

Rancang Bangun Alat Bantu Meja *Lift* Otomatis Pengangkut Silinder Menggunakan Sistem Linear Aktuator Elektrik

Al'ma Arif Arrahman^{1*}, Mohamad Hakam², Tri Andi Setiawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: almaarif@student.ppns.ac.id¹

Abstract – CV. Setia Abadi Printing is a company that engaged in the packaging industry. The machine used by this company is a rotogravure printing machine, most of which are designed and made personally by the owner of the company. The cylinder component is an important part of the rotogravure printing machine because in the production process the cylinder component is in direct contact with the production material, namely plastic. In transporting cylinder components, employees still use manual labor from the workshop area to the production area with a distance of 350 meters and the weight of the cylinder components reaches 50 kg, so it is very ineffective and waste a lot of manpower. The method used by the author is the Ulrich method through the selection of several design concepts, the design of which is assisted by CAD software for drawing, fabrication, assembly of machine components and tool testing to determine the production results of the tool. Based on the results of planning and design that has been done, the dimensions of the tool with the main dimension 1395 mm x 580 mm x 1092 mm. For drive is designed using a linear system of electric actuators. In the prototype test the automatic lift table tool cylinder transporter using a linear system of electric actuators was able to carry a load of 50 kg and lifted as high as 1 meter.

Keyword: Printing rotogravure, Packaging, Ulrich, Linear aktuator

Nomenclature

<i>T</i>	Momen puntir atau torsi (Nmm)
<i>S</i>	Panjang <i>Stroke</i> (mm)
<i>W</i>	Berat beban yang di angkut (kg)
<i>L</i>	Panjang lengan scissor (mm)
<i>A</i>	Luas area <i>stroke</i> (mm ²)
<i>P</i>	Tekanan pada <i>stroke</i> (Psi)
<i>t</i>	Kecepatan gerak aktuator (s)
<i>d_s</i>	Diameter <i>stroke</i> (mm)
<i>W_A</i>	Gaya aksial (N)
<i>W_B</i>	Gaya radial (N)
<i>g</i>	Percepatan gravitasi bumi (m/s ²)

1. PENDAHULUAN

Pada era saat ini industri yang ada di Indonesia berkembang sangat pesat. Perkembangan industri tidak jauh dari akibat penggunaan teknologi secara baik dan tepat. Dengan tuntutan industri 4.0, perusahaan berusaha untuk memperbaiki sistem produksi dan kualitas mutu dengan membantu tenaga manusia menggunakan alat dan mesin. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses produksi, sehingga produsen dapat memenuhi kebutuhan pasar sesuai rencana penjualan perusahaan secara benar.

Hampir semua industri melakukan proses pengemasan sebelum mengirimkan produk kepada konsumen. Kemasan bertujuan untuk melindungi produk dari kerusakan yang disebabkan oleh air, debu maupun kotoran lain. Dengan banyaknya pesanan khususnya di bidang makanan membuat penggunaan kemasan

makanan semakin meningkat, sehingga industri kemasan pun harus mencukupi kebutuhan pasar yang ikut meningkat. Mesin *printing rotogravure* yang digunakan oleh CV. Setia Abadi Printing yang merupakan salah satu industri kemasan pun harus beroperasi lebih lama lagi untuk mencapai target produksi. Mesin ini beroperasi setidaknya 9 jam dalam sehari sehingga perlu dilakukan pemeliharaan terhadap mesin setiap kali mesin mengalami kendala. Komponen yang sering mengalami pergantian dalam penggunaan mesin ini adalah *Roll Alumini kecil*, *Roll Alumini besar*, *Roll Matras*, dan *Air Shaft*. Dalam proses pergantian komponen tersebut karyawan masih mengangkat secara manual dari tempat perbaikan komponen menuju area mesin *printing rotogravure* yang memiliki jarak 350 meter dan berat komponen silinder mencapai 50 kg, setelah itu dipasangkan.

