



Perancangan Mesin *Loading-Unloading* untuk Mesin *TruPunch 5000*

Reza Vanessa Valentina^{1*}, Fipka Bisono², Fais Hamzah³

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Korespondensi penulis: rezavannessa@gmail.com¹

Abstract

The TruPunch 5000 machine is a cutting machine with a hydraulic that produces pressure up to 1,600 steps per minute, has a working area with a size of 3050 mm x 1550 mm. The loading and unloading process on the TruPunch 5000 machine uses a manual process. Where for this process 2 operators are needed, 1 operator to carry out the loading and unloading process and 1 operator to handle the machine when taking the plate from the machine. So that the author designs an alternative loading-unloading machine tool that is needed in making the machine to speed up the production process. The design method used is the Ulrich Method by making three design concepts which will later be selected as the best design. Design and structural strength analysis using software based on Finite Element Methods. The structural strength analysis of the loading-unloading machine on the selected concept obtained results with a maximum stress value of 80.9 MPa in software analysis with ASTM A36 material permit stress limit of 166.667 MPa. Then the safety factor value of 3 is obtained, which means the machine frame is safe to use.

Keywords: *TruPunch 5000, Loading-Unloading, Ulrich Method, Static Stress, Safety Factor.*

Abstrak

Mesin *TruPunch 5000* merupakan mesin pemotong dengan penggerak hidrolik yang menghasilkan tekanan hingga 1.600 langkah permenit, memiliki *working area* dengan ukuran 3050 mm x 1550 mm. Proses *loading* dan *unloading* pada mesin *TruPunch 5000* menggunakan proses secara manual. Dimana untuk proses ini diperlukan 2 operator, 1 operator untuk melakukan proses *loading* dan *unloading* dan 1 operator untuk *handle* mesin pada saat pengambilan plat dari mesin agar kembali menyala. Sehingga penulis merancang alat bantu alternatif mesin *loading-unloading* yang diperlukan dalam pembuatan mesin agar mempercepat proses produksi. Metode perancangan yang digunakan adalah *Metode Ulrich* dengan membuat tiga konsep desain yang nantinya akan dipilih satu desain terbaik sesuai kriteria seleksi. Pembuatan desain dan analisis kekuatan struktur menggunakan *Software Fusion 360* yang berbasis *Finite Element Methods*. Analisis kekuatan struktur mesin *loading-unloading* pada konsep terpilih didapatkan hasil dengan nilai tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar 80,9 MPa pada analisis *software* dengan batas tegangan izin material ASTM A36 sebesar 166,667 MPa.

Kemudian didapatkan nilai *safety factor* sebesar 3, yang berarti struktur rangka mesin aman untuk digunakan.

Kata kunci: *TruPunch 5000, Loading-Unloading, Metode Ulrich, Static Stress, Safety Factor.*

LATAR BELAKANG

Salah satu mesin pemotong/*cutting machine* dan sekaligus mesin punching dengan tipe *TruPunch 5000*. Mesin ini memiliki *working area* dengan ukuran 3050 mm x 1550 mm dengan memiliki sensor di sekitar mesin yang berfungsi sebagai indikator pengaman. Pada mesin ini dilengkapi jalan keluar otomatis untuk hasil *cutting* material. Dimensi dari jalan keluar hasil *cutting* pada mesin terdapat pada sisi depan mesin dengan ukuran 300 mm x 300 mm. Punching adalah salah satu komponen dari teknik produksi, dimana proses ini termasuk proses separating, yaitu proses pemisahan atau pengurangan material sebuah benda logam yang berarti memperkecil jumlah ikatan materi benda logam tersebut. Mesin tersebut juga berfungsi sebagai mesin *cutting* material untuk produk-produk fabrikasi.

Proses *loading* dan *unloading* pada mesin *TruPunch 5000* masih menggunakan proses secara manual dan akan menghambat suatu proses produkis apabila terjadi penumpukan material. Dimana untuk proses ini diperlukan 2 operator, 1 operator untuk melakukan proses *loading* dan *unloading* dan 1 operator untuk *handle* mesin pada saat pengambilan plat dari mesin agar kembali menyala.

Pada bagian *unloading* material operator harus melakukan penanganan 10 kali bahkan lebih dalam 1 kali proses. Dalam satu kali proses terdiri dari pengambilan hasil pemotongan plat dan pembuangan *scrap* material. Sehingga proses produksi padat pada area *cutting* material.

