

## Variasi Frekuensi pada *Electric Rotary Table* Berbasis Inverter Guna Menurunkan *Cycle Time* dan Cacat Produk pada Pengelasan Pipa Kapiler

Muhammad Showi Nailul Ulum<sup>1\*</sup>, Nanang Budi Prasetyo<sup>1</sup>, Ali Sai'in<sup>1</sup>, Ahmad Hamim Su'udi<sup>1</sup>, Abdul Hamid<sup>2</sup>,  
Dwi Purnomo A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang 50275

<sup>2</sup>Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi  
Jl. Adi Sucipto No. 26 Taman Baru, 68416 Banyuwangi

\*E-mail: showinailul.ulum@polines.ac.id

Diajukan: 20-10-2023; Direvisi: 18-12-2023; Dipublikasi: 22-12-2023

### 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 dengan produk *Not Good* rata-rata 93 *part*/hari. Dalam rancang bangun *electric rotary table* berbasis inverter dapat menurunkan cycle time, akan tetapi seberapa besar frekuensi akan mempengaruhi hasil dari pengelasan, bukan berarti semakin cepat proses pengelasan semakin baik, semakin cepat pengelasan akan mempengaruhi dari getaran mesin table yang akan berdampak pada hasil pengelasan. Dengan melakukan percobaan pengaturan frekuensi inverter diharapkan bisa mendapatkan nilai frekuensi dengan kecepatan maksimal tetapi tidak terjadi getaran pada meja putar, frekuensi yang digunakan antara 700 Hz sampai 1500 Hz dengan interval 100 Hz. Hasil percobaan menunjukkan frekuensi yang paling baik adalah 1000 Hz, dengan kecepatan putar 16 rpm dengan kapasitas produksi menjadi 935 *part*/jam dengan produk *Not Good* sejumlah 59 *part*/hari atau penurunan produk *Not Good* sebesar 42,1% perharinya.

**Kata Kunci:** Kapasitas produksi; Inverter; Frekuensi; *cycle time*

### Abstract

*Cycle Time* is a matter that must be considered in production time, a good *Cycle Time* will support the targets that must be met, even if *Cycle Time* decreases, production will also increase and company turnover will also increase. In the case study of PT Arisamandiri Pratama, one of its productions is in the form of AC parts, namely capillary pipes which still use a manual rotating table to rotate the pipe to be welded so that it is unable to reach the target of 800 parts / hour with an average *Not Good* product of 93 parts / day. The design of an inverter-based electric rotary table can reduce cycle time, but how much frequency will affect the results of a welding, not that the faster the welding process the better, the faster the welding will affect the vibration of the table machine which will have an impact on the welding results. By experiment the inverter frequency setting is expected to get a frequency value with maximum speed but no vibration on the rotation table, the frequency used is between 700 Hz to 1500 Hz with an interval of 100 Hz. The experimental results show that the best frequency is 1000 Hz, with a rotation speed of 16 rpm with a production capacity of 935 parts / hour with *Not Good* products of 59 parts / day or a decrease in *Not Good* products by 42.1% per day

**Keywords:** Production capacity; Inverter; Frequency; *cycle time*

### 1. Pendahuluan

Pengelasan pipa kapiler pada Perseroan Terbatas (PT) Arismandiri yang menggunakan meja putar hasil rancang bangun untuk memutar meja pengelasan dengan motor listrik sebagai tenaga putarnya dibutuhkan penyetelan kecepatan putar meja, target produksi pipa kapiler sebanyak 800 *part*/jam atau 6400 *part*/hari, sedang pada kenyataannya produksi saat ini hanya 6200 *part*/hari dengan kecepatan putar 112 detik dalam satu siklus proses pengelasan, untuk menutupi kekurangan target produksi dilakukan lembur yang dengan penambahan biaya untuk lembur karyawan. Penelitian ini

untuk mencari kecepatan pengelasan dengan hasil terbaik sehingga produksi dapat berjalan dengan lancar dan memenuhi target produksi dengan kualitas yang terbaik tanpa adanya lembur dari karyawan.

Penelitian sebelumnya [1-8] 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. Relevansi dengan penelitian tersebut adalah penggunaan inverter sebagai pengubah arus bolak balik menjadi arus searah dan sebagai pengendali rangkaian utama, pada penelitian ini inverter akan digunakan untuk mengatur kecepatan *rotary table*.

