

# Peningkatan Proses Pembersihan Strip Pelapis Dari Manual ke Semi Otomatis

Senanjung Prayoga<sup>1\*</sup> and Angga Adi Pramana<sup>1\*</sup>

\* Politeknik Negeri Batam

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Mekatronika

Batam Center, Jl. Ahmad Yani, Kepulauan Riau 29461, Indonesia

E-mail: senanjung@polibatam.ac.id, anggaadipramana8@gmail.com

## Abstrak

Memproduksi sensor NTC melewati proses *electrostatic coating* / pelapisan NTC menggunakan bubuk. Sebelum memasuki proses *electrostatic coating*, NTC diletakkan pada strip (besi berbahan *stainless*) dan direkatkan menggunakan isolasi agar NTC tidak terjatuh. Kemudian NTC akan melewati beberapa proses sampai dengan proses *untapping*. Proses *untapping* bertujuan melepaskan isolasi dari NTC. Saat isolasi dilepas dari NTC, lem bekas isolasi menempel pada strip. Untuk memulai kembali ke proses awal dibutuhkan strip yang bersih, sehingga manpower harus melakukan pembersihan strip secara manual. Oleh karena itu dilakukan sebuah inovasi dengan membuat mesin untuk mengubah proses pembersihan strip dari manual ke semi otomatis. Penelitian ini ditujukan pada proses *brushing station* untuk mendapatkan parameter yang bagus guna menghasilkan strip yang bersih. Menggunakan metode *Design of Experiment* untuk mendapatkan parameter yang menjadi ketetapan prosedur di *brushing station*. Dari hasil pengujian didapat nilai parameter pada penekanan *brush* 3.6 mm dengan kecepatan motor 5000 Rpm dapat menghasilkan strip yang bersih.

**Kata kunci:** Semi Otomatis, *Design of Experiment*, Parameter, *Brushing Station*, Strip.

## Abstract

*Producing NTC sensors through an electrostatic coating process / NTC coating using powder. Before entering the electrostatic coating process, NTC is placed on a strip (stainless steel) and glued using insulation so that the NTC does not fall off. Then NTC will go through several processes up to the untapping process. The untapping process aims to remove the isolation from NTC. When the insulation is removed from the NTC, the glue from the insulation sticks to the strip. To start back to the initial process requires a clean strip, so Manpower has to do the strip manually. Therefore, an innovation was made by making a machine to change the strip process from manual to semi-automatic. This research is aimed at the brushing station process to obtain good parameters to produce clean strips. Using the Design of Experiment method to get the parameters that become the provisions of the procedure at the brushing station. From the test results, the parameter values obtained by pressing the brush of 3.6 mm with a motor speed of 5000 Rpm can produce clean strips.*

**Keywords:** Semi Automatic, *Design of Experiment*, Parameter, *Brushing Station*, Strip

## 1. Pendahuluan

PT. Manufaktur Indonesia adalah salah satu perusahaan manufaktur sensor *temperature* yang terkemuka di Indonesia. Dengan pengalaman di bidang industri *electronic components*, perusahaan ini memiliki pengetahuan yang luas dalam memproduksi komponen sensor. Salah satu jenis sensor *temperature* yang di produksi oleh PT. Manufaktur Indonesia adalah sensor NTC (*Negative Temperature Coefisien*).

Sensor NTC merupakan jenis thermistor yang peka terhadap suhu, yang akan mengalami penurunan nilai resistansi ketika terjadi peningkatan suhu lingkungan. Dibandingkan dengan sensor suhu lainnya, sensor ini memiliki banyak keuntungan, seperti volume kecil, sensitivitas tinggi, besar resistansi nominal dan harga yang murah. Sensor ini banyak digunakan di peralatan rumah tangga, perawatan medis, lokomotif dan bidang lainnya [1].

Dalam memproduksi sensor NTC banyak melewati beberapa proses. Dimulai pada proses *assembly*

kemudian terdapat beberapa proses lagi yang harus dilakukan, yaitu proses pelapisan *wire* NTC atau disebut dengan proses *electrostatic coating*. Proses ini bertujuan untuk melapisi *wire* NTC menggunakan bubuk dengan metode *electrostatic*. Pistol semprot bubuk digunakan, yang ketika dipicu memberikan muatan elektrostatis ke partikel bubuk yang melewatinya. Saat bagian yang akan dilapisi diarde, bubuk tertarik ke bagian tersebut melalui proses elektrostatis [2] yang berguna agar *wire* terhindar dari korosi dan juga mencegah terjadinya *short circuit* dikarenakan jarak kedua *wire* NTC yang sangat dekat.

Sebelum memasuki proses *electrostatic coating*, sensor NTC diletakkan pada strip. Strip adalah sebuah besi panjang yang sudah di *treatment* SUS (*Steel Use Stainless*) agar besi terhindar dari karat dan korosi [3]. Setelah sensor NTC diletakkan pada strip, kemudian direkatkan menggunakan isolasi agar NTC tidak terjatuh. Kemudian sensor NTC akan melewati proses *electrostatic coating* sampai dengan proses *oven melting* atau proses pelelehan bubuk. Setelah proses pelapisan *wire* NTC ini selesai, kemudian akan dilanjutkan dengan proses *untapping* yang bertujuan melepaskan isolasi dari NTC.