Mengacu pada permasalahan tersebut, penulis tertarik melakukan perancangan mesin pembantu proses *loading* dan *unloading* material atau dapat disebut dengan otomatisasi proses produksi di perusahaan dalam rangka program pengembangan sistem produksi yang otomatis, *smart factory*, modular dan adaptif dengan menggunakan *Metode Ulrich* dan *Finite Element Methode*. Landasan penelitian ini adalah bahwa proses pemotongan diproses secara otomatis mulai dari pemindahan material dan pengambilan

material hasil *cutting* yang diharapkan untuk membantu operator dalam proses *loading-unloading* material.

KAJIAN TEORITIS

Berdasarkan *Industry Material Handling of America, Manual Material Handling (MMH)* merupakan penanganan material yang digunakan sebagai gerakan, perlindungan, penyimpanan, dan kontrol bahan dan produk di seluruh proses pembuatan produksi dan distribusi, konsumsi serta pembuangan. Penanganan material harus dilakukan dengan aman, efisien, biaya rendah, tepat waktu, akurat dan tanpa adanya kerusakan terhadap produk (Groover, 2015).

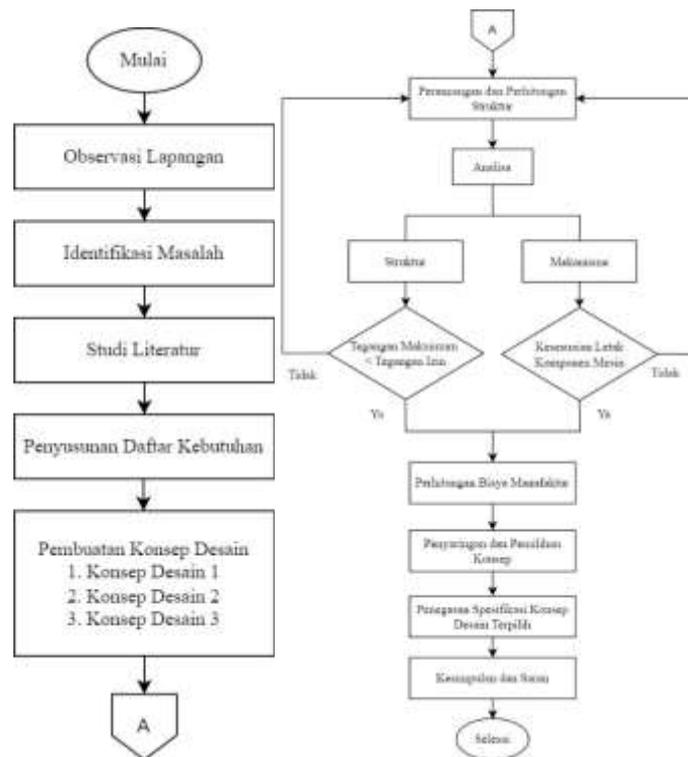
Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian dengan keempat judul diatas menghasilkan mesin yang dapat mempengaruhi efisiensi produksi di perusahaan. Pada penelitian ini penulis lebih fokus pada hasil perancangan mesin dengan mengutamakan kekuatan struktur mesin, dimesin mesin, hasil perancangan mesin dengan *Metode Ulrich* dan *Finite Element Methode* dan terfokus pada estimasi biaya untuk perancangan mesin *loading-unloading* untuk mesin *TruPunch 5000*.

METODE PENELITIAN

Metode yang dipergunakan dalam perancangan alat bantu ini jika dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan scoring pada morfologi desain. Apabila dilihat dari tujuannya, maka akan meningkatkan efisiensi produksi pada unit kerja *punch* di perusahaan, mempermudah pemindahan material dari palet ke mesin, dan meningkatkan kesehatan kerja operator mesin *TruPunch 5000* saat memindahkan material ke meja mesin.

Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Proses Penelitian

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut,

1. Studi Lapangan

Penulis melakukan observasi terkait alat bantu untuk memperoleh data sebagai tolok ukur penelitian.

2. Wawancara

Merupakan metode untuk mendapatkan data dengan cara melakukan wawancara dengan pihak –pihak yang dianggap berkompeten dengan bidang yang dibicarakan.

3. Analisis

Penulis memperoleh data yang dibutuhkan dalam perancangan berdasarkan analisis perhitungan teoritis yang dilakukan.

4. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka untuk memperoleh data mengenai penelitian yang pernah dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk melakukan perancangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep mesin *loading-unloading* untuk mesin *TruPunch 5000* dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu perhitungan komponen penyusun mesin, pembuatan konsep desain, analisis konsep desain, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan industri *sheetmetal*.

Perhitungan

Berikut ini perhitungan komponen-komponen penyusun mesin *loading-loading* untuk mesin *TruPunch 5000*.

1. Perhitungan Motor

Dalam pembuatan mesin *loading-unloading* menggunakan motor sebagai sistem penggerak dengan perhitungan sebagai berikut:

a) Gaya pada Motor (F)

$$\begin{aligned} \text{Massa Pengangkat Plat} &= 99.65 \text{ kg} \\ \text{Massa Material Plat} &= 68.53 \text{ kg} \\ \text{Total Beban} &= 168.18 \text{ kg} \\ F &= m \times g \\ &= 168.18 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 1648.164 \text{ N} \end{aligned}$$

b) Torsi

Perhitungan torsi motor dapat menggunakan persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T &= F \times R \\ &= 1648.164 \text{ N} \times 15 \text{ mm} \\ &= 24722,46 \text{ Nmm} \approx 24,72246 \text{ Nm} \approx 25 \text{ Nm} \end{aligned}$$

c) Daya Motor Listrik

Perhitungan daya motor listrik dapat menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60} \\ &= \frac{2,3,14 \cdot 1800 \text{ rpm} \cdot 25 \text{ Nm}}{60} \end{aligned}$$

$$= 4710 \text{ watt}$$

d) Perencanaan Daya Motor dengan Faktor Koreksi

Perhitungan perencanaan daya motor dapat menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P$$

$$= 1,5 \times 4710 \text{ watt}$$

$$= 7.065 \text{ watt}$$

2. Perhitungan *Suction Pad*

Berdasarkan massa plat material yang sering digunakan adalah sebesar 68,53 kg, sehingga dapat ditentukan gaya berat yang diberikan oleh plat material, sehingga beban yang bekerja pada 1 *Suction Pad* yaitu:

$$W = m \cdot g$$

$$W = 68,53 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 672,27 \text{ N}$$

Gaya berat kabinet plat material didapatkan sebesar 672,27 N. Pada perancangan ini menggunakan 12 buah *suction pad* yang dapat menahan distribusi beban yang terjadi pada *suction pad*. Jumlah *suction pad* dinotasikan dengan n dan berdasarkan katalog *horizontal lift safety factor* yang diberikan sebesar 2. Hal ini dapat dicari beban yang bekerja pada 1 *suction pad* yaitu:

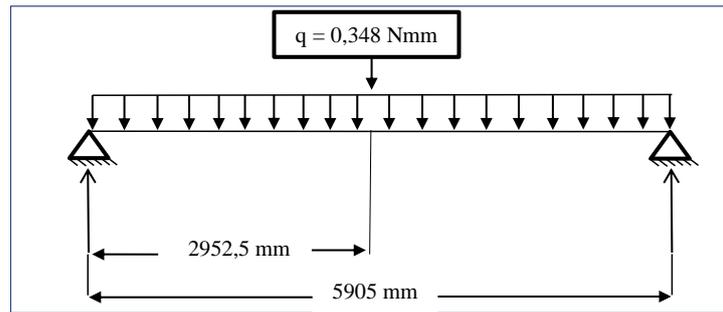
$$F = \frac{W \cdot \text{Safety Factor}}{n}$$

$$F = \frac{672,27 \cdot 2}{12}$$

$$F = 112,045 \text{ N}$$

3. Perhitungan pada Konstruksi

Pada profil rangka panjang dilakukan perhitungan beban dengan pembebanan beban merata. Diagram pembebanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2 Pembebanan Terpusat pada Batang

Reaksi gaya pada titik A dan B sebagai berikut:

$$\Sigma M_B = 0 \rightarrow R_{AV}$$

$$R_{AV} \times L - (q \times L) \times 1/2 \times L = 0$$

$$R_{AV} \times 5905 \text{ mm} - (0,348 \text{ N/mm} \times 5905 \text{ mm}) \times 1/2 \times 5905 \text{ mm} = 0$$

$$R_{AV} = (6067210,35 \text{ Nmm}) / (5905 \text{ mm})$$

$$R_{AV} = 1027,47 \text{ N}$$

$$\Sigma M_A = 0 \rightarrow R_{BV}$$

$$-R_{BV} \times L + (q \times L) \times 1/2 \times L = 0$$

$$-R_{BV} \times 5905 \text{ mm} + (0,348 \text{ N/mm} \times 5905 \text{ mm}) \times 1/2 \times 5905 = 0$$

