

# Perancangan Alat Prediksi *Cycle Time* menggunakan *Macro Excel* dengan Metode Regresi Linear pada Produksi 1 *Line 4* CV. Sinar Baja Electric

Jefferson Adrian Halim<sup>1</sup>, I Gede Agus Widayana<sup>2</sup>

**Abstract:** In a manufacturing company, cycle time is the most crucial thing for a company. As a manufacturing company CV. Sinar Baja Electric does not have an accurate cycle time in every product, so there are some products that still do not have the suitable cycle time, which makes the productions become less effective and efficient. Therefore, an improvement is needed on the inaccurate cycle time. The improvement is intended for the company so that they can have a cycle time in every product that helps in every production process. Statistical test, statistical description analysis, standard time, hypothesis test and linear regression methods are used in this research. Later, data processing will be used for designing a cycle time prediction tool, using the macro excel with the visual basic application tool. Therefore the cycle time prediction tool can be used for predicting the cycle time in a product based on the processes.

**Keywords:** cycle time; standard time; prediction; regression; speaker production

## Pendahuluan

CV. Sinar Baja Electric merupakan salah satu perusahaan manufaktur terbesar di Indonesia yang memproduksi berbagai jenis *speaker*. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 1981 yang terletak di kota Surabaya, Jawa Timur. Contoh *speaker* yang diproduksi pada perusahaan ini adalah HiFi, *speaker* mobil, *speaker* langit-langit, *speaker* TV, dan lain-lain. Untuk melakukan proses produksi perusahaan memiliki beberapa fasilitas mulai dari memproduksi *voice coil*, *metal frame*, fasilitas pengecatan, fasilitas *zinc plating*, dan lain-lain. Tentunya di era industri 4.0 selama proses produksi yang berjalan perusahaan menerapkan system yang terintegrasi dengan menggunakan *software Queen and Drive (QAD)*. *Software* ini digunakan untuk mempermudah dalam mengetahui informasi yang dibutuhkan, contohnya seperti *cycle time* dan kapasitas produksi yang nantinya akan digunakan sebagai data untuk memenuhi kebutuhan *customer*. Namun saat ini perusahaan belum memiliki *database cycle time* yang lengkap dan valid, hingga ada beberapa produk yang tidak memiliki *cycle time* yang terverifikasi. Sehingga perusahaan kesulitan untuk melakukan perancangan dan pengendalian produksi yang akurat yang disebabkan ketidakakuratan *cycle time* yang ada. Oleh karena itu perusahaan ingin melakukan *improvement* terhadap permasalahan

ketidakakuratan *cycle time* yang ada. Sehingga penelitian ini akan berfokus pada salah satu lini produksi yang ada pada perusahaan yaitu pada produksi 1 *line 4*. Nantinya *improvement* yang diberikan yaitu untuk merancang sebuah alat prediksi *cycle time* yang dapat membantu perusahaan untuk memprediksi *cycle time* secara akurat.

## Metode Penelitian

Pada bab ini akan diulas mengenai metode penyelesaian permasalahan dengan merancang sebuah alat prediksi *cycle time*. Ada beberapa metode yang digunakan seperti *time study*, uji signifikansi dan hipotesis, regresi dan *macro excel*.

## Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data diawali dengan identifikasi masalah yang ditemukan pada perusahaan. Dari permasalahan yang ditemukan dilakukan pengumpulan dengan cara wawancara dan observasi lapangan. Pengumpulan data dengan wawancara dilakukan dengan cara wawancara terhadap *supervisor line 4* pada perusahaan. Dimana dari wawancara didapatkan data mengenai *sub operation* apa saja yang memiliki *cycle time* yang berbeda signifikan berdasarkan cara pengerjaan maupun hal lainnya. Selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan cara observasi lapangan yang nantinya akan mendapatkan beberapa data seperti *cycle time* dan kemampuan pekerja. Sehingga dari

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: jeff.adrian1606@gmail.com, gede@petra.ac.id

data yang dikumpulkan nantinya dapat diolah pada tahap selanjutnya.

### Time Study

Dalam melakukan proses produksi, *time study* atau pengukuran waktu kerja merupakan sebuah hal yang penting bagi sebuah perusahaan. Pengukuran ini dilakukan terhadap operator maupun pekerjaan yang dilakukan. Hal ini wajib dilakukan dikarenakan akan menjadi tolak ukur untuk melakukan kegiatan perencanaan dan pengendalian produksi. Menurut Wignosoebroto [1] pengukuran waktu kerja adalah metode keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Teknik pengukuran kerja yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengukuran kerja secara langsung, yaitu pencatatan waktu yang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung oleh operator terhadap elemen-elemen kerja yang dibagi secara detail dan bisa diamati dan diukur. Salah satu metode dalam pengukuran waktu kerja secara langsung adalah *stopwatch time study*. Cara kerja metode ini yaitu dengan pengambilan data menggunakan *stopwatch* dengan sistem *lapping* dari setiap *output* yang dihasilkan.

