

RANCANG BANGUN *ELECTRIC ROTARY TABLE* BERBASIS INVERTER GUNA MENURUNKAN *CYCLE TIME* PADA PRODUKSI PIPA KAPILER

Nanang Budi Sriyanto, Muhammad Showi Nailul Ulum*,
Ali Sai'in, Ahmad Hamim Su'udi
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
showy_ulum@polines.ac.id

Abstrak

Cycle Time merupakan hal yang harus diperhatikan dalam waktu produksi, *Cycle Time* yang baik akan menunjang target yang harus terpenuhi, bahkan jika *Cycle Time* menurun maka produksi juga akan meningkat dan omset perusahaan juga akan meningkat. Pada studi kasus PT Arisamandiri Pratama yang salah satu produksinya berupa part AC yaitu pipa kapiler yang masih menggunakan meja putar manual untuk memutar pipa yang akan dilakukan proses las sehingga tidak mampu mencapai target 800 part/jam atau 6400 part/hari. Dengan rancang bangun *Electric Rotary Table* yang diputar dengan menggunakan motor listrik dapat menurunkan *Cycle Time* sebesar 17,38% dengan kapasitas 935 part/jam, hal ini melebihi target produksi sebesar 800 part/jam.

Kata kunci : Produksi, *Cycle Time*, kapasitas produksi.

1. Pendahuluan

Perusahaan PT Arisamandiri Pratama berlokasi di daerah Karangawen, Kabupaten Demak, salah satu produknya berupa *Air Conditioner* (AC). *Air Conditioner* sendiri memiliki beberapa part, ada beberapa part dari AC yang diproduksi oleh perusahaan PT Arisamandiri Pratama adalah part pipa kapiler. Pipa kapiler terdiri dari 3 buah part, yaitu pipa inlet, pipa spiral, dan pipa outlet. Proses assembly pipa kapiler dilakukan dengan cara pengelasan pada sambungan antara part satu dengan yang lain menggunakan las oxy-acitelyne.

Terdapat permasalahan pada proses pengelasan pipa kapiler yang menggunakan las oxy-acitelyne yaitu cycle time yang cukup tinggi, target dari perusahaan yang semula 108 detik dalam 1 siklus pengelasan menjadi 112 detik. Cycle time yang terlalu tinggi ini disebabkan karena proses pemutaran pipa kapiler untuk dilakukan pengelasan masih menggunakan meja manual yang diputar oleh tenaga manusia. Target produksi pipa kapiler adalah 800 part/jam sedang pengelasan pipa kapiler dengan proses manual tidak mampu memenuhi target produksi. Dari permasalahan di atas untuk mengatasi permasalahan adalah dengan membuat rancang bangun *Electric Rotary Table*.

Dalam penelitian Devandra (2012, volume 2 issue 8). Penelitian ini membahas tentang pengembangan inverter elektro mekanis yang memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan inverter pada umumnya. Penelitian ini menghasilkan solusi permanen dari permasalahan inverter umum yaitu dengan inverter elektro mekanis. Alat ini memiliki efisien tinggi, perawatan rendah, mudah dipasang, dan siklus hidup yang panjang

Anna (2018) Penelitian ini menghasilkan model foot switch dengan beberapa tipe sesuai dengan peruntukannya seperti pada proses bedah dan lain-lain. Relevansi dengan penelitian tersebut adalah penggunaan foot switch untuk mempermudah operator dalam memutar electric rotary table.