$$R_{BV} = (6067210,35 \text{ Nmm}) / (5905 \text{ mm})$$

$$R_{BV} = 1027,47 \text{ N}$$

Kontrol

$$q \times L = R_{AV} + R_{BV}$$

$$0,348 \text{ N/mm} \times 5905 \text{ mm} = 1027,47 \text{ N} + 1027,47 \text{ N}$$

$$2054,94 \text{ Nmm} = 2054,94 \text{ N}$$

Momen gaya yang terjadi pada titik A adalah sebagai berikut:

$$M_{MAX} = \frac{1}{8} \times q \times L^2$$

$$M_{MAX} = \frac{1}{8} \times 0,348 \times 5905^2$$

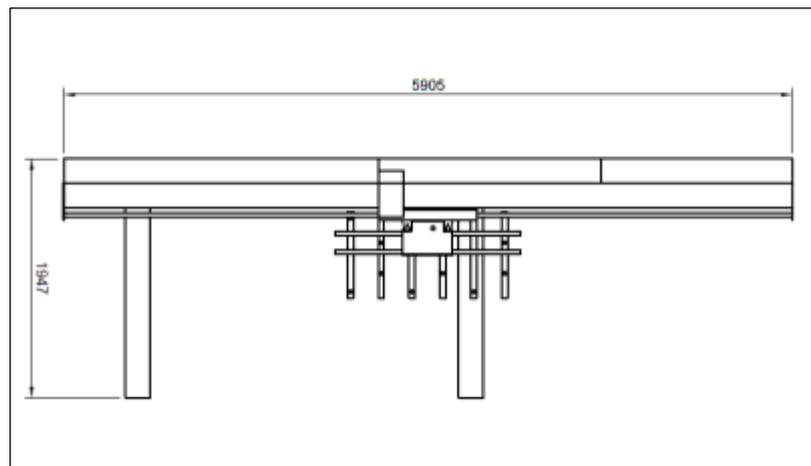
$$M_{MAX} = 1516802,5 \text{ Nmm}$$

Pembuatan Kriteria Konsep Desain

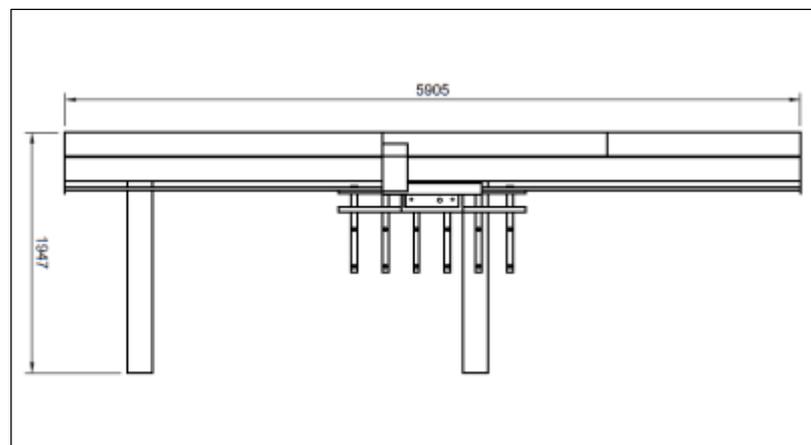
Pembuatan kriteria konsep desain dilakukan untuk mencari alternatif rancangan mesin *loading-unloading* pengangkat material otomatis untuk mesin *TruPunch 5000*. Kriteria konsep desain mesin *loading-unloading* untuk mesin *TruPunch 5000* meliputi jenis motor pada masing-masing unit, material rangka pada masing-masing unit, transmisi penggerak pada masing-masing unit. Kriteria konsep desain dapat di jelaskan dengan tabel 1, berikut ini:

1. Kriteria Dimensi Mesin

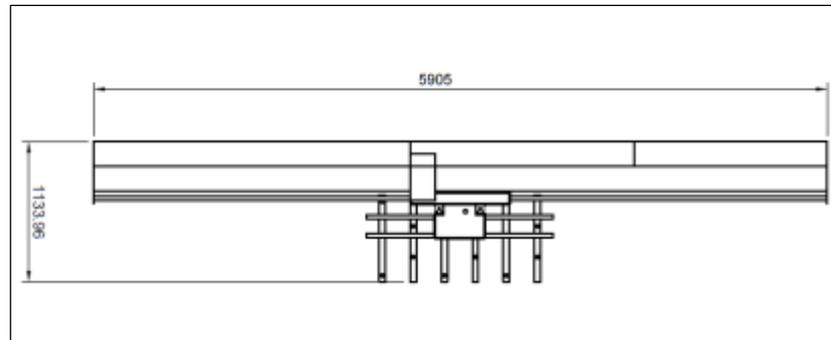
Pengukuran dimensi mesin dilakukan dengan menggunakan pengukuran secara keseluruhan desain yang telah dibuat menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Berikut hasil dari pengukuran dimensi masing-masing konsep desain.