### Uji Normalitas

Setelah dilakukan pengumpulan data waktu proses setiap *sub operation*, maka dilakukan uji normalitas yang bertujuan untuk membuktikan bahwa data yang didapatkan berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *chi squared*. Dimana metode ini cocok untuk data yang berjumlah lebih dari 20 data.

### Uji Keseragaman

Pada tahap ini dilakukan uji keseragaman data setelah dilakukan uji normalitas. Uji ini dilakukan untuk menentukan bahwa apakah setiap data memiliki deviasi yang normal atau tidak terlalu berbeda dari nilai rata-ratanya. Hal ini dimaksud untuk mengetahui bahwa perilaku model sistem berada pada kondisi yang relative tidak begitu memiliki fluktuasi.

### Uji Kecukupan

Pada tahap ini dilakukan uji kecukupan setelah dilakukan uji normalitas dan uji keseragaman. Uji kecukupan dilakukan dikarenakan dalam pengambilan data, tidak selalu mendapatkan data pengukuran yang konsisten dan objektif. Sehingga nantinya hasil uji tersebut akan dapat mewakili data tersebut. Perhitungan uji kecukupan menggunakan

rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \times \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \quad (1)$$

Dimana  $N'$  = Jumlah pengamatan minimal yang dibutuhkan,  $k$  = tingkat keyakinan,  $s$  = tingkat ketelitian,  $Xi$  = waktu pengamatan ke- $i$

### Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* merupakan sebuah peran sangat yang penting dalam meningkatkan jumlah produksi maupun mengurangi biaya-biaya yang timbul akibat pekerjaan yang tidak efektif. Waktu siklus ini didapatkan dari data yang sudah dilakukan tahap pengujian sebelumnya. *Cycle time* itu sendiri adalah berapa lama waktu untuk menghasilkan suatu *output* (Hasanah et al. [2]). Adapun perhitungan *cycle time* adalah sebagai berikut:

$$W_s = \frac{\sum Xi}{N} \quad (2)$$

Dimana  $\sum Xi$  = jumlah grup pengamatan dan  $N$  = jumlah sampel

### Waktu Normal

Setelah dilakukan perhitungan waktu siklus, kemudian dilakukan perhitungan waktu normal. Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar pada kemampuan rata-rata (Hidayattuloh [3]). Perhitungan waktu normal dapat menggunakan rumus:

$$W_n = P \times W_s \quad (3)$$

Dimana  $P$  = *performance rating*. *Performance rating* dapat digunakan sebagai dasar terhadap kemampuan yang dimiliki operator baik secara langsung maupun tidak langsung. Penilaian *performance rating* pada penelitian ini menggunakan *Westinghouse*. Terdapat beberapa faktor penilaian antara lain kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan kekonsistenan pekerja (*consistency*). Perhitungan *performance rating* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$P = 1 + (\text{skill} + \text{effort} + \text{condition} + \text{consistency}) \quad (4)$$

### Waktu Baku

Setelah menentukan waktu normal, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu baku. Perhitungan waktu baku dapat dilakukan dengan rumus:

$$W_b = W_n \times (1 + A) \quad (5)$$

Dimana  $A$  = nilai *allowance*. *Allowance* itu sendiri adalah faktor kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya (Widagdo [4]). *Allowance* ini biasanya diberikan untuk mentoleransi hal-hal yang tidak bisa ditunda seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan gangguan lainnya yang mungkin terjadi.

### Uji Signifikansi dan Hipotesis

Pengujian signifikansi dan hipotesis dilakukan untuk membuktikan bahwa kedua variabel atau lebih memiliki pengaruh yang signifikan atau tidak. Pengujian signifikansi pada penelitian ini dapat menggunakan Uji-t ataupun ANOVA. Penerapan Uji-t dapat dilakukan ketika ingin membandingkan antara dua variabel saja, sedangkan untuk penerapan ANOVA dilakukan ketika membandingkan lebih dari 2 variabel. Pengujian dilakukan dengan signifikansi level 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). Bila nilai signifikan  $t > 0,05$  maka  $H_0$  diterima, dimana memiliki arti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen. Sedangkan apabila nilai signifikan  $t < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak, dimana memiliki arti terdapat pengaruh yang signifikan antara satu variabel variabel independen terhadap variabel dependen.