Dalam proses pemasangan atau *assembly* karyawan harus menahan komponen silinder selama kurang lebih 3 sampai 5 menit. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk membantu proses pemindahan dan pengangkutan komponen tersebut di area produksi yang ukuran antar mesin tidak terlalu luas. Dari kesimpulan latar belakang diatas maka akan di rancang sebuah alat bantu meja *lift* otomatis pengangkut silinder menggunakan sistem linear aktuator elektrik untuk membantu proses pemindahan komponen yang berbentuk silinder. Dengan adanya meja *lift* otomatis maka proses pemindahan dan pergantian komponen silinder akan lebih cepat

dan lebih efektif.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Ulrich

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Ulrich*. Dimana metode ini membuat daftar kebutuhan, kemudian membuat 3 konsep desain dengan memilih 1 konsep desain untuk dijadikan konsep terpilih.

2.2 Penentuan Daftar Kebutuhan

Berikut adalah daftar kebutuhan untuk membuat konsep desain alat bantu meja *lift* otomatis pengangkut silinder menggunakan *system linear actuator* elektrik. Daftar kebutuhan didapatkan dari kuisioner kepada karyawan divisi produksi yang akan menggunakan alat ini.

Tabel 1: Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
S	Kekuatan dan Keamanan <ul style="list-style-type: none"> Kuat menahan beban silinder 50 Kg Aman digunakan Tidak mudah rusak 	Tim Desain
S	Manufaktur dan Perakitan <ul style="list-style-type: none"> Bisa dibuat dan di manufaktur Mudah dirakit 	Tim Manufaktur
H		
S	Model <ul style="list-style-type: none"> Dapat mengangkat sesuai bentuk terbesar silinder (diameter 150 mm) Dimensi dapat digunakan di area produksi (jarak antar mesin 1 meter dan lebar mesin <i>rotogravure</i> 1180) Permukaan meja dapat terangkat hingga 1 meter 	Tim Desain dan Manufaktur
S		
S		
S	Pemeliharaan dan Perawatan <ul style="list-style-type: none"> Mudah dalam perawatan komponen Mudah diperbaiki jika ada kerusakan 	Tim Manufaktur
H		
H	Biaya/Harga <ul style="list-style-type: none"> Biaya produksi rendah 	Tim Desain dan Manufaktur

Keterangan :

S = syarat

H = harapan

2.3 Pemilihan Konsep Desain

Tabel 2: Penilaian Konsep Mesin Pencuci Rumput Laut

Matriks Penilaian Konsep									
Kriteria seleksi	Bobot %	Konsep Produk dan Referensi							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
		Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot
Kekuatan	20%	3	0,6	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Proses manufaktur	30%	4	1,2	3	0,9	4	1,2	3	0,9
Ergonomi	20%	3	0,6	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Biaya	30%	5	1,5	4	1,2	4	1,2	3	0,9
Nilai Absolut		15	3,9	13	3,3	14	3,6	12	3
Nilai relatif %			28,2 6		23,9 1		26,0 8		21,7 4
Rangking			1		3		2		4



Gambar 1. Konsep Desain Terpilih

Gambar diatas adalah konsep desain terpilih yang dipilih berdasarkan matrik penilaian konsep dan mendapat nilai relatif tertinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kekuatan Rangka

Pada perancangan alat bantu meja *lift* otomatis pengangkut silinder menggunakan sistem linear aktuator elektrik dilakukan analisa *stress* maksimum untuk mengetahui apakah alat aman atau belum saat menopang beban silinder. Analisa FEM diaplikasikan pada konsep yang telah dibuat menggunakan *software* Autodesk Fusion 360.

Untuk menghitung pembebanan yang terjadi akan menggunakan persamaan berikut :

$$P_{desain} = \text{Massa yang ditopang} \times \text{faktor desain}$$

$$P_{desain} = 50 \text{ kg} \times 1,5$$

$$= 75 \text{ kg}$$

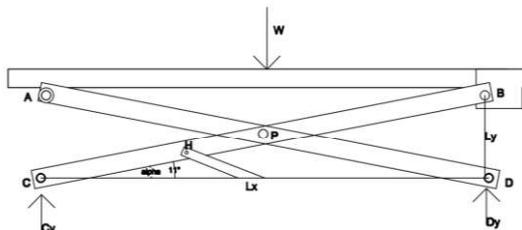
Pada rangka mesin ini juga diperhitungkan gaya geser yang terjadi. Untuk menghitung gaya geser yang terjadi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F_{desain} = P_{desain} \times g$$

$$= 75 \times 9,81$$

$$= 735,75 \text{ N}$$

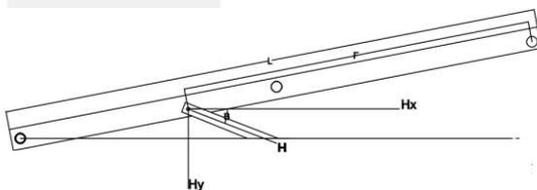
3.2 Perhitungan Gaya pada Rangka Scissor dan Aktuator