Timbul permasalahan setelah melewati proses *untapping* yaitu sisa lem pada isolasi tertinggal pada strip yang dimana lem tersebut harus dibersihkan agar tidak mengganggu proses awal (peletakan sensor NTC pada strip). Pembersihan ini dilakukan secara manual dengan cara melakukan perendaman pada strip selama 8 menit menggunakan campuran *DI water* dan *Aimterge* dan dilakukan pada *station* yang berbeda, dengan jarak tempuh antar *station* sejauh 30 meter dan kembali lagi ke *station* awal sejauh 30 meter. Kemudian proses pembersihan menggunakan *cutter* yang memiliki resiko tinggi dan kurangnya *safety*. Proses pembersihan manual ini sangat banyak memakan waktu (*waste time*), memiliki resiko tinggi dan kurangnya *safety*. Untuk itu penelitian yang berjudul Peningkatan Proses Pembersihan Strip Pelapis Dari Manual ke Semi Otomatis bertujuan untuk meminimalisir permasalahan yang terjadi pada proses manual untuk beralih ke mesin yang berjalan secara semi otomatis. Pada proses penyikatan strip dari sisa lem menggunakan sikat tembaga, sehingga strip tidak akan rusak akibat goresan dari sikat tembaga.

Penelitian sebelumnya telah membahas mengaplikasikan *Design of Experiment* pada proses *electrostatic coating* untuk menentukan tingkat cacat ketebalan lapisan bubuk [4]. Dalam *Six Sigma*, masalah ditangani dengan menggunakan metodologi terstruktur dan disiplin yang disebut *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC) untuk mengidentifikasi dan mengimplementasikan solusi [5]. Menggunakan *quality tool* dari *six sigma* yaitu *Design of Experiment* yang berguna untuk

mengetahui sebab-akibat antara *output* (variabel respon) dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dengan melakukan percobaan menggunakan DoE dapat melakukan analisis efek antara variabel *input* dengan variabel respon untuk mendapatkan hasil respon yang akurat. Sehingga penulis menggunakan metode ini pada penelitian Peningkatan Proses Pembersihan Strip Pelapis Dari Manual ke Semi Otomatis untuk menggunakan metode *Design of Experiment* agar mendapatkan parameter yang menjadi ketetapan prosedur di *brushing station* mesin tersebut, sehingga manpower dapat mudah mengoperasikan mesin sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Six Sigma

*Six Sigma* berasal dari kata *Six* yang berarti 6 dan *Sigma* yang merupakan satuan dari Standar Deviasi yang dilambangkan dengan simbol  $\sigma$ . *Six Sigma* juga sering disimbolkan menjadi  $6\sigma$ .

Menurut Gaspersz (2007) *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Jadi *Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. *Six Sigma* merupakan program peningkatan kualitas yang memberikan toleransi kesalahan atau cacat. Semakin banyak cacat yang terjadi pada proses, menunjukkan semakin rendahnya pencapaian kualitas pada proses tersebut. [6].

Metodologi DMAIC merupakan kunci pemecahan masalah *Six Sigma* yang meliputi langkah-langkah perbaikan secara berurutan, yang masing-masing amat penting guna mencapai hasil yang diinginkan. [6].

#### 2.1.1. DMAIC

DMAIC ini dipakai pada saat sebuah perusahaan sudah mempunyai sebuah produk jadi atau pun produk yang masih dalam tahap proses, tapi belum mencapai spesifikasi yang dibutuhkan oleh pelanggan. DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang terdiri dari 5 tahap, yaitu:

##### 1. Define.

Mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan serta juga strategi perusahaan.

##### 2. Measure.

Mengukur kinerja proses disaat sekarang (*baseline measurements*) supaya bisa atau dapat dibandingkan dengan target yang ditetapkan. Lakukan pemetaan proses serta juga mengumpulkan data yang

berhubungan dengan indikator kinerja.

### 3. Analyze.

Menganalisis hubungan sebab-akibat segala macam faktor yang dipelajari di dalam mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.

### 4. Improve.

Mengoptimisasikan proses memakai analisis- analisis seperti *Design of Experiments (DoE)*, serta lain-lain, untuk mengetahui dan juga mengendalikan kondisi optimum proses.

### 5. Control.

Melakukan pengendalian terhadap proses dengan secara terus-menerus di dalam meningkatkan kapabilitas proses menuju *Six Sigma*.

## 2.2. Design of Experiment (DoE)

*Design of Experiment (DoE)* merupakan suatu teknik statistik yang digunakan di dalam kajian eksperimen dalam rangka peningkatan kualitas produk dan proses [7]. Metodologi untuk DOE diperkenalkan oleh Ronald A. Fisher dalam buku yang diterbitkan pada tahun 1935 yaitu *The Design of Experiment* [8].