Dengan mempercepat putaran meja putar agar waktu pengelasan dalam satu siklus lebih pendek akan menjadi permasalahan dengan hasil pengelasan, karena semakin cepat meja berputar, pengelasan akan semakin jelek. Penelitian lain [9-18] mengemukakan pengelasan dengan variasi kecepatan putar *rotary table* 0.5 sampai 5 rpm dengan frekuensi inverter 12 Hz pada pengelasan *buttom core molding velg*. Hasil las yang paling baik pada kecepatan 1 rpm. Penelitian serupa [19-22] juga mengemukakan mengatur kecepatan putaran meja *rotary positioner table* mulai dari 1 sampai 20 rpm dengan hasil terbaik adalah pada 2.9 rpm pada pengelasan pipa. Bisa dikatakan bahwa kecepatan putaran pada pengelasan pipa mempengaruhi hasil pengelasan, kecepatan setiap pengelesan berbeda-beda pada setiap jenis pipa dan meja putar.

Disamping kecepatan putar yang mempengaruhi pengelasan, kecepatan putar juga akan mempengaruhi meja, meja akan bergetar atau bergoyang dengan kecepatan putar yang tinggi, sehingga hasil pengelasan pipa kapiler jelek dan masuk dalam kategori *Not Good (NG)*, diperlukan pengaturan kecepatan meja putar untuk mendapat putaran maksimum tetapi hasil pengelasan masih dalam kategori baik. Dalam hal ini diperlukan inverter untuk mengatur frekuensi kecepatan motor, fekuensi kecepatan motor penggerak meja putar adalah antara 700 Hz sampai 1500 Hz dengan interval frekuensi 100 Hz sampai ditemukan putaran yang paling cepat tetapi dengan hasil yang terbaik, sehingga bisa memenuhi target produksi perusahaan sebesar 6400 *part*/hari.

## 2. Material dan Metodologi

### 2.1. Proses pengelasan pipa kapiler

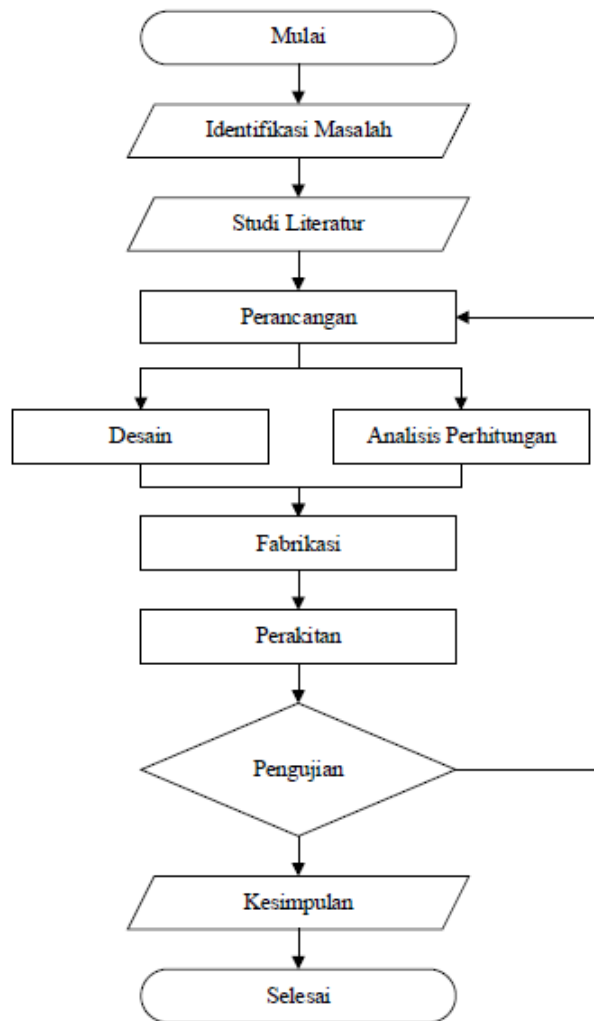
Pipa kapiler adalah salah satu komponen dari sistem pendingin, pipa kapiler terdiri dari 3 buah *part*, yaitu pipa *inlet*, pipa spiral, dan pipa *outlet*. Proses *assembly* pipa kapiler dilakukan dengan cara pengelasan pada sambungan antara *part* satu dengan yang lain menggunakan las *oxy-acitelyne*, proses pengelasan pada sambungan pipa kapiler dilakukan memutar pada seluruh bagian pipa kapiler yang berbentuk silinder yang diletakkan di atas *rotary table* yang berputar sesuai dengan frekuensi yang akan diberikan.

