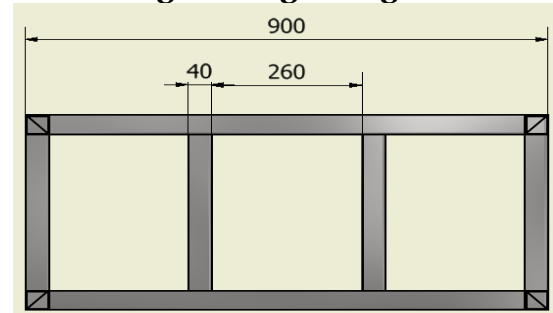
Gambar 10. Simulasi *Safety Factor*

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Simulasi Konstruksi Frame Bagian Atas

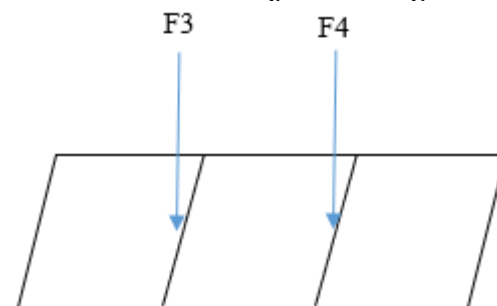
Hasil Simulasi	Beban F1 dan F2	
Stress	Maximum	5.906 Mpa
	Minimum	-1.318
Displacement	Maximum	0.02873 mm
	Minimum	0
Safety Factor	Maximum	15
	Minimum	0

Dari data analisis perhitungan rangka bagian atas menunjukkan bahwa angkanya masih dalam batas keamanan defleksi izin maksimum (SNI 2002), sehingga desain bisa dinyatakan aman.

Perancangan Rangka Bagian Bawah



Gambar 11. Rangka Bagian Bawah Alat *Packing* Tusuk Gigi



Gambar 12. Diagram Pembebanan

Beban pada F3 mencakup kompresor sebesar 13 kg sehingga:

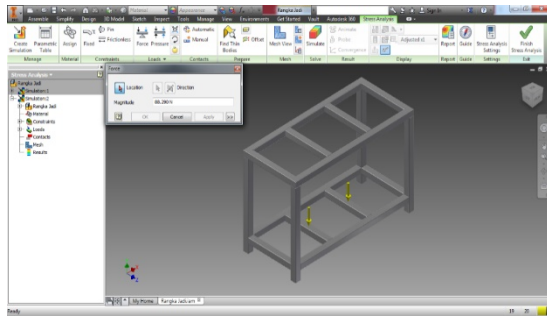
$$\text{Beban (F3)} = \text{Total Massa} \times \text{Gaya Gravitasi} \\ = 13 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 127,53 \text{ N}$$

Beban pada F4 mencakup box panel listrik sebesar 9 kg sehingga:

$$\text{Beban (F4)} = \text{Total Massa} \times \text{Gaya Gravitasi} \\ = 9 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 88,29 \text{ N}$$

Pembuatan Modelling Rangka Bawah

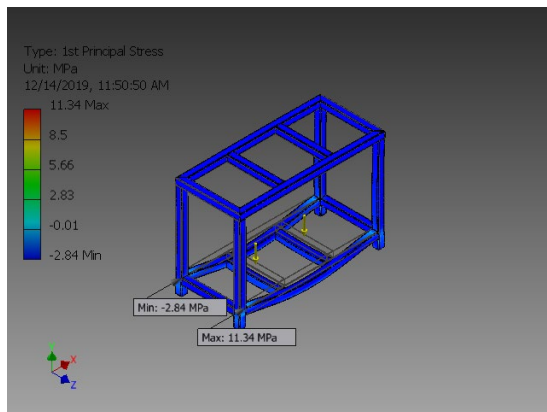
Pada rangka bagian bawah beban yang diberikan yaitu F3 sebesar 127,53 N dan F4 sebesar 88,29 N. Selanjutnya adalah menentukan *constraint* dan pembebanan. Langkahnya adalah menentukan *constraint* dilakukan dengan acuan posisi dari tumpuan yang ada pada produk desain yang telah dimodelkan.