*Design of Experiment* sangat penting untuk fase peningkatan selama perubahan atau optimasi berlangsung [9]. Ini adalah teknik yang kuat dalam menentukan variabel (faktor) yang paling penting untuk *output* proses dan tingkat yang sesuai untuk optimasi kinerja [10]. Oleh karena itu, DOE hanyalah metode sistematis yang bertujuan untuk menentukan hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi *output* proses [11]. Di dalam faktor yang diuji terdapat sejumlah *level*. Perlakuan (*treatment*) menyatakan kombinasi *level* dari seluruh faktor yang diuji dalam eksperimen. Sedangkan replikasi menyatakan banyaknya pengulangan percobaan untuk perlakuan yang sama [12].

## 2.3. Minitab

*Minitab* dikembangkan di Pennsylvania State University oleh periset Barbara F.Ryan, Thomas A.Ryan, Jr. dan Brian L. Joiner pada tahun 1972. *Minitab* adalah program komputer yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistik. *Minitab* mengkombinasikan kemudahan penggunaan layaknya *Microsoft Excel* dengan kemampuannya melakukan analisis statistik yang kompleks. [13].

Berikut beberapa penggunaan *Minitab*:

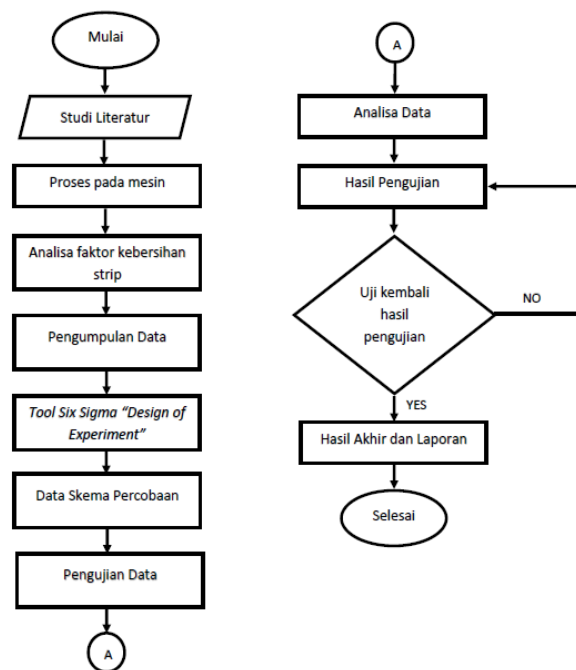
1. Mengelola data dan *file-spread sheet* untuk analisa data yang lebih baik.
2. Analisa regresi.
3. *Power* dan ukuran sampel.
4. Tabel dan grafik.
5. Analisa *multivariate*, termasuk analisa faktor,

analisa klaster, analisa korespondensi dan lainnya.

6. Tes *Nonparametrics*, berbagai tes termasuk tes *signal, run tes, friedman tes*, dan lainnya.
7. *Time Series* dan *Forecasting*, yang bisa membantu menunjukkan kecenderungan data yang dapat digunakan untuk membuat dugaan, seperti pada *time series plots, exponential smoothing, trend analysis*, atau yang lainnya.
8. *Statistical Process Control*.
9. Analisa sistem pengukuran.
10. Perancangan percobaan.
11. Analisa varian untuk menentukan perbedaan antar data [13].

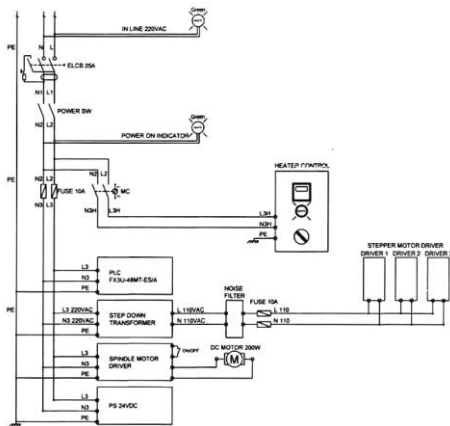
## 3. Metode

Dalam mengerjakan penelitian ini diperlukan sebuah rancangan penelitian, Gambar 1 merupakan tahapan rancangan dalam menyelesaikan penelitian.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