### Regresi

Penggunaan regresi linear banyak digunakan dalam perhitungan hasil akhir untuk penulisan karya ilmiah / penelitian. Metode ini merupakan salah satu cara untuk mengkaji hubungan antara satu variabel. Dalam penerapan metode regresi terdapat 2 metode yang dapat digunakan yaitu regresi linear dan regresi non-linear. Pada penelitian ini akan menggunakan regresi non-linear polinomial dikarenakan memiliki nilai yang lebih akurat / baik. Regresi non-linear merupakan suatu metode analisis regresi untuk mendapatkan model non linier yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Apabila hubungan antara variabel terikat ( $Y$ ) dan Variabel bebas ( $X$ ) bersifat non-linear, artinya apabila digambarkan dalam *scatterplot* tidak mengikuti garis lurus tetapi mengikuti suatu bentuk kurva tertentu. Pada penelitian ini menggunakan persamaan regresi non-linear dengan metode polinomial, persamaan regresinya adalah sebagai berikut

$$Y = AX^2 + BX + C \quad (6)$$

### *R Squared*

Dalam melakukan regresi tentunya juga

memerlukan perhitungan terhadap nilai error yang ada. Dikarenakan perhitungan regresi ini tidak selalu 100% akurat, sehingga diperlukan pembuktian terhadap hasil prediksi untuk menentukan baik atau tidaknya model yang ada. Pembuktian model ini menggunakan *R squared*, *R squared* itu sendiri merupakan angka yang berkisar 0 sampai 1 yang mengindikasikan besarnya kombinasi variabel independen secara bersama-sama mempengaruhi nilai variabel dependen. Perhitungan *R squared* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{Error}}{SS_{Total}} = 1 - \frac{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} \quad (7)$$

Dimana  $Y_i$  = observasi respon ke-i,  $\bar{Y}$  = rata-rata,  $\bar{Y}_i$  = prediksi respon ke-i.

### *Macro & Visual Basic Application*

Banyak fitur yang terdapat di dalam *microsoft excel*, salah satunya adalah *macro*. *Macro* adalah operasi atau sekumpulan operasi yang digunakan untuk otomatisasi suatu tugas (Yang dan Rahardjo [5]). *Macro* itu sendiri merupakan cabang pemrograman, sehingga dalam menjalankannya dapat menggunakan *Visual Basic Application* (VBA). VBA itu sendiri merupakan *script* dalam membuat *macro excel* yang didalamnya terdapat berbagai rumus excel. Nantinya *macro* ini akan digunakan sebagai *tool* yang digunakan untuk merancang alat prediksi *cycle time*

## Hasil dan Pembahasan

### Pengumpulan Data

Tahap awal dalam pengumpulan data yaitu melakukan wawancara terhadap *supervisor line 4*. Dari hasil wawancara didapatkan identifikasi *sub operation* yang berpengaruh terhadap perbedaan *cycle time*. Ada beberapa *sub operation* yang memiliki cara pengerjaan yang berbeda, contohnya ada jenis *speaker* kotak dan bulat sehingga memiliki perbedaan *cycle time* yang signifikan. Hal ini didapatkan tidak hanya melalui wawancara namun juga pengamatan secara langsung. Setelah didapatkan identifikasi pada setiap *sub operation* maka dilakukan pengambilan data dengan cara observasi lapangan dengan menggunakan metode *stopwatch time study*. Berikut ini pada Tabel 1 merupakan contoh pengambilan data observasi pada *sub operation* pembersihan magnet.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat pengambilan data dilakukan dengan minimal 30 *output* pada *sub operation* tersebut. Data yang diambil tentunya

**Tabel 1.** Waktu observasi pembersihan magnet

No.	Sub operation pembersihan magnet (second)
1	0,95
2	0,66
3	0,63
15	0,70
16	0,77
28	0,85
29	0,80
30	0,94

harus diolah terlebih dahulu dengan cara melakukan tahap uji data. Hal ini dikarenakan agar data mendapatkan hasil yang akurat dan valid sesuai dengan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Adapun juga data nama operator yang digunakan sebagai tolak ukur dalam mengerjakan suatu *sub operation* yang ada sebagai berikut:

**Tabel 2.** Waktu observasi pembersihan magnet

Nama sub operation	Nama operator
Pembersihan magnet	Juariah
Pembersihan yoke	Juariah
Pengeleman magnet & yoke	Sumaidah
Pemasangan <i>voice coil</i> ke VCG	Wiwik
Pengeleman <i>spider landing</i> & pecah keling	Fahyudi
Pemotongan kabel <i>connector</i>	Heni
Pengeleman <i>chamber / cover magnet</i>	Heni
Pemasangan <i>chamber</i>	Atik

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui suatu *sub operation* dikerjakan oleh suatu operator. Tentunya operator tersebut akan menjadi tolak ukur dalam mengerjakan suatu *sub operation*, dikarenakan nantinya data akan diolah pada tahap selanjutnya. Sehingga nantinya akan dapat digunakan untuk melakukan perhitungan hingga mendapatkan waktu baku yang valid untuk suatu *sub operation*.