Dalam penelitian di atas, maka pembuatan rancang bangun *Electric Rotary Table* menggunakan inverter agar lebih efisien menggantikan proses manual dan menggunakan foot switch agar mempermudah operator dalam mengoperasikan *Electric Rotary Table* dalam proses pengelasan pipa. Proses pembuatan *Electric Rotary Table* untuk

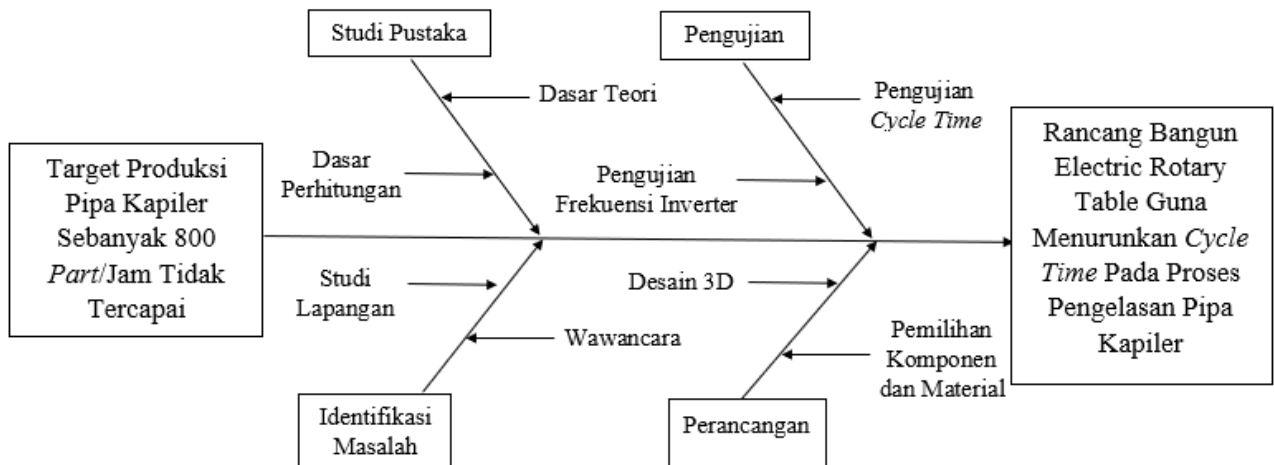
membantu proses pemutaran meja dengan menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya, sehingga proses pemutaran lebih stabil dibandingkan dengan cara pemutaran manual. Untuk membantu proses pemutaran agar stabil, motor listrik menggunakan bantuan inverter, dengan menggunakan bantuan inverter, kecepatan putaran *rotary table* bisa distel sesuai dengan keinginan pengguna, sedang kontrol untuk menggerakkan *rotary table* menggunakan *foot switch* agar memudahkan operator las untuk mengoperasikannya mesin rancang bangun *electric rotary table* berbasis inverter.

2. Material dan Metodologi

Metode penelitian yang digunakan dalam rancang bangun ini menggunakan metode fishbone diagram untuk mencari akar dari permasalahan yang terjadi dan memberikan alternatif solusi agar proses pengelasan pipa kapiler sesuai target perusahaan.

2.1. Fishbone Diagram

Fishbone diagram dalam proses ini digunakan untuk menganalisa penyebab umum dari masalah yang terjadi di PT Arisamandiri Pratama pada bagian pengelasan pipa kapiler dan memberikan solusi dari permasalahan yang ditemukan. Berikut merupakan *fishbone* diagram dari rancang bangun *electric rotary table* dengan inverter tipe FR-D720-1.5K:



Gambar 1. Fishbone Diagram Rancang Bangun Electric Rotary Table

2.2. Identifikasi Masalah

2.2.1. Studi pustaka

a. Studi lapangan

Melakukan observasi dan memahami proses pengelasan pipa kapiler dan mengambil data untuk menunjang perancangan alat *electric rotary table* berbasis inverter.

b. Wawancara

Melakukan interview kepada orang yang bertanggungjawab dalam melakukan pengelasan pipa kapiler dan kepada orang yang memahami serta bertanggungjawab pada proses *assembly* pipa kapiler.

c. Dasar teori.

Mencari literature tentang pembuatan *electric rotary table* berbasis inverter berupa buku atau jurnal penelitian

d. Dasar perhitungan

mencari dasara-dasar perhitungan dan membuat perhitungan tentang rancang bangun *electric rotary table* berbasis inverter

2.2.2. Perancangan

a. Desain 3D

konsep rancangan desain *electric rotary table* berbasis inverter ditungakan dalam bentuk tiga dimensi dengan menggunakan solidwork, yang didesain sesuai dengan kebutuhan dilapanan.

b. Pemilihan komponen

kebutuhan material yang akan digunakan dalam proses rancangn bangun *electric rotary table* berbasis inverter disesuaikan dengan kebutuhan indutri, ketersediaan material dan komponen.