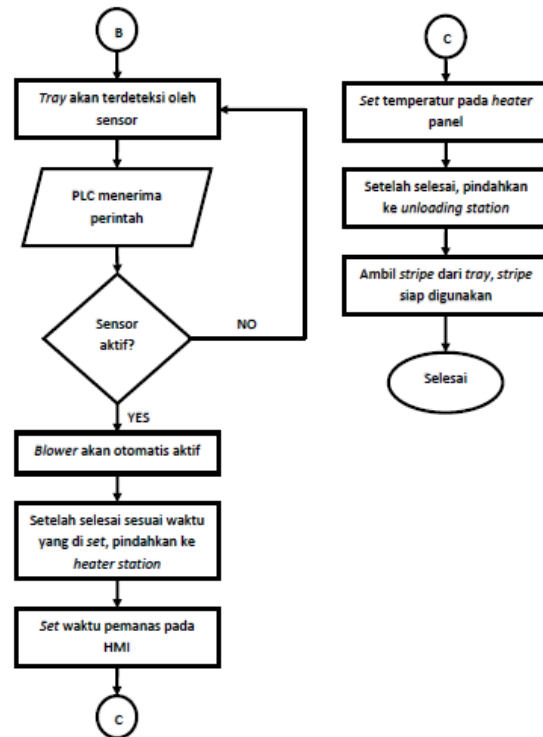
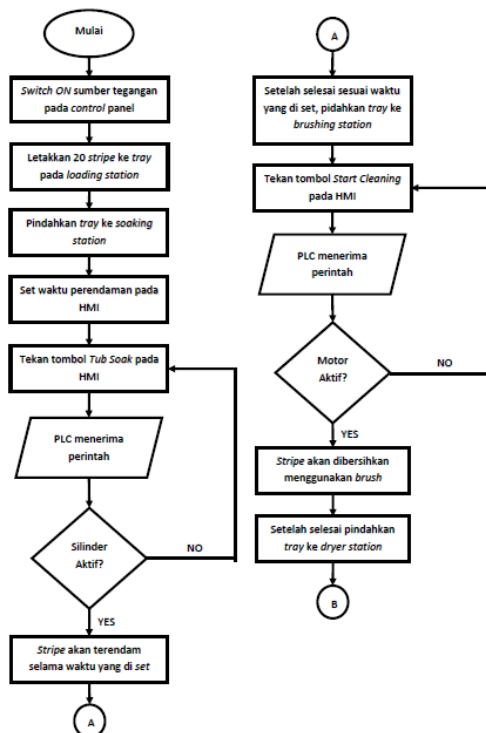
### 3.1. Perancangan Desain Elektrikal



Gambar 2. Desain Elektrikal Control Panel

Gambar 2 merupakan desain elektrikal *control panel*, cara kerja rangkaian ini dengan mengaktifkan *selektor* kemudian lampu indikator hijau akan hidup. Terdapat *Step Down Transformer* yang berfungsi menurunkan nilai tegangan 220 VAC menjadi 110 VAC sebagai *input* tegangan pada motor *driver* 1, 2, dan 3. Kemudian arus listrik juga mengalir ke *power supply* dan juga PLC. *Power supply* akan bekerja mengkonversi arus listrik 220 VAC menjadi arus listrik 24 VDC yang akan di *supply* ke PLC, sehingga PLC dapat mengontrol rangkaian *panel* mesin *cleaning strip* ini. Pada *heater control* terdapat *mini circuit* yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian listrik pada *heater control*, dimana *mini circuit* ini akan bekerja jika *temperature control* mendeteksi suhu diatas 120 °C.

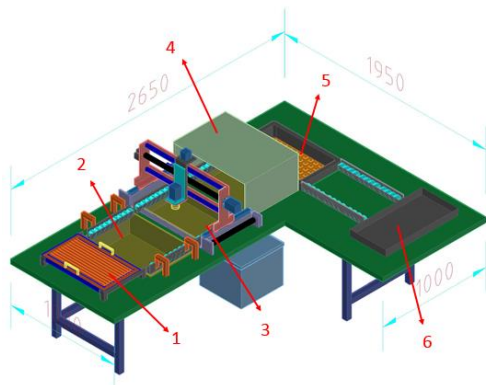
#### 3.1.1. Flow Chart



Gambar 3. Flow Chart Mekanisme Dari Proses Pembersihan Strip Pelapis

Gambar 3 menunjukkan *flowchart* mekanisme proses pembersihan strip pelapis, di mulai dari pemberian sumber tegangan pada *control panel* kemudian lakukan peletakkan 20 strip ke *tray* pada *loading station*. Kemudian pindahkan *tray* menuju *soaking station* secara manual. Atur waktu perendaman sesuai kebutuhan. Setelah itu tekan tombol *Tub Soak* pada HMI sehingga silinder aktif dan melakukan proses perendaman. Selanjutnya jika sudah selesai, maka pindahkan *tray* menuju *brushing station* untuk dilakukan penyikatan terhadap lem pada strip. Jika sudah selesai pindahkan kembali *tray* ke *drying station*. Atur waktu pada proses pengeringan sesuai dengan kebutuhan. Setelah *tray* sudah sampai di *drying station*, maka *blower* akan otomatis hidup karena terdapat sensor pada *drying station* untuk mendeteksi sebuah *tray*. Selanjutnya pindahkan *tray* ke *heating station* untuk proses pemanasan agar strip dalam kondisi kering. Atur waktu pemanasan sesuai kebutuhan. Setelah selesai dari *heating station*, ambil strip yang sudah bersih dan strip siap untuk digunakan kembali.

