

Rancang Bangun Alat *Uncoiler Cutting Plat Strip*

Purwa Bimantara^{1*}, Tri Andi Setiawan², Dhika Aditya Purnomo³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri
Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: purwabima@gmail.com^{1*}

Abstract – *Outdoor Furniture Company* is a company engaged in the manufacturing industry that produces goods according to orders received. In the production process, one of the orders currently being produced is found a condition that makes the production process not effective, namely the process of preparing raw materials which is still done manually. Therefore, this research was carried out by making a design for an uncoiler as well as being useful as a cutter for the process of preparing raw materials. The method used in this research is the Ulrich method, where this method consists of the stages of the development process to get the best design as needed. Based on the results of design, manufacture, and testing, an uncoiler cutting plate strip is produced as a tool for one of the manufacturing processes for cutting strip plate material. This tool is designed using Fusion 360 software and the Ulrich method for selecting the best concept from 3 existing concepts. After testing, this tool is able to cut strip plate material with various dimensions according to the plan and has a precision level under 5 mm, and is able to cut at a speed of less than 38 seconds, which means this tool is better than existing products in the company.

Keyword : *Cutting Plate, Design, Feeder, Ulrich, Uncoiler.*

Nomenclature

σ	Tegangan (MPa)
F	Gaya (N)
m	Massa(kg)
g	Percepatan gravitasi bumi (m/s ²)
P	Pembebanan (N)
n	Faktor desain
Fr	Gaya sentripetal (N)
V	Kecepatan (m/s)
a	Percepatan (m/s ²)
Fg	Gaya gesek (N)
μ	Konstanta kinetis
r	Jari jari (m)
τ	Torsi (Nm)
ds	Diameter poros (mm)
Kt	Faktor koreksi momen puntir
Cb	Faktor koreksi momen puntir
W	Beban equivalen (N)
Ks	Servis factor
V	Faktor koreksi
Wr	Gaya radial (N)
Wa	Gaya aksial (N)

1. PENDAHULUAN

Outdoor Furniture Company merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri manufaktur *outdoor furniture*. Perusahaan ini menggunakan sistem *Make to Order* (MTO), dimana perusahaan akan memproduksi barang sesuai pesanan yang diterima. Dikarenakan proses produksi berdasarkan pesanan yang diterima, tidak menutup kemungkinan untuk setiap pesanan yang masuk dari setiap konsumen memiliki desain yang berbeda – beda.

Pada saat ini *Outdoor Furniture Company* menerima permintaan produk kursi dengan

desain yang lebih baru, dimana *seatrest* dan *backrest* terbuat dari anyaman *stainless steel strip* / bilah plat *stainlees* dengan lebar 25 mm, tebal 1,5 mm, dan panjang yang variatif sesuai dengan desain dari jenis kursi tersebut. Dengan adanya pesanan yang meminta desain baru ini, maka kegiatan produksi membutuhkan proses manufaktur yang juga harus diperbaharui demi menunjang produksi massal dari pesanan tersebut.

Pada proses persiapan, ditemukan sebuah kondisi yang membuat proses produksi kurang efektif, yaitu proses penyiapan *raw material* yang masih dilakukan secara manual. Sejalan dengan adanya revolusi industri 3.0 dimana proses manufaktur otomatis dilakukan oleh tenaga mesin, maka dibutuhkan sebuah alat otomatis untuk membantu proses produksi. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk membantu proses penyiapan *raw material* adalah alat pembuka gulungan (*uncoiler*).

Menurut (Suwarno et al., 2016) dalam jurnalnya yang berjudul *Redesain Mesin Uncoiler Tipe Fin N Berkapasitas Coil 850 kg*, menyatakan bahwa penggunaan mesin *uncoiler* dalam proses produksi dapat meningkatkan produktifitas pekerja dan dapat membuat proses produksi menjadi lebih efektif. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan membuat sebuah rancang bangun alat pembuka gulungan (*uncoiler*) sekaligus berguna sebagai pemotong (*cutting*) untuk proses manufaktur komponen bilah plat *stainless steel*.