Gambar 2. Permodelan Rangka Posisi Terendah

Untuk menemukan gaya yang terjadi pada titik aktuator dan rangka scissor pada posisi terendah maka digambarkan pada permodelan sederhana pada gambar 2. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C_y = D_y = \frac{W + W_{legs}}{2}$$

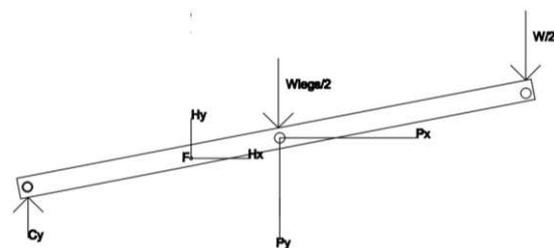


Gambar 3. Proyeksi titik H rangka x

$$\sin \beta = \frac{H_y}{H} \Rightarrow H_y = H \sin \beta$$

$$\cos \beta = \frac{H_x}{H} \Rightarrow H_x = H \cos \beta$$

Hasil analogi selanjutnya yang dapat digunakan dari permodelan gambar 4 adalah hasil proyeksi CB sebagai berikut.



Gambar 4. Proyeksi titik F dan P rangka x

$$H = \frac{L \cos \alpha \left(\frac{W}{2} + \frac{W_{legs}}{4} \right)}{(\sin \beta (L - F) \cos \alpha + \sin \beta \frac{L}{2} \cos \alpha + \cos \beta (L - F) \sin \alpha + \cos \beta \frac{L}{2} \sin \alpha)}$$

Dimana :

- (L) Panjang total lengan scissor = 1000 mm
- (F) Panjang titik poros ke lengan c = 65,23 mm
- (W) Berat beban yang di angkut = 50 Kg
- (W_{legs}) Berat lengan scissor = 2,7 Kg
- (α) Sudut alpha = 11°
- (β) Sudut beta = 21°

$$H = \frac{L \cos \alpha \left(\frac{W}{2} + \frac{W_{legs}}{4} \right)}{(\sin \beta (L - F) \cos \alpha + \sin \beta \frac{L}{2} \cos \alpha + \cos \beta (L - F) \sin \alpha + \cos \beta \frac{L}{2} \sin \alpha}$$

$$H = \frac{1 \cos(11^\circ) \left(\frac{490,3}{2} + \frac{26,5}{4} \right)}{(\sin(21^\circ) (1 - 0,651) \cos(11^\circ) + \sin(21^\circ) \frac{1}{2} \cos(11^\circ) + \cos(21^\circ) (1 - 0,61) \sin(11^\circ) + \cos(21^\circ) \frac{1}{2} \sin(11^\circ)}$$

$$H = \frac{0,9816271834 \times 251,775}{0,4497954715}$$

$$H = \frac{247,1492}{0,4497954715}$$

$$H = 549,47 \text{ N}$$

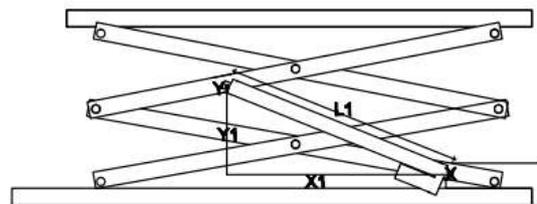
Dari hasil perhitungan diatas maka, gaya yang terjadi pada titik poros linear aktuator elektrik dan lengan scissor pada kondisi terendah adalah sebesar 549,47 N.