Proses pengelasan pada seluruh bagian pipa kapiler tidak selalu menghasilkan pengelasan yang baik, ada beberapa cacat proses pengelasan yang terjadi, diantaranya adalah produk NG, indikator NG dari pipa kapiler ditentukan dari tekanan udara yang diinjeksi ke dalam pipa kapiler, jika jarum pada manometer tidak turun maka produk dinyatakan NG.

Dengan menggunakan meja putar (*Rotary Table*), meja sebagai dudukan pipa kapiler yang selanjutnya meja akan berputar dengan beberapa variasi putaran, sehingga proses pengelasan pipa kapiler akan lebih stabil dengan kecepatan tertentu.

2.2. Pengambilan data awal

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Alur rancang bangun *electric rotary table*

2.3. Pengambilan data rata-rata produksi perhari

Pengambilan data awal dilakukan sebagai pembandingan hasil dari penelitian dan juga sebagai acuan besaran interfal waktu yang akan digunakan dalam penelitian. Data produksi pipa kapiler sebelum dilakukan *improvement* pada Tanggal 15 Desember 2020 di PT Arisamandiri Pratama terdapat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data produksi pipa kapiler minggu kedua tanggal 15 Desember 2020

Jam Kerja	Senin (pcs)	Selasa (pcs)	Rabu (pcs)	Kamis (pcs)	Jumat (pcs)	Sabtu (pcs)
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

Jam Kerja	Senin (pcs)	Selasa (pcs)	Rabu (pcs)	Kamis (pcs)	Jumat (pcs)	Sabtu (pcs)
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
<b>Total</b>	<b>6190</b>	<b>6216</b>	<b>6197</b>	<b>6190</b>	<b>6186</b>	<b>6221</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>6200 (set)</b>					

Pada Tabel 1, jumlah total rata-rata hari senin sampai sabtu adalah sebanyak 6200 *part*/hari, sedang target produksi adalah 6400 *part*/hari.

#### 2.4. Pengambilan data rata-rata komponen *Not Good* perhari

Komponen NG adalah adalah komponen dengan hasil pengelasan yang jelek, yang tidak masuk kriteria kontrol kualitas, data NG sebelum menggunakan *table rotary* dengan *inverter* pada Tanggal 15 Desember 2020 di PT Arisamandiri Pratama bisa dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data produk NG

Jam Kerja	Senin (pcs)	Selasa (pcs)	Rabu (pcs)	Kamis (pcs)	Jumat (pcs)	Sabtu (pcs)
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
<b>Total</b>	<b>159</b>	<b>156</b>	<b>165</b>	<b>158</b>	<b>155</b>	<b>167</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>160 (set)</b>					

Kategori pipa kapiler dengan *grade* NG dilakukan dengan cara memberikan tekanan udara ke dalam pipa kapiler yang telah dilakukan pengelasan dengan menggunakan alat manometer, jika tidak ada penurunan tekanan yang ditunjukkan pada jarum manometer, berarti pipa kailer berada pada kondisi baik dan sebaliknya, jika jarum pada manometer mengalami penurunan, maka pipa kapiler berada pada konsisi tidak baik dan masuk kategori NG.

Pengujian untuk pengambilan data kecepatan *rotary table* dilakukan dengan cara mengatur *inverter* untuk mengatur kecepatan putar motor penggerak *rotary table*, pengaturan frekuensi kecepatan sebesar 700 Hz sampai 1500 Hz dengan interval frekuensi sebesar 100 Hz sampai didapatkan kecepatan maksimal tetapi kualitas hasil pengelasan masih dalam kondisi baik, dari interval frekuensi bisa diambil data kecepatan dari *table rotary* yang di nyatakan dalam satuan rpm.

Proses pengambilan data dengan menggunakan *stopwatch* sebagai alat ukur pada sekali siklus pengelasan pipa kapiler, pengambilan dilakukan sebanyak 10 sampel dalam setiap interval 100 Hz dan dirata-rata waktu proses pengelasan tersebut, setiap selesai pengelasan dilakukan analisa pada pipa kapiler yang yang telah dilas, analisa berupa kecacatan pada hasil proses pengelasan. Pengambilan data waktu proses pengelasan dengan *stopwatch* dimulai dari peletakan pipa kapiler ke dalam *jig*, proses pengelasan, pemutaran meja sampai pengambilan pipa kapiler dari *jig*.