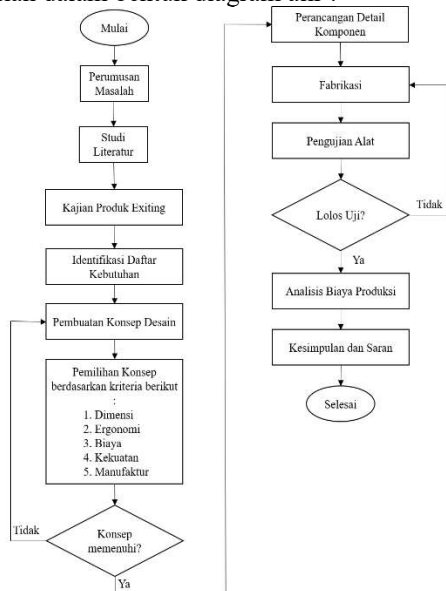
2. METODE PENELITIAN

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. Metodologi Penelitian

Berikut ini merupakan Langkah – langkah penelitian dalam bentuk diagram alir :



Gambar 14. Diagram alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Daftar Kebutuhan

Berikut adalah daftar kebutuhan untuk membuat konsep desain alat *uncoiler cutting plat strip*. Daftar kebutuhan didapatkan dari hasil wawancara kepada manajer dan pekerja yang akan menggunakan alat ini serta hasil pengamatan lapangan.

Tabel 1: Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
S	1. Model alat (fungsi) a. Alat memiliki fungsi sebagai <i>uncoiler</i> dan dapat memotong plat.	Semua tim
S	b. Ukuran alat (Panjang dan lebar) tidak lebih dari area yang tersedia di perusahaan (2x2 meter).	
S	c. Alat bisa digunakan untuk memotong beberapa dimensi panjang potongan (262 mm, 524 mm, hingga yang terpanjang 1760 mm sesuai keperluan produksi industri terkait).	
	d. Alat mampu beroperasi secara otomatis / semi otomatis.	

Daftar Kebutuhan		
S/H	Aspek	Penanggung Jawab
H S	e. Alat mampu memotong < 38 detik/potongan plat.	
S S H	2. Kekuatan dan keamanan a. Mampu dan kuat menopang beban <i>coil</i> (150 kg). b. Aman digunakan. c. Tidak mudah rusak.	Tim desain
S S	3. Ergonomis a. Mudah digunakan b. Nyaman dan aman dioperasikan.	Tim desain
S H	4. Manufaktur dan perakitan a. Bisa dimanufaktur. b. Mudah dirakit.	Tim Manufaktur
H H S	5. <i>Maintenance</i> a. Mudah dirawat. b. Mudah diperbaiki. c. <i>Sparepart</i> mudah ditemukan.	Semua tim
S	6. Biaya Biaya produksi yang murah.	Semua tim

Keterangan :

S = syarat

H = harapan

3.2 Pemilihan Konsep Desain

Tabel 2: Penilaian Konsep *Uncoiler Cutting Plat Strip*

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	10	4	0,4	5	0,5	3	0,3	3	0,3
Ergonomi	10	2	0,2	4	0,4	4	0,4	3	0,3
Dimensi	30	1	0,3	5	1,5	5	1,5	3	0,9
Manufaktur	20	2	0,4	4	0,8	2	0,4	3	0,6
Biaya	30	5	0,6	4	1,2	3	0,9	3	0,9
Nilai Absolut		14	2,8%	22	4,4%	17	3,5%	10	3%
Nilai Relatif			22%		35%		28%		22%
Ranking			3		1		2		4

Berdasarkan matriks penilaian konsep maka dipilih konsep 2 dengan nilai relatif tertinggi yaitu 35%.



Gambar 15. Konsep Terpilih

3.3 Analisa Kekuatan Rangka

Pada perancangan alat *uncoiler cutting plat strip* dilakukan analisa *stress* maksimum untuk mengetahui apakah alat aman atau belum saat menopang beban silinder. Analisa *stress* diaplikasikan dalam konsep yang sudah dirancang dengan aplikasi Autodesk Fusion 360. Untuk menganalisa rangka diawali dengan menghitung tegangan ijin material dengan persamaan:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{N}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{250}{2}$$

$$\sigma_{ijin} = 125 \text{ MPa}$$

Setelah menghitung tegangan ijin maka dihitunglah gaya berat menggunakan persamaan :

$$F = m \times g$$

$$F_{uncoiler} = 160 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_{uncoiler} = 1.569,6 \text{ N}$$

$$F_{feeder \& \text{ cutting}} = 40 \text{ kg} \times 9,81$$

$$F_{feeder \& \text{ cutting}} = 392,4 \text{ N}$$

Setelah menghitung gaya berat maka dihitung pembebanan desain dengan faktor desain 1,5 melalui persamaan :

$$P_{desain} = F \times n$$

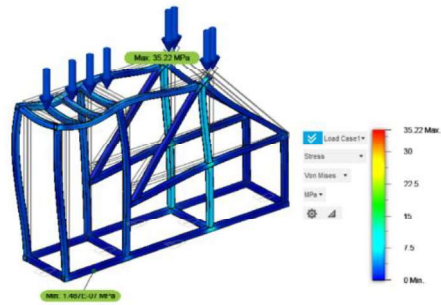
$$P_{desain \text{ uncoiler}} = 1.569,6 \text{ N} \times 1,5$$