**Pengujian Data**

Pada tahap ini dilakukan validasi data yang ada dengan menggunakan uji statistik yang ada. Pengujian dilakukan dengan 4 tahap yaitu uji normalitas, uji keseragaman, uji kecukupan dan uji signifikansi

**Uji Normalitas**

Tahap awal yang dilakukan untuk memvalidasi data adalah uji normalitas. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan metode *chi square*, dikarenakan data yang akan diuji sejumlah  $> 20$  data. Berikut adalah contoh hasil perhitungan uji normalitas pada *sub operation* pembersihan magnet.

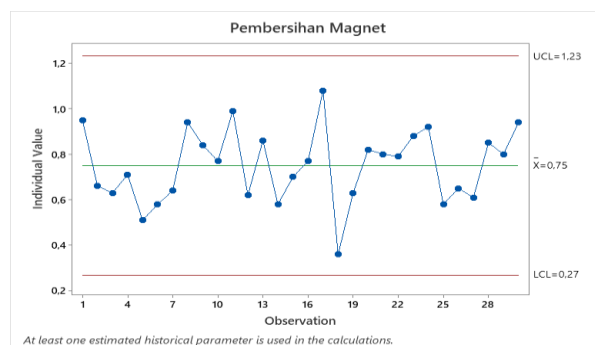
distribution	Chi Squared
Normal	2.53 (3)
detail	
Normal	
mean =	0.748667
sigma =	0.159473
Chi Squared	
total classes	4
interval type	equal probable
net bins	4
chi**2	2.53
degrees of freedom	3
alpha	5.e-002
chi**2[3,5.e-002]	7.81
p-value	0.469
result	DO NOT REJECT

**Gambar 1.** Uji normalitas pembersihan magnet

Berdasarkan hasil uji normalitas diatas data akan dikatakan berdistribusi normal apabila apabila *result* mengatakan “do not reject” maka data tersebut berdistribusi normal sedangkan jika *result* mengatakan “reject” maka data tersebut tidak berdistribusi normal. Selain itu hasil uji normalitas dapat juga melihat dari nilai *chi*, apabila nilai *chi* tabel  $>$  *chi* uji maka data berdistribusi normal.

**Uji Keseragaman**

Setelah mendapatkan hasil uji normalitas, selanjutnya yang dilakukan adalah uji keseragaman data. Apabila terdapat data yang melebihi batas atau *outlier* maka data tersebut harus dibuang dan harus kembali ke tahap sebelumnya yaitu uji normalitas. Pada grafik uji keseragaman terdapat keterangan UCL,  $\bar{x}$ , dan LCL yang menunjukkan batas atas, rata-rata, dan batas bawah dari data tersebut. Berikut ini adalah contoh hasil dari uji keseragaman data pada *sub operation* pembersihan magnet.



**Gambar 2.** Uji keseragaman pembersihan magnet

Dapat dilihat pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa data tersebut seragam satu dengan yang lain. Hal ini dapat dilihat dari persebaran data yang tidak melebihi nilai UCL maupun LCL.

**Uji Kecukupan**

Setelah mendapatkan hasil uji normalitas dan uji keseragaman maka tahap selanjutnya adalah uji kecukupan data. Hasil uji kecukupan dapat

dikatakan cukup apabila nilai  $N > N'$ , apabila setelah hasil pengujian data dinyatakan belum cukup maka harus dilakukan tahap pengambilan data lagi dan kembali melakukan uji normalitas. Berikut ini merupakan contoh perhitungan uji kecukupan pada *sub operation* pembersihan magnet.

$$N' = \left[ \frac{0,95}{0,05} \sqrt{30 \times 17,58^2 - (504,45)^2} \right]^2$$

$N' = 16,38$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa data tersebut cukup. Hasil ini dikarenakan nilai  $N'$  yaitu 16,30 < nilai  $N$  yaitu 30.

### Uji Signifikansi

Ketika sudah melakukan ketiga tahap awal pengujian yaitu uji kenormalan, uji keseragaman dan uji kecukupan maka data dapat diolah pada tahap uji signifikansi. Uji signifikansi hanya dilakukan terhadap *sub operation* yang memiliki perbedaan signifikan terhadap *cycle time* sesuai dengan hasil pengumpulan data melalui wawancara dengan *supervisor*. Berikut ini merupakan salah satu contoh hasil uji-t pada *sub operation* pengelangan terminal.