## 2.5. Data cycle time sebelum *improvement*

Data ini diperoleh melalui observasi waktu proses pengelasan pipa kapiler selama satu siklus *rotary table* dengan menggunakan *stopwatch*. Berikut merupakan data yang diperoleh setelah melakukan observasi tanggal 15 Desember 2020 di PT Arisamandiri Pratama disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Cycle Time Proses Pengelasan Sebelum *Improvement*

No	Pengelasan 4 Pipa Kapiler (s)	Memutar Meja (s)	Waktu Total (s)	Waktu Pengelasan Per Part
1	13.24	6.48	19.72	4.92
2	12.84	6.72	19.56	4.82
3	11.22	7.21	18.43	4.61
4	11.31	6.82	18.13	4.53
5	12.45	6.39	18.84	4.69
6	14.58	6.78	21.36	5.24
7	11.52	7.23	18.75	4.69
8	12.54	6.81	19.35	4.83
9	11.5	6.77	18.27	4.51
10	12.33	6.89	19.22	4.81
<b>Rata-Rata</b>	<b>12.35</b>	<b>6.81</b>	<b>19.16</b>	<b>4.76</b>

Tabel 3 menunjukkan bahwa untuk melakukan satu siklus pengelasan pipa kapiler membutuhkan waktu rata-rata selama 112.05 detik. Dengan rincian satu siklus penuh adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata rata waktu pengelasan} &= (\text{waktu total} \times 4 + (\text{waktu pengelasan} \times 6 \text{ part}) + \text{waktu memutar meja}) \\
 &= (19.16 \times 4) + (4.76 \times 6) + 6.81 \\
 &= 112.05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Data pengujian frekuensi inverter

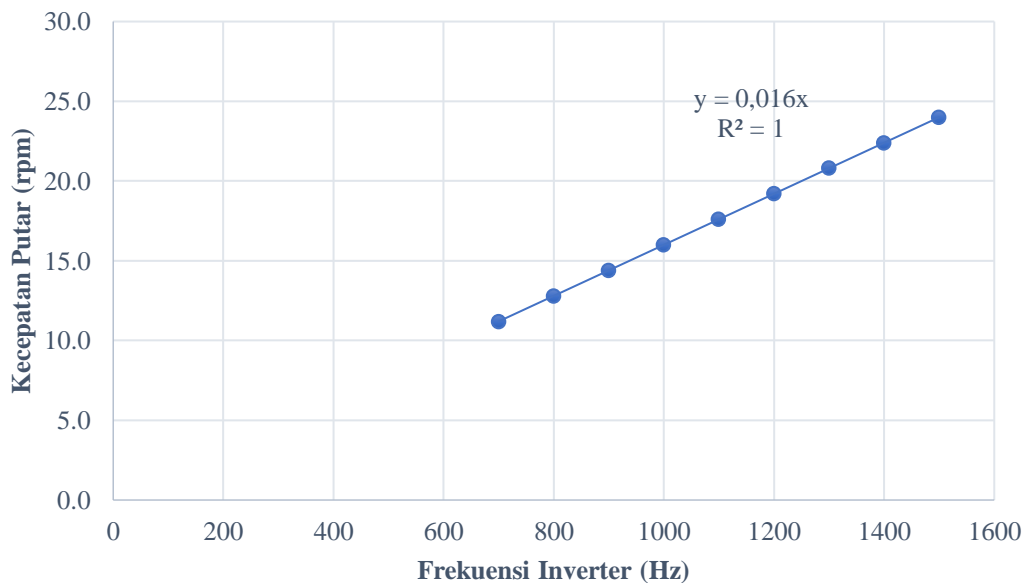
Pengujian frekuensi 700 Hz sampai 1500 Hz dengan interval 100 Hz untuk mencari kecepatan putaran *rotary table* yang paling optimal tetapi putaran *rotary table* masih dalam keadaan aman, tidak bergoyang, hasil data pengaturan interval frekuensi pengelasan di PT PT Arisamandiri Pratama Tanggal 25 Februari 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pengujian frekuensi interval pengelasan putaran *rotary table*

No	Frekuensi (Hz)	Kondisi Pipa	rpm
1.	700	Tidak Bergoyang	11.2
2.	800	Tidak Bergoyang	12.8
3.	900	Tidak Bergoyang	14.4
4.	1000	Tidak Bergoyang	16
5.	1100	Bergoyang	17.6
6.	1200	Bergoyang	19.2
7.	1300	Bergoyang	20.8
8.	1400	Bergoyang	22.4
9.	1500	Bergoyang	24

Hasil pengambilan data pada Tabel 4 didapat kecepatan maksimum dan kondisi *rotary table* dalam kondisi aman (tidak bergoyang) terdapat pada nomor 4 yaitu pada frekuensi 1000 Hz dan pada kecepatan putar *rotary table* sebesar 16 rpm.