$$P_{desain \text{ uncoiler}} = 2.354,4 \text{ N}$$

$$P_{desain \text{ feeder \& cutting}} = 392,4 \text{ N} \times 1,5$$

$$P_{desain \text{ feeder \& cutting}} = 588,6 \text{ N}$$

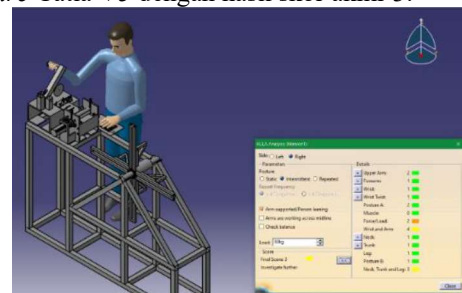
Beban desain yang telah diketahui selanjutnya diuji menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 dengan hasil *von mises stress* sebesar 35,22 MPa.



Gambar 16. Analisa Tegangan Pada Rangka

3.4 Analisa RULA

Untuk mengetahui posisi postur tubuh yang ergonomis maka dilakukan analisa menggunakan *software* Catia V5 dengan hasil skor akhir 3.



Gambar 17. Analisa RULA

3.5 Perhitungan Alat Potong

Dengan menggunakan mata gerinda WA60SBF maka dapat dilakukan perhitungan alat potong sebagai berikut.

- a. Mencari jumlah mata potong

$$Z_n = \pi \times D_c \times \text{grain}$$

$$Z_n = \pi \times 105 \times 2,362$$

$$Z_n = 779,15$$

- b. Menghitung kecepatan motor

$$n = \frac{POS \times 1000 \times 60}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{80 \times 1000 \times 60}{\pi \times 105}$$

$$n = 14.551 \text{ RPM}$$

- c. Menentukan *feeding speed*

$$f_z = \frac{Vf}{n \times Z_n}$$

$$f_z = \frac{4.800.000}{14.551 \times 779,15}$$

$$f_z = 0,423 \text{ min/rev}$$

- d. Menentukan rata – rata tebal pemakanan

$$h_m = f_z \sqrt{\frac{ae}{DC}}$$

$$h_m = 0,423 \sqrt{\frac{1,5}{105}}$$

$$h_m = 0,05 \text{ mm}$$

- e. Menentukan nilai luasan bidang kiris

$$A = h_m \times t_b$$

$$A = 0,05 \times 1,2$$

$$A = 0,06 \text{ mm}^2$$

- f. Menghitung gaya potong

$$F = \tau_g \times A$$

$$F = 373,336 \times 0,06$$

$$F = 22,4 \text{ N}$$

3.6 Perhitungan Feeder

- a. Material yang ditarik
 Material : *Stainless Steel 304*
 Lebar : 50 mm
 Tebal : 1,5 mm
 Massa total : 150 kg
- b. Perencanaan roller
 Diameter roller : 30 mm
 Material roller : ST 41
 Berat roller : 1,2 kg
 Jari – jari roller : 15 mm / 0,015 m
 Kecepatan roller : 0,3 mm/s
 Percepatan : 0,3 m/s²

- c. Menghitung gaya roller

$$Fr = \frac{m \times V^2}{r}$$

$$Fr = \frac{1,2 \times 0,3^2}{0,015}$$

$$Fr = \frac{0,108}{0,015}$$

$$Fr = 7,2 N$$

- d. Menghitung gaya beban

$$F = m \times a$$

$$F = 150 \times 0,3$$

$$F = 45 N$$

- e. Menghitung gaya gesek

$$Fg = \mu \times m \times a$$

$$Fg = 0,57 \times 150 \times 0,3$$

$$Fg = 25,65 N$$

- f. Gaya total yang terjadi

$$F_{Total} = Fr + F + Fg$$

$$F_{Total} = 7,2 + 45 + 25,65$$

$$F_{Total} = 142,65 N$$

- g. Perhitungan torsi

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 142,65 \times 0,015$$

$$\tau = 2,14 Nm$$

3.7 Perhitungan Poros

- a. Menghitung beban puntir

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf1 \times Sf2}$$

$$= \frac{54}{6 \times 2}$$

$$= 4,5 \text{ kg/mm}^2$$

- b. Menghitung diameter poros

$$ds = \left(\frac{5,1}{\tau_a} Kt \times Cb \times T \right)^{1/3}$$

$$= \left(\frac{5,1}{4,5} 1 \times 1 \times 305,91 \right)^{1/3}$$

$$= 7,025 \text{ mm (diameter minimal yang diizinkan)}$$

3.8 Perhitungan Bantalan

Bantalan yang digunakan adalah UCP 204. Beban ekuivalen yang terjadi pada bearing dapat dihitung melalui persamaan :

$$W = K_s(X.V.W_R + Y.W_A)$$

$$= 1(1 \times 1 \times 450 + 0 \times 12,19)$$

$$= 450 N$$

3.9 Perhitungan Biaya

Total biaya untuk membangun alat *uncoiler cutting plat strip* dapat diketahui melalui persamaan :