3.3 Perhitungan Linear Aktuator Elektrik

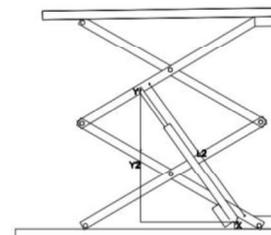
a. Penentuan Linear Aktuator Elektrik

- Spesifikasi linear aktuator FA-250-5-12xx
- Panjang linear aktuator = 571.5 mm
- Lebar = 39.9 mm
- Maksimal beban = 181.4 kg / 400 lbs
- Kecepatan gerak = 7.62 mm/s

b. Penentuan panjang stroke linear aktuator elektrik



Gambar 5. Permodelan rangka x posisi terendah



Gambar 6. Permodelan rangka x posisi tertinggi

Dari permodelan pada gambar diatas dapat dihitung panjang stroke minimal yang dibutuhkan untuk mencapai tinggi 1 meter menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$S = L_2 - L_1$$

Untuk mencari L₁ menggunakan persamaan :

$$L_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}$$

$$L_1 = \sqrt{(530,57)^2 + (212,59)^2}$$

$$L_1 = \sqrt{326830,93}$$

$$L_1 = 571,7 \text{ mm}$$

Untuk mencari L₂ menggunakan persamaan :

$$L_2 = \sqrt{X_1^2 + (Y_1 + Y_2)^2}$$

$$L_2 = \sqrt{(530,57)^2 + (212,59 + 608,27)^2}$$

$$L_2 = \sqrt{971666,7}$$

$$L_2 = 977,40 \text{ mm}$$

Maka untuk mencari S :

$$S = L_2 - L_1$$

$$S = 977,40 - 571,7$$

$$S = 405,7 \text{ mm}$$

Jadi, untuk mencapai tinggi minimal 1 meter dibutuhkan linear aktuator elektrik yang memiliki panjang stroke minimal 405,7 mm.

3.4 Perhitungan Tekanan Aktuator

Untuk mengetahui tekanan yang terjadi pada silinder hidrolik maka di gunakan rumus :
 (Fa) Beban pada titik aktuator = 549,47 N \Rightarrow 55.9 Kg

$$(Ds) \text{ Diameter stroke} = 19.05 \text{ mm}$$

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$= 3,14 \cdot (9,525)^2$$

$$= 284,8 \text{ mm}^2 = 2,85 \text{ cm}^2$$

$$P = Fa/A$$

$$= 55,9/2,85 \text{ cm}^2$$

$$= 19,614 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 19,614 \text{ bar} \times 14,7$$

$$= 817,9 \text{ Psi}$$

Selanjutnya mencari kecepatan Piston. Untuk mengetahui kecepatan piston maka di gunakan rumus:

(t) kecepatan gerak *stroke* aktuator = 7,62 detik
 (d) panjang *stroke* = 457.2 mm

$$V = d/t$$

$$= 457.2 \text{ mm} / 7,62 \text{ s}$$

$$= 60 \text{ mm/s}$$

$$= 0.6 \text{ m/s}$$

3.5 Perhitungan Bearing

Bearing yang akan digunakan adalah *Bearing* UCF 206.

$$W_A = m \times g$$

$$= 64,5 \times 9,81$$

$$= 640,15 \text{ N}$$

Untuk mencari umur bearing yang digunakan dapat menggunakan persamaan :

$$L_{10} = \left[\frac{c}{W} \right]^b \times \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

$$= \left[\frac{2900}{642,15} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \times 15}$$

$$= 102338,84 \text{ jam}$$

Jika dalam 1 hari alat bantu tersebut digunakan 8 jam, maka :

$$H = \frac{102338,84}{8}$$

$$= 4264,11 \text{ hari}$$

$$= 142,14 \text{ bulan}$$

3.6 Penentuan Roda

Komponen roda ditentukan dengan menjumlahkan total berat keseluruhan alat, roda yang dipilih sesuai kebutuhan memiliki spesifikasi pada sebagai berikut:

Tabel 3: Penentuan Roda

No	Spesifikasi	Dimensi
1	Tipe	Grey Rubber Triple - S
2	Jumlah	4

3	Total Beban	163,3 kg
4	Beban Tiap Roda	40,82 kg

3.7 Perhitungan Biaya

Dalam sub bab ini mengenai biaya. Untuk mengetahui biaya total didapat dari persamaan dibawah ini.

$$\text{Biaya total} = \text{biaya bahan baku} + \text{biaya pembuatan}$$

$$\text{Biaya total} = \text{Rp.3.974.500.-} + \text{Rp.1.100.000.-}$$

$$\text{Biaya total} = \text{Rp. 5.074.500.-}$$

Jadi biaya total dari proses perancangan dan pembuatan alat bantu meja *lift* otomatis pengangkut silinder menggunakan sistem linear aktuator elektrik adalah Rp. 5.074.500.-

3.8 Hasil Uji Coba

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan penulis pengujian mesin pembuat kerupuk stik.

