



UNIVERSITAS INDONESIA

**MENURUNKAN WAKTU *SETUP* PRODUKSI MAGNET *WIRE*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE MINUTE
EXCHANGE OF DIE (SMED)***

SKRIPSI

**PUTUT HANDONOWARIH
0806367405**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**MENURUNKAN WAKTU *SETUP* PRODUKSI MAGNET *WIRE*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MINUTE
EXCHANGE OF DIE (SMED)**

*Reducing The Production of Magnet Wire Setup Time By Using Single
Minute Exchange of Die (SMED)*

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNIK**

**PUTUT HANDONOWARIH
0806367405**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Putut Handonowarih

NPM : 0806367405

Tanda tangan :

Tanggal : Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Putut Handonowarih
NPM : 0806367405
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Menurunkan Waktu *Setup* Produksi Magnet Wire
Dengan Menggunakan Metode *Single Minute
Exchange of Die (SMED)*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Erlinda Muslim, MEE (.....)
Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, MSi (.....)
Penguji : Ir. Isti Surjandari, Ph.D (.....)
Penguji : Arian Dhini, ST, MT (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Desember 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam skripsi ini, penulis melakukan penelitian mengenai masalah yang terjadi dalam produksi magnet *wire* di PT Sumitomo Electric Wintec Indonesia. Tema yang dipilih adalah menurunkan waktu *setup* dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die*. Dalam penelitian, dijabarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam perbaikan untuk menurunkan waktu *setup*. Penulis menggunakan referensi dari beberapa buku yang ditulis Shingo Shigeo, dan juga menggunakan beberapa jurnal internasional sebagai referensi tambahan. Penulis berharap, perkembangan dunia industry di Indonesia semakin berkembang dari waktu ke waktu. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

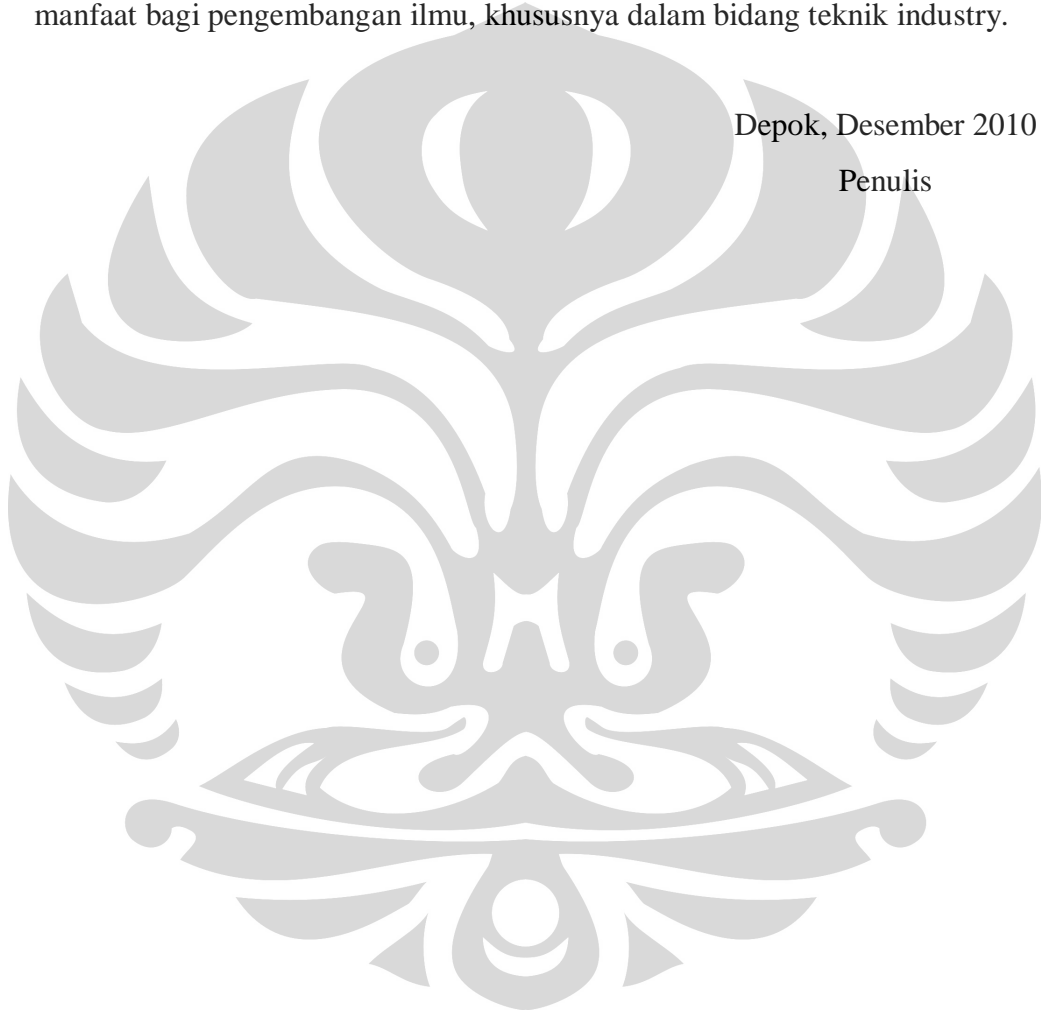
1. Ibu Ir Erlinda Muslim MEE selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Pihak manajemen PT Sumitomo Electric Wintec Indonesia, khususnya bagian produksi yang telah membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
3. Bapak dan ibu dosen penguji pada seminar 1 dan seminar 2 yang banyak memberikan masukan dan perbaikan.
4. Staff pengajar Teknik Industri Universitas Indonesia.
5. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan moral.