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
1 Terminal	30	3,450	0,535	0,098
2 Terminal	30	8,394	0,603	0,11

#### Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
-4,944	(-5,238; -4,649)

#### Test

Null hypothesis  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$   
 Alternative hypothesis  $H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
-33,58	57	0,000

Gambar 3. Uji-t pengelangan terminal

Dapat dilihat pada Gambar 3 hasil uji signifikansi pengelangan terminal memiliki nilai *p-value* sebesar 0, dimana nilai ini < 0,05. Sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan signifikan dalam pengelangan 1 terminal dan 2 terminal. Selain uji-t juga ada pengujian signifikansi menggunakan uji ANOVA untu data yang berjumlah lebih dari dua. Contoh uji ANOVA pada *sub operation* pemasangan *tinsel lead* ke terminal & pelilitan *voice coil wire* dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil uji ANOVA pada Gambar 4 didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,009, dimana nilai ini < 0,05. Oleh karena itu dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan terhadap data yang diuji.

### Factor Information

Factor	Levels	Values
Factor	5	3 inch; 4 inch; 5 inch; 6 inch; 8 inch

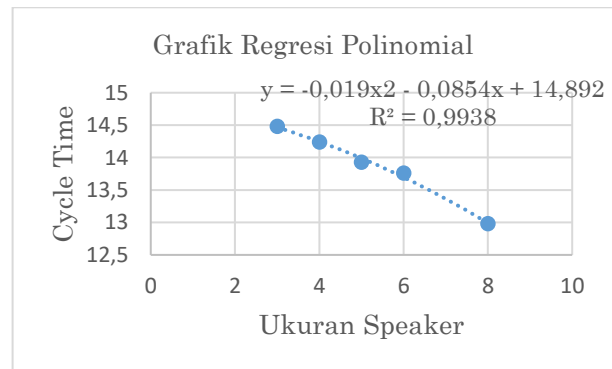
### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	4	39,25	9,813	3,49	0,009
Error	145	408,13	2,815		
Total	149	447,38			

Gambar 4. Uji ANOVA pemasangan *tinsel lead* ke terminal & pelilitan *voice coil wire*

### Perhitungan Regresi dan R Squared

Sebelum melakukan regresi adapun tahap-tahap yang harus dilewati yaitu tahap uji normalitas, tahap uji keseragaman, tahap uji kecukupan dan tahap uji signifikansi. Perhitungan regresi ini hanya dilakukan terhadap data yang memiliki perbedaan *cluster* yang sudah dinyatakan melalui uji signifikansi. Perhitungan regresi ini dilakukan bertujuan untuk memprediksi suatu data pada waktu tertentu. Metode regresi yang digunakan pada penelitian ini adalah regresi non-linear polinomial. Berikut ini contoh hasil perhitungan regresi non-lienar pada *sub operation* pemasangan *tinsel lead* ke terminal & pelilitan *voice coil wire* dalam bentuk grafik.



Gambar 5. Grafik regresi polinomial pemasangan *tinsel lead* ke terminal & pelilitan *voice coil wire*

Pada Gambar 5 dapat dilihat persamaan regresi polinomialnya yaitu  $Y' = -0,019X^2 - 0,0854X + 14,892$ . Sedangkan untuk nilai *R squared*nya memiliki nilai 0,9938, dimana nilai ini mendekati angka 1. Hal ini menunjukkan bahwa hasil regresi polinomial memiliki hasil yang akurat dan sesuai dengan keadaan lapangan.

### Perhitungan Waktu Baku

#### Waktu Siklus

Tahapan awal dalam perhitungan waktu baku adalah perhitungan waktu siklus. Perhitungan

waktu siklus ini dilakukan terhadap seluruh *sub operation* yang ada pada *line 4*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu siklus pada *sub operation* pembersihan magnet.

$$W_s = \frac{\Sigma 0,95 + 0,66 + 0,63 + \dots + 0,7 + 0,77 + \dots + 0,85 + 0,8 + 0,94}{30}$$

$$W_s = 0,75$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus diatas didapatkan waktu siklusnya yaitu 0,75 detik.

### **Waktu Normal**

Tahap selanjutnya setelah melakukan perhitungan waktu siklus yaitu dilakukan perhitungan waktu normal. Dalam menentukan *performance rating* dilakukan dengan cara mengkonversikan *skill matrix* operator ke dalam *westing house*. Dengan hal ini penentuan *performance rating* disesuaikan dengan kemampuan atau skill yang sudah dinilai oleh perusahaan itu sendiri. Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu normal pada *sub operation* pembersihan magnet.

$$W_n = (1 + (0,08 + 0,08 + 0,04 + 0,03)) \times 0,75$$

$$W_n = 0,92$$

Berdasarkan perhitungan waktu normal diatas didapatkan waktu normalnya yaitu 0,92 detik.