2.3. Pengujian

a. Pengujian frekuensi inverter

proses pengujian dilakukan dengan cara melakukan beberapa variabel, yaitu pada interval frekuensi 700 Hz sampai 1500 Hz.

b. Pengujian *cycle time*

Pengujian *cycle tieme* dilakukan dengan cara mengamati, menctat dan menghitung waktu yang diperlukan dalam dalam proses pengelasan pipa kapiler

2.4. Metode *flowchart*

Diagram *flowchart* digunakan untuk menganalisa pekerjaan rancang bangun *electric rotary table* berbasis inverter yang dimulai dari identifikasi masalah sampai proses pengujian dilakukan.

2.5. Data produksi pipa kapiler sebelum *improvement*

Target produksi sebanyak 800 *part* per jam atau 6400 *part* per hari tidak tercapai sehingga perlu adanya waktu lembur untuk menutup target yang akan dicapai.

Tabel 1. Data Produksi Pipa Kapiler Minggu Kedua Bulan Desember

Jam Kerja	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
07.00-08.00	767	775	775	772	772	783
08.00-09.00	774	776	782	780	772	774
09.00-10.00	772	782	772	772	778	772
10.00-11.00	774	778	778	771	775	773
12.30-13.30	778	768	780	779	782	771
13.30-14.30	767	772	775	772	772	783
14.30-15.30	780	783	773	770	771	784
15.30-16.30	778	782	762	774	764	781
Total	6190	6216	6197	6190	6186	6221
Rata-Rata	6200					

2.6. Data Produk *Not Good* Sebelum *Improvement*

Data yang disajikan berikut merupakan data produk *Not Good* pada minggu kedua bulan Desember 2020

Tabel 2. Data Produk *Not Good* Minggu Kedua Bulan Desember

Jam Kerja	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
07.00-08.00	19	19	21	21	21	19
08.00-09.00	21	19	18	20	16	23
09.00-10.00	20	25	24	21	23	20
10.00-11.00	19	18	23	19	18	20
12.30-13.30	16	20	21	18	18	26
13.30-14.30	24	19	21	20	18	19
14.30-15.30	19	19	19	21	21	19
15.30-16.30	21	17	18	18	20	21
Total	159	156	165	158	155	167
Rata-Rata	160					

presentase produk *NG* sebelum *improvement* dalam satu minggu yaitu sebesar 2,56 %

2.7. Data Cycle Time Sebelum *Improvement*

Cycle Time Proses Pengelasan Sebelum *Improvement* Tanggal 15 Desember 2020 diperoleh data waktu rata-rata yang dibutuhkan pada proses pengelasan pipa kapiler dalam satu siklus adalah 112,5 detik. Waktu tersebut masih terlalu besar untuk memenuhi target produksi per hari sebanyak 6500 part.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan alat

Rancang bangun alat bantu *electric rotary table* dengan menambahkan motor listrik sebagai penggerak *rotary table* dan *jig* untuk menurunkan *cycle time* pengelasan pipa kapiler serta meningkatkan kapasitas produksi memiliki alternative desain, pemilihan alternative desain yang tepat untuk rancang bangun alat dengan membandingkan pembobotan desain dan penilaian desain, pembandngan bobot dan penilaian desain adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Pembobotan Desain

Kriteria	A	B	C	D	E	Total	Bobot
Hasil Produk	-	1	1	1	0,5	3	0,3
Biaya Pembuatan	1	-	0,5	0,5	0,5	2	0,2
Kontruksi	1	0,5	-	0,5	0,5	2	0,2
Pengerjaan	1	0,5	0,5	-	0	1,5	0,15
Ergonomis	0,5	0,5	0,5	0	-	1,5	0,15
Jumlah Kriteria						10	1