6. Sahabat dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Industri Ekstensi Salemba angkatan 2008, terutama tim jomut (Wahyu Allan, Enceng Ridwan, Mahar Prasetyo, Ali Rizka, Aris Triono, dan Vidi Fadhillah) yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu, khususnya dalam bidang teknik industry.

Depok, Desember 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putut Handonowarih
NPM : 0806367405
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Menurunkan Waktu Setup Produksi Magnet Wire Dengan Menggunakan Metode Single Minute Exchange of Die (SMED)
(*Reducing The Production of Magnet Wire Setup Time By Using Single Minute Exchange of Die (SMED)*)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : Desember 2010

Yang menyatakan,

(Putut Handonowarih)

ABSTRAK

Nama : Putut Handonowarih

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Menurunkan waktu *setup* produksi magnet *wire* dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die*

Setup dalam proses produksi adalah hal yang sifatnya harus, banyak *point* penting yang harus dilakukan dalam proses *setup*, karena proses produksi yang baik dan hasil produksi yang baik sangat ditentukan oleh proses *setup* yang baik dan benar. Akan tetapi ada efek negatif dari *setup*, yaitu timbulnya kerugian baik dari segi waktu maupun dari segi *scrap* produk. Hal tersebut dikarenakan waktu *setup* yang lama. Demikian juga dalam proses produksi magnet *wire*, proses *setup* termasuk salah satu penyumbang kerugian. Penelitian ini akan meneliti bagaimana cara menurunkan waktu *setup* sehingga kerugian akibat *setup* bisa diminimalkan. Metode yang digunakan adalah *Single Minute Exchange of Die* dan hasilnya adalah berkurangnya waktu *setup* dan berkurangnya *scrap* karena waktu *setup* yang berkurang.

Kata kunci :

Setup, *Lean management*, SMED (*Single Minute Exchange of Die*), Penurunan kerugian

ABSTRACT

Name : Putut Handonowarih

Study Program : Teknik Industri

Title : *Reducing The Production of Magnet Wire Setup Time By Using Single Minute Exchange of Die (SMED)*

Setup in the production process is of its nature must be, many important points that must be done in the setup process, because the production process and production results largely determined by the setup process. However, there are negative effects of the setup, namely the emergence of losses both in terms of time and in terms of product scrap. That is because a long setup time. Likewise in the magnet wire production process, the setup process is one contributor to losses. This research will examine how to reduce setup times so that losses can be minimized due to the setup, method used is Single Minute Exchange of dies , there are two outcomes of reduced setup time and scrap because of the setup process time is also reduced.