Untuk mengetahui pengaruh dari variasi frekuensi inverter terhadap kecepatan putar *electric rotary table* dapat dibuat analisa statistik pengaruh besarnya frekuensi inverter terhadap kecepatan putar *electric rotary table* dengan level kepercayaan hingga 95% menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, pengujian dilakukan pada frekuensi 700 Hz sampai 1000 Hz dengan interval 100 Hz, hasil dari perhitungan terdapat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik pengaruh frekuensi inverter terhadap kecepatan putar meja

Berdasarkan hasil pengujian regresi linier sederhana pada Gambar 2 didapatkan nilai  $y = 0,016x$  dan nilai  $R^2 = 1$ . Suatu nilai bisa dikatakan baik jika nilai koefisien determinasi ( $R^2$ )  $> 0.5$ , sebaliknya jika nilai koefisien determinasi ( $R^2$ )  $< 0.5$  maka nilai tersebut bisa dikatakan tidak baik. Berdasarkan grafik di atas didapatkan persamaan untuk menentukan frekuensi inverter yang akan digunakan. Kecepatan putar meja standar adalah 16 rpm, maka persamaan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 y &= \text{kecepatan putar yang dibutuhkan (16 (rpm))} \\
 y &= 0,016x \\
 16 &= 0,016x \\
 x &= 16/0,016 \\
 x &= 1000 \text{ (Hz)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari persamaan regresi linier sederhana diatas didapatkan frekuensi yang paling ideal untuk menghasilkan kecepatan putar meja 16 (rpm) yaitu sebesar 1000 (Hz).

### 3.2 Data Produksi Setelah *Improvement*

Berikut disajikan tabel data produksi setelah dilakukan *improvement* berupa *electric rotary table* yang diambil di PT Arisamandiri Pratama Tanggal 25 Februari 2021 disajikan pada Tabel 5.

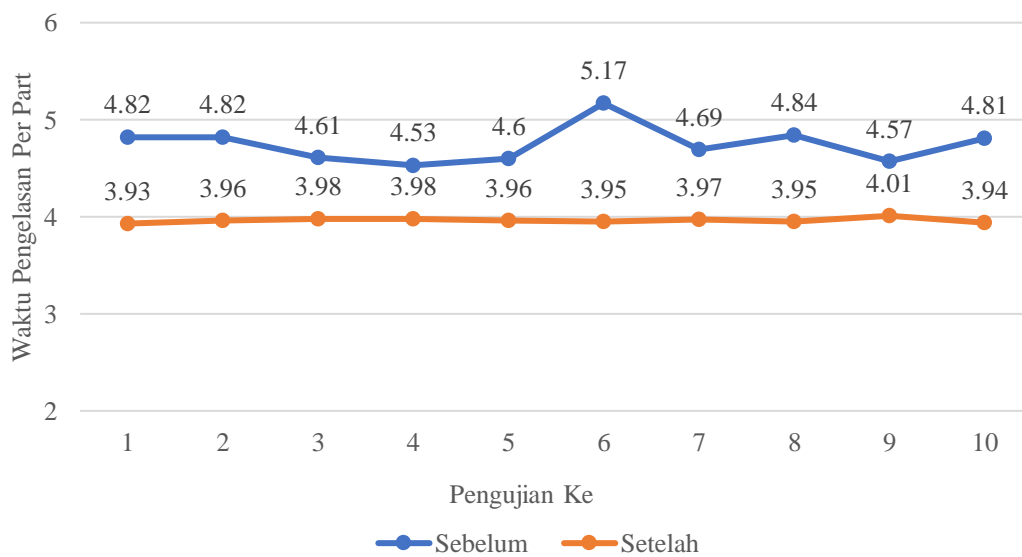
**Tabel 5.** Data produksi minggu ketiga bulan Februari

Jam Kerja	Senin (pcs)	Selasa (pcs)	Rabu (pcs)	Kamis (pcs)	Jumat (pcs)	Sabtu (pcs)
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
<b>Total</b>	<b>7485</b>	<b>7484</b>	<b>7484</b>	<b>7487</b>	<b>7484</b>	<b>7480</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>7484 (pcs)</b>					

Hasil data dari tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata produksi setelah *improvement* adalah 7484 *part*/hari dan menunjukkan peningkatan produksi sebesar 1284 *part* dari sebelumnya 6200 *part*/hari.