Keterangan

- A = Kualitas hasil C = Konstruksi E = Pengerjaan
 B = Biaya pembuatan D = Ergonomis

Setelah menentukan kriteria nilai pembobotan maka langkah selanjutnya adalah memberikan penilaian beberapa desain alternatif pada setiap kriteria yang telah ditentukan, penilaian masing-masing alternatif desain ditunjukkan pada tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Penilaian Alternatif Desain

Kriteria	Bobot (K)	Alternatif 1		Alternatif 2	
		Skor (n)	Nilai (u)	Skor (n)	Nilai (u)
A	0,30	7	2,10	8	2,40
B	0,20	9	1,80	8	1,60
C	0,20	7	1,40	7	1,40
D	0,15	7	1,05	8	1,20
E	0,15	8	1,20	7	1,05
Jumlah			7,55		7,6

Keterangan :

k = presentase pembobotan dari setiap aspek (dari 10)

n = kualitas nilai dari setiap alternatif desain (dari 10)

u = nilai akhir dari setiap alternatif desain = k x n

Berdasarkan data tabel 4 dan 5 penilaian masing-masing desain alternatif untuk alat bantu produksi *electric rotary table* berbasis inverter dipilih pada desain alternatif 2 dengan skor 7,6.

3.2. Analisa perhitungan mekanik dan listrik

a. Perhitungan Gaya Normal

Benda kerja yang akan diutar oleh *rotary table* adalah *jig* pipa kapiler, *hanger*, dinding pembatas dari setiap kolom, dan 24 pipa kapiler yang diperkirakan masa dari *jig assembly* tersebut adalah 111 kg. Beban untuk komponen lain sebesar 167 kg. sehingga dapat diestimasikan massa benda kerja keseluruhan adalah 278 kg. sehingga perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot a \\
 &= 278 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 2724,4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan torsi

Dari rumus (1) torsi dapat dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned}
 T &= F \cdot r \\
 &= 2724,4 \text{ N} \times 0,09 \text{ m} \\
 &= 245,196 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan daya motor

Perhitungan daya motor yang nantinya akan digunakan untuk mengoperasikan alat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= T \cdot \omega \\
 &= 245,196 \text{ Nm} \times 2,09 \text{ rad/s} \\
 &= 512,459 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Daya motor untuk memutar beban seberat 278 kg. dengan kecepatan maskimal 20 rpm dibutuhkan daya 512,459 Watt.

d. Perhitungan *gearbox*

Putaran mesin 1 sampai 20 rpm dan menggunakan *gearbox* yang ada pada pasara sebesar 14 rpm, maka perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} u &= \frac{n_2}{n_1} \\ &= \frac{14 \text{ rpm}}{1400 \text{ rpm}} \\ &= \frac{1}{100} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan perbandingan *gearbox* diatas maka dipilihlah *gearbox* dengan spesifikasi perbandingan gigi rasio 1:100, sehingga putaran motor diharapkan menjadi 14 rpm.

e. Perhitungan poros

1) Torsi pada poros

$$\begin{aligned} T &= \frac{P \times 60}{2\pi N} \\ &= \frac{512,459 \text{ Watt} \times 60}{2\pi \times 14 \text{ rpm}} \\ &= 349,544 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2) Momen Puntir

$$\begin{aligned} M &= F \times L \\ &= 2724,4 \text{ N} \times 0,244 \text{ m} \\ &= 664,753 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3) Torsi ekuivalen

$$\begin{aligned} T_{ek} &= \sqrt{M^2 + T^2} \\ &= \sqrt{664,753 \text{ Nm}^2 + 349,544 \text{ Nm}^2} \\ &= 751,05 \text{ Nm} = 751050 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

4) Diameter Poros

Berdasarkan spesifikasi kekuatan tarik bahan S45C ditetapkan sebesar $343 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.