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

$$= \text{Rp}4.416.500 + \text{Rp}2.290.000$$

$$= \text{Rp}6.706.500$$

3.10 Hasil Uji Coba

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap alat *uncoiler cutting plat strip*. Dihasilkan hasil kepresisian potongan ± 5 mm dengan waktu potong dibawah 38 detik. Tingkat kepresisian potongan adalah panjang potongan setelah terjadine proses *feeding* dan pemotongan pada alat yang dirancang.

Tabel 3: Hasil Uji Coba

Potongan rencana	Panjang aktual	Selisih	Waktu
285 mm	281 mm	4 mm	17,18 detik
556 mm	555 mm	1 mm	18,71 detik
1780 mm	1778 mm	2 mm	29,28 detik
Rata rata selisih		2,33 mm	

4. KESIMPULAN

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

1. Perancangan *uncoiler cutting plat strip* sebagai alat bantu salah satu proses manufaktur untuk memotong material *plat strip* dirancang menggunakan *software Fusion 360*. Tahap perancangan alat ini menggunakan metode *Ulrich* dengan tiga konsep yang berbeda berdasarkan kriteria sesuai dengan daftar kebutuhan. Kriteria yang dipertimbangkan antara lain kekuatan, ergonomi, biaya, manufaktur dan dimensi. Dari ketiga konsep tersebut dipilihlah konsep 2 yang memenuhi kriteria dan dilanjutkan pada proses fabrikasi.
2. Proses pembuatan alat *uncoiler cutting plat strip* pada konsep 2 yang terpilih dimulai dengan membangun rangka, membangun *uncoiler*, membangun *feeder*, dan membangun alat potong. Proses manufaktur yang digunakan adalah pemotongan material, pengeboran, pembubutan, penggerindaan, dan pengelasan. Selanjutnya diakhiri dengan membangun sistem kelistrikan dan melakukan *finishing* berupa pengecatan pada alat.
3. Setelah melakukan uji coba alat *uncoiler cutting plat strip* didapatkan hasil sebagai berikut :

- a. Alat mampu memotong material *plat strip* dengan berbagai dimensi sesuai dengan perencanaan dan memiliki tingkat kepresisian dibawah 5mm.
- b. Alat mampu memotong dibawah 38 detik yang mana itu lebih baik daripada produk *existing* yang dilakukan di perusahaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH\

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur. Bapak Tri Andi Setiawan, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I. Bapak Dhika Aditya Purnomo, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang membagikan ilmu dan saran dalam proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini. Bapak Farizi Rachman, S.Si, M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur. Orang tua penulis ayah Cahya Yudi Widiyanto dan Ibu Anik Trihastuti, adik Purnanda Tika C dan keluarga besar yang senantiasa memberi dukungan, doa, saran, dan nasehat kepada penulis, Seluruh rekan-rekan Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2017, rekan rekan Lembaga Minat Bakat serta seluruh pihak yang memberikan dukungan dalam bentuk apapun pada penelitian ini.

6. PUSTAKA

- [1] A Khurmi, & Gupta. (2005). *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [2] Ambiyar, Arwizet, & Nelvi, E. (2008). *Teknik Pembentukan Pelat* (R. Sani (ed.); Jilid 3). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [3] Batan, L. (2012). *Desain Produk*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [4] Eko Nurmianto. (2004). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya, Surabaya.
- [5] McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
- [6] Sholeh, A., Ivianda Juniani, A., & Novrita Devi, Y. (2018). Analisis dan Perancangan Sepeda Statis untuk Rehabilitasi Penderita Stroke. *Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*.
- [7] Sularso. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [8] Suwarno, Mas'ud, M., & Soedarmadji, W. (2016). REDESAIN MESIN UNCOILER TIPE FIN N BERKAPASITAS COIL 850 Kg. *Journal Knowledge Industrial Engineering (JKIE)*.
- [9] Tarwaka, Bakri, S. H., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas*. UNIBA Press
- [10] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). *Product Design and Development*.