### 3.2. Perancangan Desain Mekanik



Gambar 4. Desain Mekanik Mesin *Cleaning Coating Strip* Semi Auto

Gambar 4 merupakan desain mekanik dari mesin *cleaning coating strip semi auto* yang terdiri dari 6 *station*.

Tabel 1. Keterangan Mesin *Cleaning Coating Strip* Semi Auto

No	Keterangan
1	<i>Loading Station</i>
2	<i>Soaking Station</i>
3	<i>Brushing Station</i>
4	<i>Drying Station</i>
5	<i>Heating Station</i>
6	<i>Unloading Station</i>

Tabel 1 adalah nama *station* proses yang terdapat pada mesin *cleaning strip semi auto*. *Station* pertama adalah *loading station* yang berfungsi sebagai tempat peletakkan strip ke *tray* kosong sebanyak 20 strip per *tray*. Selanjutnya *soaking station* yang berfungsi untuk perendaman strip selama 8 menit dengan menggunakan campuran *chemical diwater* dan *aimterge*. Kemudian *brushing station* yang berfungsi sebagai tempat membersihkan strip dari lem menggunakan sikat tembaga yang digerakkan oleh motor. Kemudian *drying station* yang berfungsi sebagai tempat pembuangan sisa lem dan air yang terdapat pada strip menggunakan kipas selama 8 menit. selanjutnya *heating station* yang berfungsi untuk mengeringkan strip dengan suhu 70 °C selama 8 menit. Dan yang terakhir *unloading station* yang berfungsi untuk melepaskan strip yang sudah bersih dari *tray*.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Alur Kerja Sistem



Gambar 5. Mesin *Cleaning Coating Strip* Semi Auto

Gambar 5 merupakan bentuk nyata dari mesin *cleaning coating strip semi auto*.

Pada tabel 2 menjelaskan perbandingan antara proses pembersihan strip secara manual dan semi auto.

Tabel 2. Perbandingan proses *cleaning strip* secara manual dan semi auto

Aktivitas	Proses	
	Manual	Semi Auto
Target waktu pembersihan strip	145 strip / 60 menit	145 strip / 60 menit
Jarak <i>station</i>	60 m	30 cm
<i>Manpower</i>	> 1 orang	1 Orang
Penyikatan Strip	Menggunakan <i>cutter</i> secara manual	Menggunakan <i>brush</i> tembaga yang digerakkan motor
Pengerjaan	Melakukan semua proses secara manual	Mengontrol dan <i>monitoring</i> mesin

### 4.2. Pengumpulan dan Perhitungan Data

Pada penelitian ini menggunakan metode *Design of Experiment 2 level 2 factor*. Dimana 2 *level* yang dimaksud adalah *low* dan *high*, sedangkan 2 *factor* yang dimaksud adalah *deep* dan *speed*. Tabel 3 dan table 4 menjelaskan kondisi penekanan pada strip dan keterangan kondisi pada brush.

Tabel 3. Data penekanan pada strip (1mm - 4mm)

Deep	Kondisi	Keterangan
1 mm	Touching	Brush running dengan lancar (tidak bersih)
2 mm	Touching	Brush running dengan lancar (tidak bersih)
3 mm	Touching	Brush running dengan lancar (cukup bersih)
4 mm	Over touching	Brush berhenti (Mesin Error)

Tabel 4. Data penekanan pada strip (3mm - 4mm)

Deep	Kondisi	Keterangan
3 mm	Touching	Brush running dengan lancar (cukup bersih)
3.2 mm	Touching	Brush running dengan lancar (cukup bersih)
3.4 mm	Touching	Brush running dengan lancar (cukup bersih)
3.6 mm	Touching	Brush running dengan lancar (bersih)
3.8 mm	Over touchig	Brush berhenti (Mesin Error)
4 mm	Over touchig	Brush berhenti (Mesin Error)

Pada tabel 3, penulis melakukan pengambilan data untuk mendapatkan nilai penekanan pada strip (*deep*) yang aman terhadap *brush* tembaga, dimana penekanan *brush* tembaga tersebut tidak menyebabkan *brush* berhenti karena *brush* terlalu menekan terhadap strip.

Pada tabel 4, penulis melakukan pengambilan data kembali pada jarak 3 mm sampai 4 mm untuk mendapatkan jarak penekanan strip yang lebih spesifik dan aman terhadap *brush* tembaga.

Tabel 5. Production Standard Guide

Production Standard Guide	
Strip	1
Jumlah NTC	58
Produksi Mesin / Jam (pcs)	8500

Tabel 5 merupakan standar kebutuhan produksi mesin dalam 1 jam.

Kebutuhan produksi mesin / jam =

$$\frac{\text{Produksi mesin per jam}}{\text{Jumlah NTC dalam 1 strip}} = \frac{8500}{58} \quad (1)$$

Kebutuhan produksi mesin / jam = 147 strip.