Gambar 13. Pembebanan F3 dan F4

Pengujian Tegangan

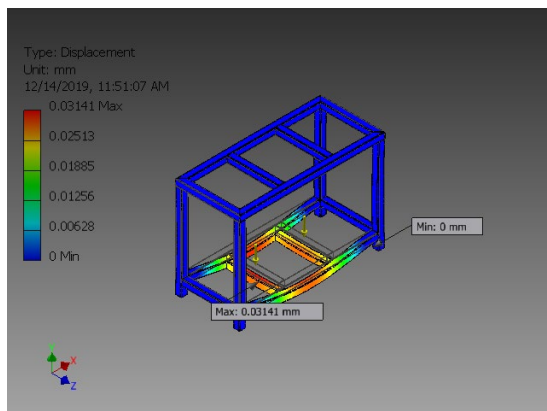
Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan terbesar pada rangka adalah 11.34 MPa, dan terkecil yaitu sebesar -2.84MPa.



Gambar 14. Pengujian Tegangan

Pengujian Defleksi (*Displacement*)

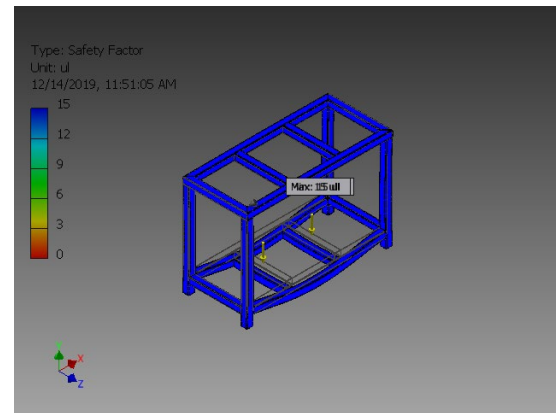
Hasil simulasi menunjukkan bahwa Bagian yang paling melengkung dari rangka ini adalah daerah berwarna merah sebesar 0.03141mm dan yang terkecil sebesar 0.



Gambar 15. Pengujian Defleksi

Analisa *Safety Factor* (Faktor Keamanan)

Sama halnya dengan analisa faktor keamanan rangka bagian atas.



Gambar 16. Simulasi *Safety Factor*

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Simulasi Konstruksi Frame Bagian Bawah

Hasil Simulasi		Beban F3 dan F4
Stress	Maximum	11.34 MPa
	Minimum	-2.84MPa
Displacement	Maximum	0.03141mm
	Minimum	0
Safety Factor	Maximum	15
	Minimum	0

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan perhitungan kekuatan konstruksi untuk mesin *packing* tusuk gigi kapasitas 1,4 kg per jam berbasis PLC, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan kekuatan rangka utama bagian atas dan bawah dengan bahan *steel galvanized hollow* kotak dinyatakan aman, kedua-duanya memiliki *safety factor* minimal 0 dan maksimal 15 dari referensi standar 1- 4.
2. Data analisis perhitungan rangka utama secara manual dan simulasi menggunakan *software inventor* terjadi selisih, namun selisih tersebut tidak begitu jauh dan angkanya sama - sama masih dalam batas keamanan desain dan kekuatan material yang dipilih, sehingga desain bisa dinyatakan aman.

3. Pada rangka mini konveyor dengan bahan aluminium paduan 5052 mengalami tegangan maksimum sebesar $0,680 \text{ N/mm}^2$ sedangkan tegangan yang di izinkan 38 N/mm^2 sehingga desain dinyatakan aman.
4. Kapasitas *hopper* alat *packing* tusuk gigi sebesar 415,8 gram sedangkan tanki output sebesar 54,41 gram.
5. Nilai getaran yang terjadi pada mini konveyor sebesar 0,38 Hz.
6. Hasil proses *packing* 1,4 kg per jam mencapai 90%

DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, Rosnani. Perancangan Produk. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010,
- Irawan, Agustinus Putra. Diktat Elemen Mesin. Jakarta: Universitas Tarumanegara. 2009.
- Khurmi, R.S J.K Gupta. A Text Book of Machine Design . S.I. Units. Eurasia Publishing House (Pvt), New Delhi. 2004*
- Sularso. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita. 2013.
- Wibawa Lasinta Ari Nendra. Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga. 2018. Jurnal Teknik Mesin, Vol 01, No 2 hal 64 – 68.
- Anonym. 2018. Arti Kata Rancang. (<https://kbbi.web.id/rancang-2>, diakses tanggal 16 Desember 2019)
- HsfBot. 2018. Tusuk Gigi. (https://id.wikipedia.org/wiki/Tusuk_gigi, diakses tanggal 28 Desember 2019)
- Pratama Adam. 2017. Berat Jenis Kayu. (<http://laporanpraktikumadampratama.blogspot.com/2017/02/berat-jenis-kayu.html?m=1>, diakses tanggal 11 Januari 2020).