Maka berdasarkan hasil perancangan dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data spesifikasi mesin sebagai berikut :



Gambar 7. Hasil jadi alat

1. Dimensi Utama: panjang 1395 mm x lebar 580 mm x tinggi 1902 mm
2. Material *Upper base* : Plat Astm A36
3. Material Rangka: *Hollow Square* ASTM A36
4. Penggerak: *Linear* Aktuator elektrik
5. Kapasitas/jam: 50 kg

Untuk pengujian alat dilakukan dengan meletakkan 4 komponen komponen silinder pada permukaan *upper base*, dari hasil uji coba alat bantu meja lift otomatis pengangkut silinder menggunakan sistem linear aktuator elektrikk aman dan mampu menahan dan mengangkat dengan beban 50 kg dan tinggi minimal 1 meter.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, fabrikasi, dan *assembly* yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pembuatan desain alat ini menggunakan *software Fusion 360*. Metode yang digunakan adalah metode *Ulrich* yang memanfaatkan pembuatan 3 konsep berbeda dengan mempertimbangkan

kriteria, dari ketiga konsep yang telah dibuat, dipilihlah konsep desain 1 dengan nilai tertinggi yang akan dijadikan konsep pembuatan alat. Pembuatan alat meliputi proses *cutting*, proses *welding* dan proses *grinding*. Alat ini dirancang dengan dimensi 1395x580x1092 dengan menggunakan material *profil hollow* sebagai 40x40x2 untuk pembuatan rangka bawah, rangka x dan rangka atas. Untuk *upper base* dibuat menggunakan plat ASTM A36 dengan tebal 4 mm. Tuas dibuat menggunakan pipa tubular 1 inch.

2. Hasil pengujian alat dilakukan menggunakan 3 sample komponen silinder yang memiliki berat beban berbeda. Dari hasil pengujian alat mampu mengangkat beban 50 kg dan rangka *scissor* dapat terangkat setinggi 1 meter.
3. Nilai postur tubuh yang didapatkan pada hasil analisa rula menggunakan *software* Catia didapatkan nilai total skor 3.
4. Harga pokok produksi didapatkan dari perhitungan biaya bahan baku, biaya pembuatan, pada biaya bahan baku pembuatan alat ini sebesar Rp. 3.974.500.- Biaya pembuatan sebesar Rp. 1.100.000,-. Sehingga total biaya untuk pembuatan alat ini sebesar Rp. Rp. 5.074.500.-

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Mohamad Hakam, S.T., M.T., dan Bapak Tri Andi Setiawan, S.ST., M.T., selaku

dosen pembimbing yang memberikan bimbingan dalam penyelesaian penelitian ini serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materiil yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

6. PUSTAKA

- [1] Abdullah, M.F. (2019). Perancangan *Jig* dan *Lifter* Untuk Mengangkat *Exhaust System* Mobil BMW di PT.XYZ. Jurnal, Universitas Pancasila. Jakarta Selatan.
- [2] A Khurmi, & Gupta. (2005). *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [3] Batan, L. (2012). *Desain Produk*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [4] Eko Nurmianto. (2004). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya, Surabaya.
- [5] Mustofa Aris, M.K. (2017). Perancangan *Motorize Movable Scissor Table Lifter* Kapasitas 5 Ton untuk Pengangkutan dan Pemasangan Mesin Kereta Api. Tugas Akhir. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- [6] Seprinal, E. (2017). Rancang Bangun *Scissor Lift Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal. Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- [7] Sularso. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [8] Ulrich, K. T., & Epingner, S. D. (2001). *Product Design and Development*.