Tabel 6. Data kecepatan motor berdasarkan waktu

Speed (Rpm)	Time (Minute)
3000	14
3500	12.5
4000	11
4500	9.5
5000	8

Pada tabel 6, penulis melakukan pengambilan data kecepatan motor (*speed*) berdasarkan waktu penyelesaiannya sesuai dengan kebutuhan mesin untuk mencapai *production standard guide*.

Tabel 7. Hasil produksi mesin *cleaning* strip berdasarkan waktu

Hasil Produksi Mesin <i>Cleaning</i> Strip					
Time (Minute)	14	12.5	11	9.5	8
Strip (pcs)	20	20	20	20	20
Output/jam	86	96	109	126	150

Pada tabel 7. merupakan hasil produksi mesin *cleaning* strip berdasarkan waktu dari kecepatan motor pada tabel 6. Dengan rumus :

$$\text{Output / jam} = \frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} \quad (2)$$

• *Speed* 3000 dengan waktu 14 menit =

$$\frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} = \frac{60 \times 20}{14} \quad (3)$$

*Output* / jam = 86 strip.

• *Speed* 3500 dengan waktu 12.5 menit =

$$\frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} = \frac{60 \times 20}{12.5} \quad (4)$$

*Output* / jam = 96 strip.

• *Speed* 4000 dengan waktu 11 menit =

$$\frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} = \frac{60 \times 20}{11} \quad (5)$$

*Output* / jam = 109 strip.

• *Speed* 4500 dengan waktu 9.5 menit =

$$\frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} = \frac{60 \times 20}{9.5} \quad (6)$$

*Output* / jam = 126 strip.

• *Speed* 5000 dengan waktu 8 menit =

$$\frac{60 \text{ menit} \times \text{jumlah strip}}{\text{waktu pembersihan strip}} = \frac{60 \times 20}{8} \quad (7)$$

*Output* / jam = 150 strip.

Dari beberapa perhitungan, maka didapat penyelesaian yang mendapatkan kebutuhan mesin

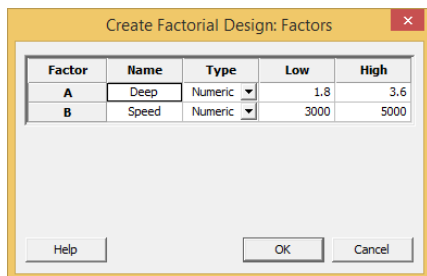
cleaning strip yaitu 147 strip / jam adalah dengan menggunakan waktu 8 menit yang dapat menghasilkan output 150 strip / jam.

Setelah melakukan pengambilan data, didapat pada tabel 8 penekanan terhadap strip (*deep*) adalah 1.8 mm (*low*) dan 3.6 mm (*high*), sedangkan untuk kecepatan motor (*speed*) adalah 3000 Rpm (*low*) dan 5000 Rpm (*high*).

Tabel 8. Nilai Parameter 2 Level 2 Factor

Level	Factor	
	Deep (mm)	Speed (Rpm)
Low	1.8	3000
High	3.6	5000

Parameter yang sudah didapat kemudian akan dilakukan analisis menggunakan salah satu *tool six sigma* yaitu DoE. Gambar 6 merupakan *tab* pada DoE untuk membuat skema percobaan pada *factorial design*.



Gambar 6. Tab untuk membuat factorial design.

Gambar 7 DoE akan secara otomatis membuat data skema percobaan berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Deep	Speed
1	1	1	1	1	1.8	3000
2	3	2	1	1	1.8	5000
3	4	3	1	1	3.6	5000
4	2	4	1	1	3.6	3000

Gambar 7. Data skema percobaan

Setelah DoE menampilkan data skema percobaan, maka lakukan pengujian dari data percobaan tersebut untuk mendapatkan *response output* strip yang bersih.

### 4.3. Pengujian Data

Nilai *deep* ini didapat dari pengukuran berdasarkan jarak *brush* menyentuh strip (posisi *touching*) sebesar 34.6 mm, dimana penekanan terhadap strip (*deep*) maksimal 31.0 mm dan minimal 32.8 mm. Berdasarkan perhitungan jarak strip menyentuh strip sebesar 34.6 mm, kemudian diberi penekanan sebesar 31.0 mm dan 32.8 mm maka didapat nilai minimal penekanan (*deep*) terhadap strip adalah 1.8 mm dan nilai maksimal penekanan (*deep*) terhadap strip adalah 3.6 mm.

#### 4.3.1. Pengujian parameter Deep 1.8 mm dan Speed 3000 Rpm

Pada gambar 8 jarak *brush* menyentuh strip (posisi *touching*) sebesar 34.6 mm – penekanan sebesar 32.8 mm = 1.8 mm nilai penekanan (*deep*) minimal.



Gambar 8. Parameter Deep 1.8 mm dan Speed 3000 Rpm

Gambar 9 *response output* strip tidak bersih, dimana strip masih terdapat sisa lem yang tidak tersikat secara keseluruhan dan untuk menyelesaikan pengujian ini membutuhkan waktu selama 14 menit.