$$\begin{aligned} d &= \sqrt[3]{\frac{T_{ek} \times 16}{\pi \times \sigma}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{751,05 \text{ Nm} \times 16}{\pi \times 343 \times 10^6 \text{ N/m}^2}} \\ &= 0,02234 \text{ m} = 22,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka ditentukan poros minimal yang dapat digunakan adalah poros dengan diameter 22,34 mm, ukuran poros bawaan dari *gearbox* adalah 38,3 mm sehingga poros bawaan tersebut **aman** digunakan pada perancangan alat bantu.

f. Perhitungan Pasak

1) Mencari Tegangan Geser Ijin Pasak

tegangan tarik maksimal dari S45C adalah $343 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, maka untuk mencari tegangan geser ijin poros melalui persamaan berikut :

$$\tau = 0,8 \times \frac{\tau_{max}}{v}$$

$$\tau = 0,8 \times \frac{343 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{8}$$

$$\tau = 343 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \times 34,3 \text{ N/mm}^2$$

2) Torsi Pada Pasak

$$T = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

$$T = \frac{\pi}{16} \times 250 \text{ N/mm}^2 \times 38,3 \text{ mm}^3$$

$$T = 147842,09 \text{ Nmm} = 147,842 \text{ Nm}$$

3) Panjang Pasak Dengan Persamaan Tegangan Geser

Panjang pasak dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$T = l \times w \times \tau \times \frac{d}{2}$$

$$\frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 = l \times w \times \tau \times \frac{d}{2}$$

$$l = \frac{\pi \times d^2}{8 \times w}$$

$$l = \frac{\pi \times 28^2}{8 \times 10}$$

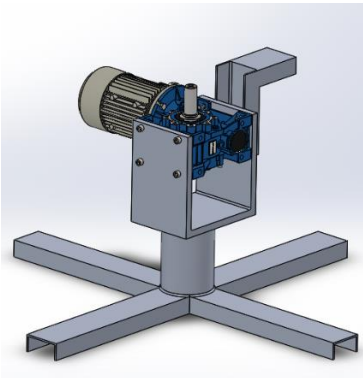
$$l = 30,7 \text{ mm}$$

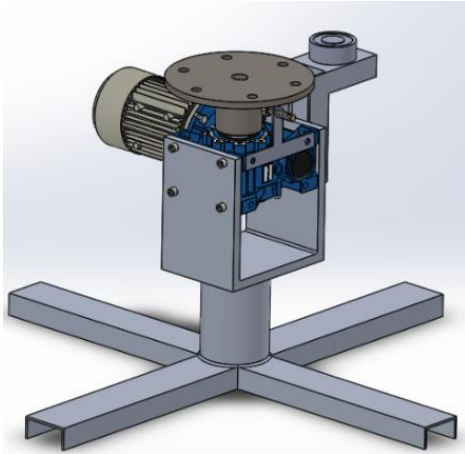
Jadi panjang pasak yang digunakan adalah **32,7 mm**.

3.2 Proses Perakitan

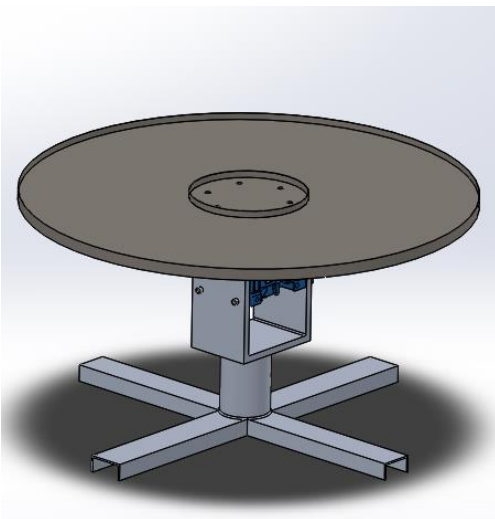
Tabel 6. Proses Perakitan *Electric Rotary Table*

(SMG.DWG.MS.RB.2021.1/22)