Gambar 3 Hasil Pengukuran Dimensi Konsep Desain 1



Gambar 4 Hasil Pengukuran Dimensi Konsep Desain 2



Gambar 5 Hasil Pengukuran Dimensi Konsep Desain 3

Dari sketsa gambar diatas ukuran dimensi mesin dari konsep 1, 2 dan 3 semua masih dapat diterima karena masih dibawah batasan dimensi mesin. Ringkasan dimensi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Perbandingan Dimensi Mesin

Dimensi Mesin			
Mesin <i>Loading-Unloading</i>	Hasil Pengukuran Sesuai Desain	Batasan	Keterangan
Konsep 1	5905 x 1947 mm	6600 x 6776 mm	OK
Konsep 2	5905 x 1947 mm		
Konsep 3	5905 x 1185 mm		

2. Kriteria *Safety Factor*

Analisis *Safety Factor* struktur dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Berikut hasil dari analisis *safety factor* masing-masing konsep desain.



Gambar 6 Hasil *Safety Factor* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 1



Gambar 7 Hasil *Safety Factor* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 2



Gambar 8 Hasil *Safety Factor* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 3

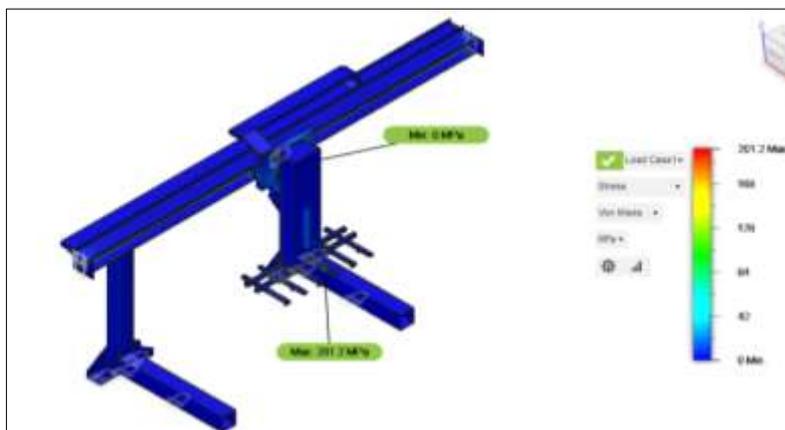
Hasil pengolahan *software* didapatkan bahwa ketiga konsep desain memiliki *safety factor* yang melebihi dari batasan yang direncanakan, ringkasan nilai yang didapatkan dari *software* adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Perbandingan Safety Factor

<i>Safety factor</i>			
Mesin <i>Loading-Unloading</i>	Hasil Analisis Software	Batasan	Keterangan
Konsep 1	1,233	1	OK
Konsep 2	3,399		
Konsep 3	1,066		

3. Kriteria Kekuatan Struktur

Analisis kekuatan struktur dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Berikut hasil dari analisis kekuatan masing-masing konsep desain.



Gambar 9 Hasil *Von Mises* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 1



Gambar 10 Hasil *Von Mises* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 2



Gambar 11 Hasil *Von Mises* pada Analisis *Static Stress* Konsep Desain 3

Dari pengolahan kekuatan struktur dengan menggunakan software didapatkan bahwa konsep 2 memenuhi kriteria dengan hasil tegangan yang terjadi masih dibawah tegangan ijin material, ringkasan hasil nnalisa kekuatan strukur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Perbandingan Hasil Analisis Kekuatan

Von Mises Stress				
Mesin <i>Loading-Unloading</i>		Hasil Analisis Software	Batasan	Keterangan
<i>Von Mises Stress</i>	Konsep 1	201,2 Mpa	166,667	OK
	Konsep 2	80,9 Mpa		
	Konsep 3	216 Mpa		

Pemilihan Konsep Desain

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan konsep dengan melalui tahapan penilaian konsep. Berikut tabel 4 yang menunjukkan keterangan bobot kriteria seleksi:

Tabel 4 Kriteria Penilaian Konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Keterangan
Dimensi Desain	30 %	Porsi 30% dikarenakan keberadaan produk merupakan tujuan utama dalam penelitian ini agar dapat membantu menyelesaikan persoalan di perusahaan dan sesuai dengan ruang yang tersedia di perusahaan.