Gambar 9. Output strip yang masih kotor

#### 4.3.2. Pengujian parameter Deep 1.8 mm dan Speed 5000 Rpm

Pada gambar 10 jarak *brush* menyentuh strip (posisi *touching*) sebesar 34.6 mm – penekanan sebesar 32.8 mm = 1.8 mm nilai penekanan (*deep*) minimal.



Gambar 10. Parameter Deep 1.8 mm dan Speed 5000 Rpm

Gambar 11 *response output* strip tidak bersih, dimana strip masih terdapat sisa lem yang tidak tersikat secara keseluruhan dan untuk menyelesaikan pengujian ini membutuhkan waktu selama 8 menit.



Gambar 11. Output strip yang masih kotor

### 4.3.3. Pengujian parameter *Deep* 3.6 mm dan *Speed* 3000 Rpm

Pada gambar 12 jarak *brush* menyentuh strip (posisi *touching*) sebesar 34.6 mm – penekanan sebesar 31.0 mm = 3.6 mm nilai penekanan (*deep*) maksimal.



Gambar 12. Parameter *Deep* 3.6 mm dan *Speed* 3000 Rpm

Gambar 13 *response output* strip bersih, dimana lem yang terdapat pada strip tersikat secara keseluruhan dan untuk menyelesaikan pengujian ini membutuhkan waktu selama 14 menit.



Gambar 13. *Output strip* yang bersih

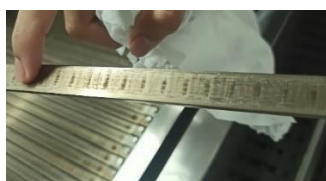
### 4.3.4. Pengujian parameter *Deep* 3.6 mm dan *Speed* 5000 Rpm

Pada gambar 14 jarak *brush* menyentuh strip (posisi *touching*) sebesar 34.6 mm – penekanan sebesar 31.0 mm = 3.6 mm nilai penekanan (*deep*) maksimal.



Gambar 14. Parameter *Deep* 3.6 mm dan *Speed* 5000 Rpm

Gambar 15 *response output* strip bersih, dimana lem yang terdapat pada strip tersikat secara keseluruhan dan untuk menyelesaikan pengujian ini membutuhkan waktu selama 8 menit.



Gambar 15. *Output strip* yang bersih

Setelah melakukan percobaan dan pengumpulan data, kemudian catat hasil percobaan pada lembar kerja (*response*) seperti pada gambar 16. *Response* 1 menandakan *output* strip bersih sedangkan *response* -1 menandakan *output* strip tidak bersih.

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Deep	Speed	Response
1	1	1	1	1	1.8	3000	-1
2	3	2	1	1	1.8	5000	-1
3	4	3	1	1	3.6	5000	1
4	2	4	1	1	3.6	3000	1

Gambar 16. Data skema percobaan dan *response*

### 4.4. Analisis Data

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan telah mendapatkan *response* dari masing-masing parameter.

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	4.00000	1.33333	*	*
Linear	2	4.00000	2.00000	*	*
Deep	1	4.00000	4.00000	*	*
Speed	1	0.00000	0.00000	*	*
2-Way	1	0.00000	0.00000	*	*
Interactions					
Deep*Speed	1	0.00000	0.00000	*	*
Error	0	*	*		
Total	3	4.00000			

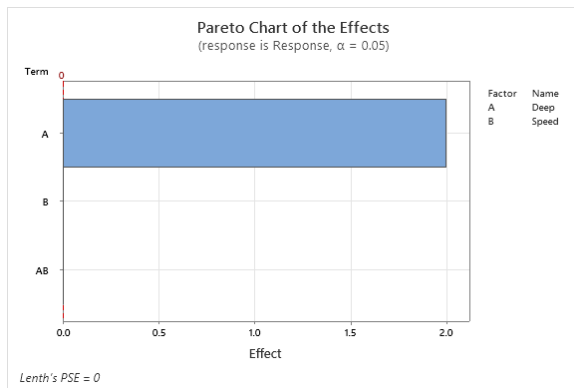
Gambar 17. *Analyze Factorial Design*

Pada gambar 17 *Analysis of Variance* dimana terdapat poin penting pada *P-Value*. *P-Value* adalah probabilitas yang mengukur bukti terhadap hipotesis nol. Jika nilai-P kurang dari atau sama dengan tingkat signifikansi 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang signifikan secara statistik antara variabel *input* dengan variabel *respons*. Sedangkan jika nilai-P lebih besar dari tingkat signifikansi 0.05, maka tidak dapat disimpulkan bahwa ada hubungan yang signifikan secara statistik antara variabel *input* dengan variabel *respons*.