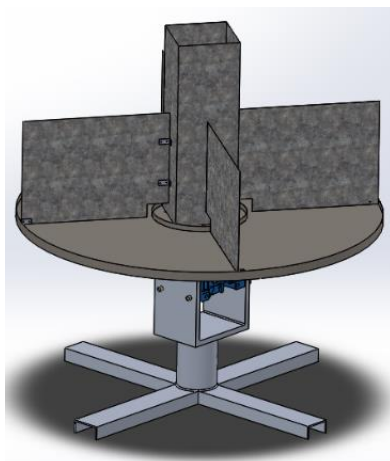
Gambar	Uraian Pengerjaan
	<ul style="list-style-type: none"> Pasang motor dan <i>gearbox</i> pada rangka dengan menggunakan baut M12x50



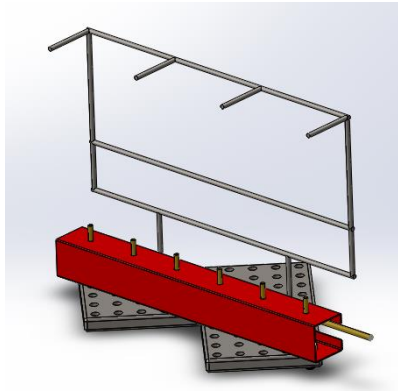
- Pasang *hub* pada *gearbox* dengan menggunakan pasak
- Letakkan solenoid pada rangka
- Satukan sensor dan *bracket* sensor pada *gearbox* dengan menggunakan baut M8x40



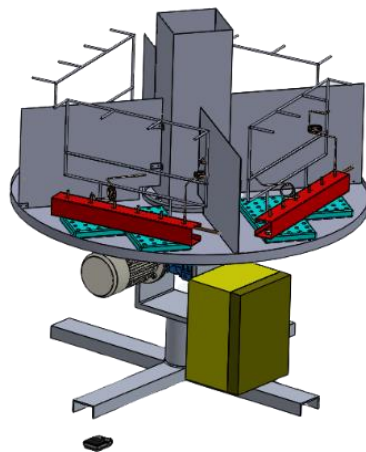
- Pasang meja pada *hub* dengan menggunakan baut M20x45



- Pasang *stand wall* dan dinding pembatas pada meja dengan bantuan *bracket* dinding dan menggunakan baut M4
-



- Gabungkan *hanger*, dudukan *jig*, dan wadah *jig* menggunakan baut M10x25 dan M4x20



- Letakkan keempat *assembly jig* diatas meja *rotary* dan satukan menggunakan baut M20x25
- Gabungkan panel *box* yang berisi komponen kelistrikan
- Tambahkan *foot switch* sebagai saklar

3.3 Hasil data produksi setelah menggunakan alat bantu *electric rotary table berbasis inverter*

Tabel 7. Data Produksi setelah *improvement* Minggu Ketiga Bulan Februari

Jam Kerja	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
07.00-08.00	935	935	935	934	935	935
08.00-09.00	932	936	938	940	938	936
09.00-10.00	935	936	936	932	932	936
10.00-11.00	938	937	935	936	934	932
12.30-13.30	935	935	932	936	933	935
13.30-14.30	939	936	936	940	939	936
14.30-15.30	935	935	940	934	935	935
15.30-16.30	936	934	932	935	938	935
Total	7485	7484	7484	7487	7484	7480
Rata-Rata	7484					

Tabel di atas menunjukkan rata-rata produksi setelah improvemen berupa rancang bangun alat adalah 7484 part/hari. Produksi telah melebihi target produksi perusahaan sebesar 6400 part/hari atau 800 part/jam.

Tabel 8. Data Produk *Not Good* setelah improvement Minggu Ketiga Bulan Februari

Jam Kerja	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
07.00-08.00	11	12	12	13	13	13
08.00-09.00	10	11	12	12	9	11
09.00-10.00	11	10	12	10	10	11
10.00-11.00	12	12	11	11	10	10
12.30-13.30	11	14	10	11	12	10
13.30-14.30	10	14	13	12	11	10
14.30-15.30	14	12	12	13	13	13
15.30-16.30	13	11	12	13	13	12
Total	92	96	94	95	91	90
Rata-Rata	93					

Tabel di atas menunjukkan data produk not good setelah dilakukan improvement berupa rancang bangun rotary table dengan rata-rata 93 part atau 1,21% dari total produksi, hal ini mengalami penurunan yang sebelumnya produk not good sebesar 2,56%.