Kekuatan	40 %	Porsi 40% dikarenakan selain fungsinya, kekuatan struktur rancangan juga sangat diperhitungkan dan merupakan faktor utama dalam keberhasilan sebuah produk.
<i>Safety Factor</i>	30%	Porsi 30% dikarenakan aspek keamanan struktur alat saat digunakan tervalidasi mampu menahan beban yang diterima oleh mesin.

Di bawah ini terdapat matrik pemilihan konsep mesin *loading-unloading* dengan beberapa aspek yang diminta dan telah diberi bobot dengan detail pemilihan sebagai berikut:

Tabel 5 Matrik Penilaian Konsep

Matrik Penilaian Konsep									
Keterangan: Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Desain							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi / Produk <i>Existing</i>	
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Dimensi Desain	30 %	4	1,2	4	1,2	5	1,5	3	0,9
Kekuatan	40 %	4	1,6	5	2	3	1,2	3	1,2
<i>Safety</i>	30 %	4	1,2	4	1,2	3	0,9	3	0,9
Nilai <i>Absolute</i>		4		4,4		3,6		3	
Nilai <i>Relative</i> (%)		28,57		31,42		25,71		21,42	

Jika nilai rata-rata konsep untuk masing-masing kriteria adalah 3, maka berarti konsep baru sama referensi produk tertentu. Nilai 5 menyantakan bahwa konsep baru sangat jauh lebih baik dari konsep referensi, sedangkan nilai 1 menyatakan bahwa konsep baru jauh lebih buruk daripada konsep referensi sebelumnya.

Dari tabel 5 di atas diperoleh hasil bahwa konsep yang terpilih sesuai dengan skala prioritas adalah **Konsep 2** dengan nilai *relative* 31,42 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perancangan Mesin *Loading-Unloading* untuk Mesin *TruPunch 5000* konsep yang terpilih adalah konsep 2 dengan pemodelan 3D menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Rangka utama berbahan material ASTM A36 dengan menggunakan profil *H Beam* berdimensi 200x200x12x8 mm dan profil *Square Hollow* berdimensi 200x200x5 mm. Keseluruhan panjang dan lebar 5905 mm x 1947 mm dengan tinggi mesin 1998 mm. Dengan beban sebesar 2060,2 N didapatkan nilai *safety factor* 3 yang artinya rangka dapat menerima beban maksimal sebesar 3 kali beban. Sedangkan untuk hasil analisis struktur terjadi tegangan maksimum sebesar 80,9 MPa dengan batas tegangan izin material ASTM A36 sebesar 166,667 MPa yang berarti rangka mesin aman untuk digunakan.

DAFTAR REFERENSI

- Arifianto, J. R., Hertomo, M. R. I., Pradana, R. T. A., & Indarajaya, Y. A. S. (2020). *Alat Bantu Pengangkat Material Otomatis untuk Mesin Trupunch*. Jurnal Industrial and Mechanical Design Conference, Program Studi Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta Vol 2 : 93-100.
- Dharma, I. A., Ibrahim, M. R., Nurleni., & Puspaputra, P. (2018). *Perancangan Mesin Pengangkat Dengan Mekanisme Vakum Pada Proses Fixing Top Board Final Regulation Di Departemen Gp Assy Pt. Yamaha Indonesia*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Dharma, I. A., Ibrahim, M. R., & Puspaputra, P. (2019). *Perancangan Mesin Pengangkat Menggunakan Mekanisme Vakum Untuk Mengurangi Beban Kerja Pada Kelompok Cold Press Di Pt. Yamaha Indonesia*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Groover, M. P. (2015). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4 ed.). Courier Kendallville. USA: Courier Kendallville. USA.
- Scholl, A., Boysen, N., & Fliedner, M. (2013). *The assembly line balancing and scheduling problem with sequence-dependent setup times: problem extension, model formulation and efficient heuristics*. OR Spectrum, 35(1), 291–320. <https://doi.org/10.1007/s00291-011-0265-0>