### **Waktu Baku**

Tahap terakhir yaitu perhitungan waktu baku, nantinya waktu baku akan dijadikan sebagai waktu standar suatu *sub operation*. Dalam perhitungan waktu baku terdapat variabel *allowance*. *Allowance* yang diberikan oleh perusahaan yaitu sebesar 2,5%. nilai ini diberikan dikarenakan perusahaan mengasumsi semua pekerja sudah mampu. Selain itu apabila pekerja memerlukan istirahat maupun hal yang harus meninggalkan pekerjaannya maka selalu ada operator pengganti untuk melakukan pekerjaannya, sehingga proses produksi tetap berjalan. Berikut ini merupakan contoh perhitungan waktu baku pada *sub operation* pembersihan magnet.

$$W_b = 0,92 \times (1 + 2,5\%)$$

$$W_b = 0,94$$

Berdasarkan perhitungan waktu baku diatas didapatkan waktubakunya yaitu 0,94 detik.

### **Perancangan Alat Prediksi**

Untuk menampilkan hasil perhitungan dari pengolahan data waktu setiap *sub operation* yang sudah diolah menjadi waktu standar / waktu baku akan menggunakan *software excel*. Penggunaan

*software excel* ini menggunakan *tools* yang ada didalamnya yaitu *macro excel*. Untuk menjalankan *macro* tentunya diperlukan *script* yang terdapat pada menu *visual basic*, *macro* tersebut nantinya akan digunakan untuk menampilkan data dan memprediksi *cycle time* sebuah produk. *Macro excel* dengan *visual basic* dirancang untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat memudahkan penggunaannya. Tampilan alat prediksi *cycle time* yang telah dirancang menggunakan *macro excel* dapat dilihat pada Gambar 6.

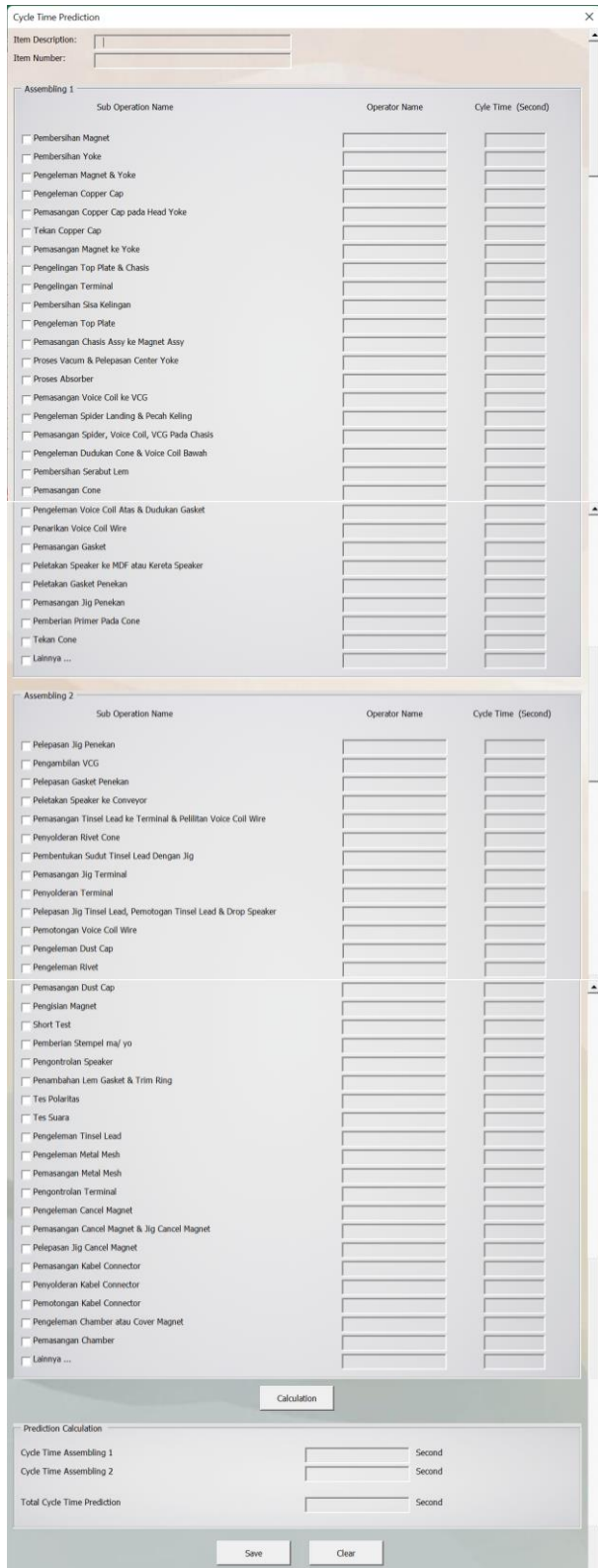
Pada Gambar 6 dapat dilihat tampilan alat prediksi yang akan digunakan untuk memprediksi suatu *cycle time* sebuah produk. Nantinya dalam menggunakan alat prediksi ini pertama operator harus memasukan *item number* dan *item description* produk yang akan diprediksi. Kemudian operator harus memilih *sub operation* apa saja yang dibutuhkan dalam memproduksi sebuah produk, pemilihan *sub operation* ini dilakukan pada *assembling 1* dan *assembling 2*. Dalam melakukan pemilihan pada *sub operation* yang ada nantinya *cycle time* akan muncul pada *textbox cycle time* pada *sub operation* tersebut, namun pada *textbox* nama operator dapat di *input* secara manual sesuai dengan operator yang mengerjakan *sub operation* tersebut.