Persentase penurunan *cycle time*

Setelah dilakukan rancang bangun *electric rotary table berbasis inverter* dan ditrapkan dalam proses pengelasan didapat hasil 92,46 detik dalam siklus pengelasan, perhitungan penurunan sebelum menggunakan rancang bangun alat bantu dan setelah menggunakan rancang alat bantu adalah sebagai berikut :

Penurunan *cycle time*:
 = Rata-rata *cycle time* sebelum - Rata-rata *cycle time* setelah
 = 112,04 (s) – 92,56 (s)
 = 19,48 (s)

Presentase penurunan *cycle time*:
 = (Penurunan *cycle time*/Rata-rata*cycle time* sebelum) x 100%
 = (19,48 (s)/112,04 (s)) x 100%
 = 17,38 %

Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas didapatkan penurunan *cycle time* sebesar 19,48 detik atau 17,38 % dalam satu siklus putaran meja dalam pengelasan pipa kapiler.

4. Kesimpulan

Elektrik rotary table yang dirancang memiliki dimensi Ø1340 (mm)x 1410,50 (mm) dengan massa 325,166 kg. dengan menggunakan penggerak motor DC merk TECO tipe AESV2E, *gearbox* yang digunakan jenis NMRV 090, inverter yang diginakan dalam rancang bangun ini menggunakan inverter jenis Mitsubishi FR D720 1,5K. MCB dengan tipe CHNTDZI58LE dengan *contactor* CHNT NC1-N dan relay MY4NJ, menggunakan sensor proximity tipe PRDT18-14 DC 12-24Vdengan *foot switch* dan solenoid magnet Landa H11050. Rancang bangun rancang bangun

electric rotary table berbasis inverter mampu memproduksi pipa kapiler sebanyak 935 pcs/jam. dengan waktu siklus produksi 92,56 detik dari yang sebelumnya 112 detik atau persentase penurunan downtime sebanyak 17,38 %.