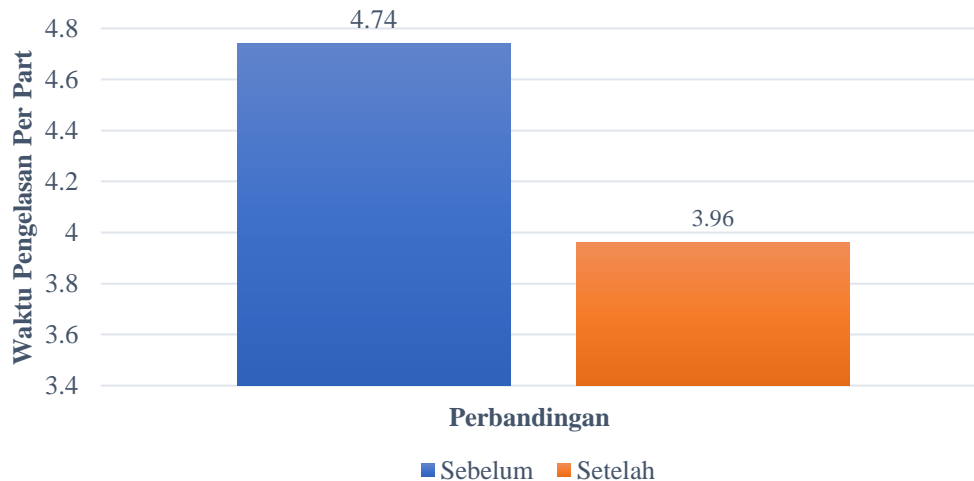
### 3.3 Perhitungan *cycle time*

Berdasarkan waktu total dari Tabel 3 dan 5 dapat dibuat analisa statistik proses pengelasan pipa yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik perbandingan *cycle time* pengelasan pipa kapiler

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa adanya penurunan *cycle time* pada proses pengelasan pipa kapiler sebelum dan sesudah *improvement*. Rata-rata perbandingan waktu pengelasan pipa kapiler bisa dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 4.** Histogram rata-rata pengelasan pipa kapiler

Data hasil pengujian akan dianalisis statistik untuk mendapatkan informasi yang digunakan sebagai penarikan kesimpulan dan pengambilan keputusan dengan menggunakan analisis uji *T model T-test : Two-sample Assuming Equal Variances* yang dibantu dengan *software Microsoft Excel*. *T-test* merupakan analisis yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata (*mean*) 2 variabel dari sampel yang berbeda dengan mengasumsikan kedua sampel tersebut memiliki varian yang sama.

### 3.4 Merumuskan hipotesis

Bila nilai probabilitas  $P.Value < 0.05$ , maka terdapat perbedaan signifikan

Bila nilai probabilitas  $P.Value > 0.05$ , maka tidak terdapat perbedaan signifikan

**Tabel 6.** Hasil pengolahan data *cycle time*

	Sebelum	Setelah
<i>Mean</i>	4,737778	3,966667
<i>Variance</i>	0,039769	0,00045
<i>Observations</i>	9	9
<i>Pearson Correlation</i>	-0,66089	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>Df</i>	8	
<i>t Stat</i>	10,80819	
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>	2,37E-06	
<i>t Critical one-tail</i>	1,859548	
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>	4,74E-06	
<i>t Critical two-tail</i>	2,306004	

Berdasarkan hasil dari Tabel 6, nilai  $P(T \leq t)$  *two-tail* adalah  $4,74 \times 10^{-6}$ . Nilai ini  $< 0.05$  yang menunjukkan bahwa nilai *cycle time* sebelum dan sesudah *improvement* berbeda, dimana setelah dilakukan *improvement cycle time* menjadi lebih cepat dibandingkan dengan proses manual (menggunakan level kepercayaan sebesar 95% dan nilai *standard error* sebesar 5 % atau  $\sigma = 0,05$ ), Sehingga dapat disimpulkan bahwa *electric rotary table* berpengaruh terhadap penurunan *cycle time* proses pengelasan pipa kapiler. Berikut adalah perhitungan penurunan *cycle time* proses pengelasan pipa kapiler:



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

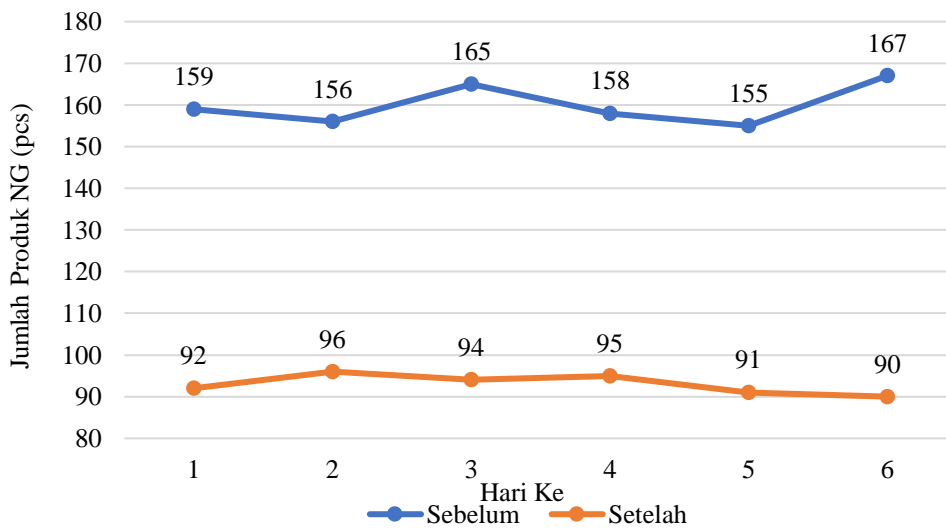
Presentase penurunan *cycle time*:

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

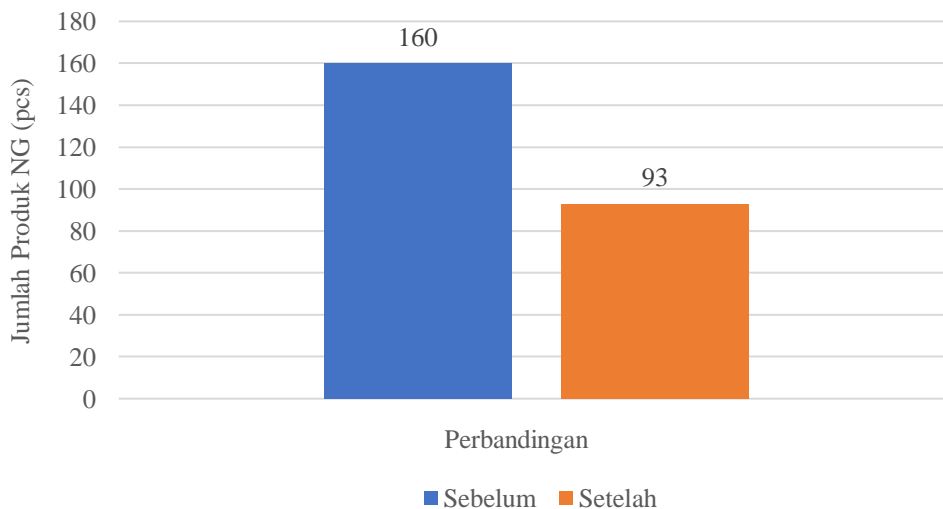
Berdasarkan hasil dari perhitungan diatas didapatkan penurunan *cycle time* sebesar 19,48 detik atau 17,38 % dalam satu siklus putaran meja dalam pengelasan pipa kapiler.

### 3.5 Produk *Not Good*

Penurunan produk pada *grade Not Good* jga terjadi setelah dilakukan *improvement*, data tabel penurunan dan perbandingan produk *Not Good* bisa dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



**Gambar 5.** Grafik perbandingan Produk *Not Good* sebelum dan sesudah *improvement*



**Gambar 6.** Histogram perbandingan produk *Not Good* Sebelum dan setelah *improvement*

Data hasil pengujian akan dianalisis statistik untuk mendapatkan informasi guna penarikan kesimpulan dan pengambilan keputusan dengan menggunakan analisis uji *T model T-test : Two-sample Assuming Equal Variances* yang dibantu dengan *software Microsoft Excel*. *T-test* merupakan analisis yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata (*mean*) 2 variabel dari sampel yang berbeda dengan mengasumsikan kedua sampel tersebut memiliki varian yang sama.