### **Analisa dan Pembahasan**

Pada tahap analisa dan pembahasan dilakukan pengolahan data dengan membandingkan hasil prediksi, standar *run time*, dan juga aktual *run time*. Sebelumnya pada perusahaan arti *run time* sama dengan *cycle time* yaitu waktu yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk. Maka dari itu Ketiga variabel tersebut nantinya akan dibandingkan dengan satuan yang sama yaitu *man second / pcs*. Hal ini bertujuan untuk dapat melakukan tahap verifikasi dan validasi. Sehingga nantinya dapat dianalisa apakah hasil prediksi sudah sesuai dan dapat diaplikasikan pada perusahaan atau tidak. Analisa yang dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dengan data aktual terhadap data standar dengan aktual.

### **Run Time Data Prediksi**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data terhadap hasil prediksi yang didapatkan dari alat prediksi yang sudah dirancang. Berdasarkan alat prediksi yang dirancang mendapatkan hasil pada *assembling 1 (operation 10)* dan *assembling 2 (operation 20)* dengan satuan *second*. Sehingga untuk melakukan analisa maka dari hasil prediksi tersebut harus diolah untuk mendapatkan hasil *man second / pcs*. Hasil rekapitulasi dari perhitungan *run time* data prediksi dapat dilihat pada Tabel 3.



**Gambar 6.** Tampilan alat prediksi *cycle time*

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil perhitungan data *run time* prediksi yang didapatkan.

**Tabel 3.** Rekapitulasi perhitungan *run time* data prediksi

Item number	Operation	Cyle time (man second / pcs)	Jumlah operator
1C006FDHT004	10	61,60	22
	20	91,06	29
1H003FSBW003	10	78,68	28
	20	127,60	29
1H350FYMA002	10	100,99	28
	20	118,56	26
1H005FYMA002	10	84,50	26
	20	118,32	29
1H004WYMH007	10	84,50	26
	20	125,84	26

**Run Time Data Standar**

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dari *database* perusahaan terhadap standar *run time* pada suatu produk. Standar *run time* yang ada pada *database* merupakan waktu standar yang ditetapkan oleh perusahaan untuk memproduksi sejumlah produk. Berikut ini merupakan *run time* standar yang dimiliki perusahaan.

**Tabel 4.** Rekapitulasi standar *run time*

Item number	Operation	Cyle time (man second / pcs)	Jumlah operator
1C006FDHT004	10	58,67	22
	20	77,54	28
1H003FSBW003	10	68,70	25
	20	109,92	28
1H350FYMA002	10	94,91	29
	20	122,93	28
1H005FYMA002	10	94,91	29
	20	100,80	28
1H004WYMH007	10	74,57	29
	20	100,80	28

Pada Tabel 4 dapat dilihat standar *run time* yang dimiliki perusahaan pada setiap produk yang dianalisa.

**Run Time Data Aktual**

Pada tahap ini dilakukan pengambilan dan pengolahan data aktual dari *database* yang dimiliki perusahaan. Pengambilan data dilakukan terhadap beberapa waktu proses produksi dan dihitung rata-rata, hal ini dilakukan agar data yang diambil tidak bias dan dapat mewakili produk tersebut. Hasil rekapitulasi data aktual yang sudah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 dapat dilihat aktual *run time* yang sudah diolah dari beberapa waktu proses produksi. Aktual *run time* ini merupakan waktu aktual selama

**Tabel 5.** Rekapitulasi aktual *run time*

Item number	Operation	Cyle time (man second / pcs)	Jumlah operator
1C006FDHT004	10	57,29	22
	20	82,85	29
1H003FSBW003	10	77,04	28
	20	142,40	29
1H350FYMA002	10	94,75	28
	20	111,43	26
1H005FYMA002	10	88,24	26
	20	123,98	29
1H004WYMH007	10	78,25	26
	20	114,05	26

proses produksi berlangsung dengan jumlah produk tertentu.