Daftar Pustaka

- [1] Abidin, Zainal ; Priangkoso, T. ; D. (2019). Pengujian *Performance* Motor Listrik Ac 3 Fasa Dengan Daya 3 Hp Menggunakan Pembebanan Generator Listrik. *Jurnal Momentum*, 9 No 1(ISSN 0216-7395), 30–34.
- [2] Alwarits, Daswarman, & Nasir, M. (2014). Pengaruh Media Pendingin pada Proses Hardening terhadap Peningkatan Kekerasan Baja Karbon Sedang. *Automotive Engineering Education Journals*, 3 No 4(e-ISSN:2302-335X), 1–5.
- [3] Andreansyah, R. (2019). Perencanaan Dan Pembuatan Rangkaian Daya Starting Motor 3 Fasa ,380 Volt ,50 Hz, 3 Hp Dengan Metoda Bintang (Y) – Segitiga (Δ). *Cyclotron*, 2 No 1(P-ISSN: 2614-5499,E-ISSN: 2614-5164), 6–12.
- [4] Cross, N. (2000). Engineering Design Methods. In *The Open University* (Fourth). The Open University.
- [5] Danuri, R. (2015). Perancangan Alat Perajang Serbaguna Tipe Blade Sliding Dengan Menggunakan Prinsip *Mechanical Ralph Steiner*. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 3 No 1(ISSN: 2087-3832), 26–30.
- [5] Jelaska, D. . (2012). *Gears and Gear Drives*. John Wiley & Sons Ltd.
- [6] Juhana. (2018). Analisa Pengaruh Beban *Linier* Dan Beban *Non Linier* Terhadap Fungsi Kerja *Miniature Circuit Breaker*. *Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC)*, 1 No 1(e-ISSN: 2614-8595, p-ISSN: 2615-0646), 13–23.
- [7] Kamajaya, K. (2003). *Fisika Untuk SMU*. Grafindo Media Pratama.
- [8] Kanniga, E., Selvamarathnam, K., & Sundararajan, M. (2013). Embedded control using mems sensor with voice command and CCTV camera. *Indian Journal of Science and Technology*, 6(e-ISSN: 0974-5645,p-ISSN: 0974-6846), 4794–4796.
- [9] Kurniawan, I., Girawan, B. A., & Fitriyani, I. (2020). Rancang Bangun Alat Bantu Las Meja Putar. *Bangun Rekaprima*, 06 No 1, 1–14.
- [10] Kurniawan, Y., & Zulkifli, Z. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Menggunakan Solenoida Dengan Pemanfaatan Fluks Magnet. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi)*, 2 No 1(ISSN: 2622 – 7002), 9–13.
- [11] Munawir, Turmizi, & A. (2019). Analisa Kegagalan Poros Pompa Sentrifugal Ebara Type 56-GA 4002 A Melalui Evaluasi Pola Patahan Serta Pengujian Kekerasan dan Metalografi. *Mesin Sains Terapan*, 3 No 2(e-ISSN: 2597-9140), 81–87.
- [12] Oladapo, B. I., Balogun, V. A., Adeoye, A. O. M., Ijagbemi, C. O., Oluwole, A. S., Daniyan, I. A., Esoso Aghor, A., & Simeon, A. P. (2016). Model design and simulation of automatic sorting machine using proximity sensor. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 19(ISSN: 2215-0986), 1452–1456.
- [13] Pachal, D.; Tambe, M.; Pachal, H. . (2012). No Title. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2 No 8(e-ISSN: 2597-9140), 81–87.
- [14] Prasetyo, E., Dahlan, D., & Ryfaldi, R. (2018). Analisis Uji Jalan Sepeda Motor Listrik 1 kW. *Seminar Rekayasa Teknologi*, 53(e-ISSN : 2621-5934,p-ISSN : 2621-7112), 199–208.
- [15] R.S Khurmi ; J.K. Gupta. (2005). *A Text Book Machine Design*. Eurasia Publishing House(PVT.) LTD.
- [16] Sanda. (2013). Perancangan Mekanik Penggerak Batang Kendali Reaktor Riset. *Jurnal Perangkat Nuklir*, 3 No 5(ISSN: 1978-3515), 1–6.
- [17] Saptono, Hery ; Pramono, Gatot Eka ; Khind, H. Al. (2018). Analisa Daya Dan Kontrol Kecepatan Motor Pada Alat

Bantu Las *Rotary Positioner Table*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor, 4 No 1 (ISSN: 2460-3988, e-ISSN: 2581-0979), 23–33.

- [18] Saputro, F. A., Yudo, H., & M. (2020). Studi Perhitungan Respon Struktur Pondasi Mesin Kapal Penyeberangan 1000 GT Akibat Pembebanan Statis. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8 no 2, 167–174.
- [19] Syah, F. I., & R, S. D. W. (2018). *Eddy Current* Untuk Pengujian Motor Bakar. *Jurnal Sains Dan Teknologi (Saintekno)*, 16 No 1 (ISSN: 0216-4566), 33–44.
- [20] Vitting, A., Janß, A., Strathen, B., Strake, M., & Radermacher, K. (2018). *Further development and evaluation of a universal foot switch for diverse medical disciplines within the framework of an open integration concept for the operation theatre of the future*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 590 (e-ISBN: 978-3-319-60483-1, p-ISBN: 978-3-319-60482-4),
- [21] Wijana, M., Triadi, A. A. Al., & Kholiq, M. (2015). Aplikasi *Break Even Point* Pada Pembuatan Roti Studi Kasus: Usaha Kecil Menengah (UKM) Roti (Rotiku Rotimu) Desa Babakan. *Dinamika Teknik Mesin*, 5 No 1, 5–15.
- [22] Wiryosumarto; Harsono; T. Okumura. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. PT Balai Pustaka.