Merumuskan Hipotesis:

Bila nilai probabilitas *P.Value* < 0.05, maka terdapat perbedaan signifikan

Bila nilai probabilitas *P.Value* > 0.05, maka tidak terdapat perbedaan signifikan

**Tabel 7.** Hasil pengolahan data produk NG

	Sebelum	Setelah
<i>Mean</i>		160,2
<i>Variance</i>		29,7
<i>Observations</i>		5
<i>Pearson Correlation</i>		-0,393438954
<i>Hypothesized Mean Difference</i>		0
<i>Df</i>		4
<i>t Stat</i>		21,73767043
<i>P(T&lt;=t) one-tail</i>		1,32485E-05
<i>t Critical one-tail</i>		2,131846786
<i>P(T&lt;=t) two-tail</i>		2,6497E-05
<i>t Critical two-tail</i>		2,776445105
<i>Mean</i>		160,2

Berdasarkan hasil dari tabel 7 menggunakan level kepercayaan sebesar 95% dan nilai *standard error* sebesar 5 % atau  $\sigma = 0,05$ , nilai *P(T ≤ t) two-tail* adalah  $2,64 \times 10^{-5}$ . Nilai ini < 0.05 yang menunjukkan bahwa *electric rotary table* berpengaruh terhadap peningkatan produksi pipa kapiler. Merujuk dari data pada tabel diatas dapat dihitung persentase penurunan produk *Not Good* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penurunan Produk NG} &= \text{Rata-rata produk NG sebelum} - \text{Rata-rata produk NG setelah} \\ &= 160 \text{ (pcs/hari)} - 93 \text{ (pcs/hari)} \\ &= 67 \text{ (pcs/hari)} \end{aligned}$$

Presentase penurunan produk NG

$$\begin{aligned} &= (\text{Penurunan produk NG} / \text{Jumlah produk NG sebelum}) \times 100\% \\ &= (59 \text{ (pcs/hari)} / 160 \text{ (pcs/hari)}) \times 100\% \\ &= 41,8\% \end{aligned}$$

Penurunan produk *Noot Good* setelah dilakukan *improvement* adalah sebesar 67 pcs/hari atau 41,8% perhari.

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian variasi frekuensi untuk mendapatkan hasil yang maksimal, diperoleh frekuensi 1000 Hz dengan memperoleh kecepatan putar meja 16 rpm, menurunkan *cycle time*, dalam siklus putar meja menjadi 92,56 detik, persentase penurunan 17,38%. Untuk kapasitas produksi yang dihasilkan meningkat menjadi 935 *part*/jam dengan presentasi peningkatan sebesar 21,11%. Hasil ini sudah mampu untuk menutup target produksi pada PT Arisamandiri Pratama sebanyak 800 *part*/jam.

Untuk penelitian berikutnya bisa menambahkan lengan robot untuk meletakkan dan melepas pipa kapiler pada *rotary table* sehingga sehingga akan memangkas waktu proses peletakan dan pengambilan pipa kapiler sereta mendapatkan kepresisian yang lebih akurat.

#### Daftar Pustaka

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

- [16] Sanda., Perancangan Mekanik Penggerak Batang Kendali Reaktor Riset. *Jurnal Perangkat Nuklir*. 2013; 3 No 5(ISSN: 1978-3515), 1–6.
- [17] Saptono, Hery ; Pramono, Gatot Eka ; Khind, H. Al., Analisa Daya Dan Kontrol Kecepatan Motor Pada Alat Bantu Las Rotary Positioner Table. *Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor*, 2013; 4 No 1(ISSN: 2460-3988, e-ISSN: 2581-0979), 23–33.
- [18] Saputro, F. A., Yudo, H., & M., Studi Perhitungan Respon Struktur Pondasi Mesin Kapal Penyeberangan 1000 GT Akibat Pembebanan Statis. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 2020; 8 no 2, 167–174.
- [19] Syah, F. I., & R, S. D. W., Eddy Current Untuk Pengujian Motor Bakar. *Jurnal Sains Dan Teknologi (Saintekno)*. 2018; 16 No 1(ISSN: 0216-4566), 33–44.
- [20] Vitting, A., Janß, A., Strathen, B., Strake, M., & Radermacher, K., 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*. 2018; 590(e-ISBN: 978-3-319-60483-1,p-ISBN: 978-3-319-60482-4),
- [21] Wiryosumarto; Harsono; T.Okumura., *Teknologi Pengelasan Logam*. 2008; PT Balai Pustaka.
- [22] Yanto, Budi, *Perencanaan dan analisis meja las untuk proses perbaikan Bottom Core pada molding pelek di PT Pakoakuina, Skripsi Universitas Negeri Jakarta*. 2015.