**Verifikasi dan Validasi**

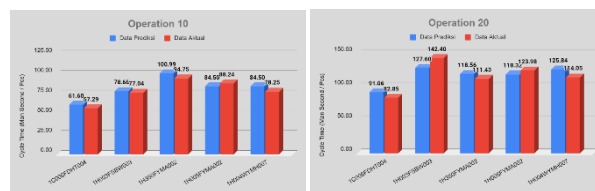
Pada tahap ini dilakukan perbandingan dari ketiga variabel yang sudah didapatkan yaitu *run time* prediksi, standar *run time* dan aktual *run time*. Dari verifikasi dan validasi ini dapat dilakukan analisa apakah alat prediksi memiliki keefektifan yang baik dalam memprediksi *cycle time*. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perbandingan dari beberapa produk berdasarkan hasil prediksi terhadap aktual dan standar *run time* terhadap aktual dengan persentase *error* yang ada.

**Tabel 6.** Perbandingan data prediksi dan data standar terhadap aktual

Item number	Operation	Error prediksi dengan aktual (%)	Error standar dengan actual (%)
1C006FDHT004	10	7,52%	2,41%
	20	9,90%	6,41%
1H003FSBW003	10	2,13%	10,83%
	20	10,39%	22,81%
1H350FYMA002	10	6,58%	0,17%
	20	6,39%	10,32%
1H005FYMA002	10	4,24%	7,56%
	20	4,57%	18,70%
1H004WYMH007	10	7,99%	4,70%
	20	10,34%	11,62%
Rata-rata		7,01%	9,55%

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil perbandingan data prediksi dengan aktual memiliki nilai *error* 7,01%. Sedangkan nilai *error* perbandingan data standar dengan aktual yaitu 9,55%. Hal ini menunjukan alat prediksi yang sudah dirancang memiliki tingkat keakuratan yang lebih baik dan sesuai dengan keadaan di lapangan produksi dibandingkan data standar. Selain itu dari hasil prediksi yang memiliki nilai *error* lebih baik, verifikasi dan validasi terhadap hasil dari alat

prediksi dapat dianalisis menggunakan grafik sebagai berikut.



**Gambar 7.** Grafik perbedaan hasil prediksi dengan aktual

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat terjadinya perbedaan antara hasil prediksi dengan data aktual. Perbedaan yang terjadi pada setiap produk tidak memiliki suatu *trend* tertentu. Hal ini menunjukkan bila terjadinya perbedaan yang fluktuatif maka dapat dikatakan data tersebut akurat.

**Kesimpulan**

Berdasarkan permasalahan pada CV. Sinar Baja Electric yaitu ketidakakuratan *cycle time* maka dilakukan *improvement* dengan merancang sebuah alat prediksi *cycle time*. Alat yang dirancang tersebut memiliki hasil yang lebih baik dari standar dalam memprediksi *cycle time*, hal ini dikarenakan alat prediksi memiliki nilai *error* yang lebih kecil yaitu 7,01% dibandingkan standar yaitu 9,55%. Sehingga dapat dikatakan hasil alat prediksi lebih akurat dan sesuai dengan keadaan lapangan. Tentunya dengan alat ini perusahaan dapat memprediksi *cycle time* terhadap sebuah produk maupun produk baru secara akurat.

**Daftar Pustaka**

1. Wignjosoebroto, S., *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Guna Widya, 2008.
2. Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M., Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril di Industri Farmasi, *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 7(2), 2020, pp. 88-94.
3. Hidayattuloh, F. A., *Penerapan Pengukuran Produktivitas dengan Pendekatan Waktu Baku di CV. Dua Saudara*, Tugas Akhir, Jurusan Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Ekuitas, Bandung, 2015.
4. Widagdo, G. U., Analisis Perhitungan Waktu Baku dengan Menggunakan Metode Jam Henti pada Produk Pulley di CV. Putra Mandiri Jakarta, *Jurnal PASTI*, 12(2), 2018, pp. 169-183.
5. Yang, M. & Rahardjo, B., Perancangan Aplikasi Macro untuk Meningkatkan Efisiensi Perencanaan Produksi Divisi PPIC, *Jurnal Titra*, 6(2), 2018, pp. 339-344.