Pada analisis ini tidak menampilkan *P-Value*, dikarenakan penelitian ini hanya menggunakan 2 *response* (iya / bersih (1) dan tidak / kotor (-1)) sehingga *P-Value* tidak tertampil. Namun jika menggunakan target berupa angka dengan lebih dari 2 faktor maka *P-Value* akan tertampil untuk memberikan indikasi parameter yang sesuai dengan target.

Untuk menentukan efek yang berpengaruh pada *response output*, dapat dilihat pada *Pareto Chart* yang ditampilkan pada *minitab*. Dapat dilihat pada gambar 18. bahwa faktor yang memiliki efek yang paling berpengaruh terhadap kebersihan strip adalah faktor *deep* / penekanan *brush* terhadap strip.





Gambar 18. Pareto Chart of the Effect

#### 4.5. Hasil Pengujian

##### Parameters

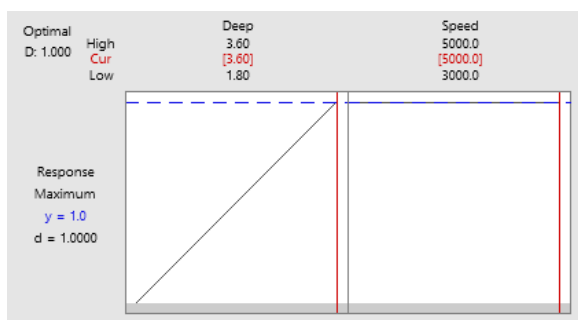
Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
Response	Maximum	-1	1		1	1

##### Solution

Solution	Response		Composite	
	Deep	Speed		Fit
1	3.6	5000	1	1

Gambar 19. Response Optimizer

Gambar 19 merupakan nilai parameter yang menghasilkan *output* strip yang bersih. Dapat dilihat pada gambar 20, untuk nilai parameter *Deep* 3.6 mm dan *Speed* 5000 Rpm menghasilkan *response output* strip yang bersih (pada nilai  $y = 1.0$ ). Untuk nilai *deep* sangat mempengaruhi tingkat kebersihan strip sedangkan nilai *speed* tidak mempengaruhi tingkat kebersihan strip, namun nilai *speed* sangat berpengaruh pada waktu.



Gambar 20. Grafik Multiple Response

#### 5. Kesimpulan

*Design of Experiment* dapat membantu menyelidiki pengaruh variabel *input* (faktor) terhadap variabel *output* (*response*). Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai parameter *Deep* 3.6 mm dengan *Speed* 5000 Rpm dapat menghasilkan *output* strip yang bersih dengan waktu yang lebih efisien. Dengan melakukan peningkatan proses

pembersihan strip dari manual ke semi otomatis dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja dan *waste time*.

#### Referensi

- [1] Y. Liu, Y. Liu, W. Zhang, and J. Zhang., 2020. The Study of Temperature Calibration Method for NTC Thermistor, pp. 50–53, doi: 10.1109 / ICFST51577. 2020.9294760.
- [2] Y. Secret, W. To, and H. Customers., 2017. A GUIDE TO APPLYING POWDER COATINGS: The Different Types of Powder Coatings.
- [3] L. Gardner., 2005. The use of stainless steel in structures. vol. 7, no. 2, pp. 45–55, doi: 10.1002/pse.190.
- [4] J. Antony, B. Rodgers and E. Cudney., 2017. Lean Six Sigma for public sector organizations: is it a myth or reality?. *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 34, no. 9, pp. 1402-1411.
- [5] M. Uluskan., 2019. Design of Experiments Based Six Sigma DMAIC Application: Electrostatic Powder Coating Process. doi: 10.1109 /ISMSIT.2019.8932943.
- [6] F. Ahmad., 2019. SIX SIGMA DMAIC SEBAGAI METODE PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK KURSI PADA UKM. *JISI J. Integr. Sist. Ind. Vol.*, vol. 6, doi: 10.24853/jisi.6.1.11-17.
- [7] Costa, N. R. P., Pires, A. R., dan Riberiro, C. O., 2006. Guidelines to Help Practitioners of Design of Experiments, *The TQM Magazine*, Vol. 18 Iss 4 pp. 386 - 399.
- [8] Sunil Sharma and Anuradha R Chetiya., 2009. World Class Quality Using Design of Experiments to Make It Happen Bhot, *Jurnal VIKALPA*, Vol. 34, No.1.
- [9] T. Goh., 2002. The role of statistical design of experiments in Six Sigma: perspectives of a practitioner. vol. 14, no. 4, pp. 659-671.
- [10] J. Antony., 2002. Training for design of experiments using a catapult, vol. 18, no. 1, pp. 29-35.
- [11] G. Taguchi, S. Chowdhury and Y. Wu., 2005.

Taguchi's quality engineering handbook, Vol. 1736.

- [12]B. I. A. Muttaqin., 2019. Telaah Kajian dan Literature Review Design of Experiment (DoE), *J. Adv. Inf. Ind. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–40, doi: 10.52435/jaiit.v1i1.10.
- [13]K. Umam., 2018. Belajar minitab. *Aceh*, pp. 1–20.