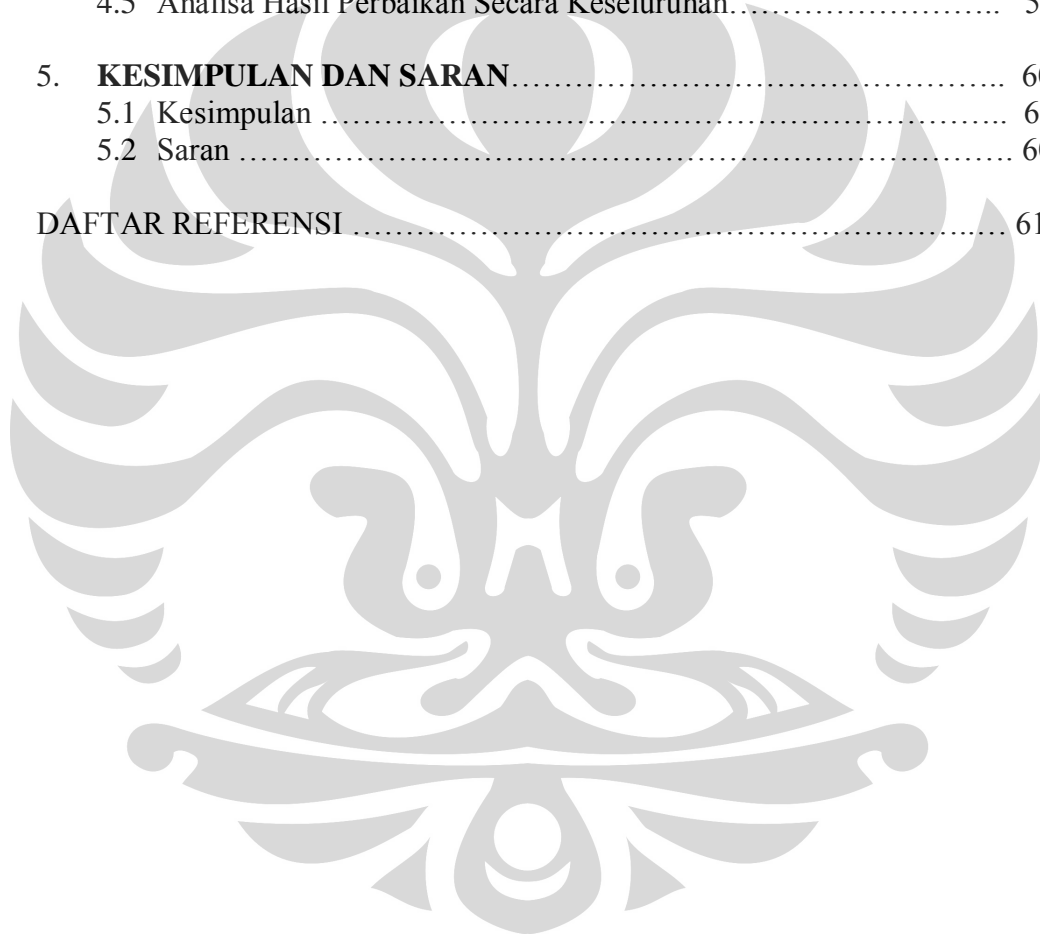
Key word:

Setup, Lean management, SMED (Single Minute Exchange of Die), Loss reduction

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Metodologi penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	6
2. LANDASAN TEORI	7
2.1 SMED (<i>Single Minute Exchange of Die</i>)	7
2.2 7 Alat Bantu Kualitas dan 7 Alat Bantu Manajemen Kualitas	9
2.2.1 Tujuh Alat Bantu Kualitas	10
2.2.2 Tujuh Alat Bantu Manajemen Kualitas	17
2.3 Magnet <i>Wire</i>	22
2.3.1 Proses Pembuatan Magnet <i>Wire</i>	25
2.3.1.1 Proses Drawing	27
2.3.1.2 Proses <i>Coating</i> Atau Proses Pelapisan	27
2.3.1.3 Proses Inspeksi	28
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	29
3.1 Data Kerugian	29
3.1.1 Data Kerugian Berdasarkan Bagian Produksi	29
3.1.2 Data Kerugian Berdasarkan Penyebab	31
3.2 Data Kerugian Pada Bagian <i>Coating</i> Vertikal	32
3.3 <i>Setup</i> Produksi Magnet <i>Wire</i>	34
3.3.1 Menurunkan Waktu Proses <i>Setup</i> Dengan Metode SMED ..	38
3.3.2 Tahapan Perbaikan Menggunakan Metode SMED	40
3.3.2.1 Tahap 1: Mencatat semua aktivitas dalam kegiatan <i>setup</i>	41
3.3.2.2 Tahap 2 : Memisahkan kegiatan internal dan eksternal	42
3.3.2.3 Tahap 3 : Mengkonversikan kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal	43

3.3.2.4 Tahap 4 : Merampingkan semua kegiatan	44
3.3.3 Hasil Perbaikan	53
3.3.4 Perhitungan Jumlah <i>Scrap</i> Proses <i>Setup</i> Setelah Perbaikan	53
4. ANALISA DATA	56
4.1 Hubungan Antara Kerugian Karena <i>Setup</i> Dengan Total Kerugian	56
4.2 Menurunkan Waktu <i>Setup</i> Dengan Metode <i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	57
4.3 Hubungan Antara Penurunan Waktu <i>Setup</i> Dan Kerugian Karena Proses <i>Setup</i>	58
4.4 Analisa Penurunan Kerugian Setelah Perbaikan.....	58
4.5 Analisa Hasil Perbaikan Secara Keseluruhan.....	59
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR REFERENSI	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	: Diagram Keterkaitan Masalah	2
Gambar 1.2	: Diagram Alir Metodologi Penelitian	5
Gambar 2.1	: Diagram Pareto	10
Gambar 2.2	: Contoh <i>Histogram</i>	11
Gambar 2.3	: <i>Fishbone</i> Diagram	12
Gambar 2.4	: Hubungan Positif	13
Gambar 2.5	: Hubungan Negatif	14
Gambar 2.6	: Tidak Ada Hubungan	14
Gambar 2.7	: Diagram Alir	16
Gambar 2.8	: Diagram Keterkaitan	18
Gambar 2.9	: Contoh Diagram Pohon	19
Gambar 2.10	: Contoh Diagram Panah	19
Gambar 2.11	: Contoh <i>Process Decision Program Chart</i>	20
Gambar 2.12	: Diagram Matriks Hubungan Masalah dengan 7 Langkah Pemecahan Masalah	21
Gambar 2.13	: Aplikasi Magnet <i>Wire</i> Sesuai Fungsinya	22
Gambar 2.14	: Perbedaan Magnet <i>Wire</i> dan <i>Electric Cable</i>	23
Gambar 2.15	: Struktur Magnet <i>Wire</i>	23
Gambar 2.16	: Bagan Macam-macam Tipe Magnet <i>Wire</i>	24
Gambar 2.17	: Proses Pembuatan Magnet <i>Wire</i>	24
Gambar 2.18	: Proses Coating Magnet <i>Wire</i> Tipe Oven Vertikal	25
Gambar 2.19	: Contoh Proses <i>Flowchart</i>	26
Gambar 3.1	: Grafik Pareto Unit Kerugian Berdasarkan Bagian Produksi	30
Gambar 3.2	: Grafik Pareto Unit Kerugian Berdasarkan Penyebabnya	32
Gambar 3.3	: Grafik Kerugian Bagian Coating Vertikal	33
Gambar 3.4	: Grafik Pareto Unit Kerugian Bagian Coating Vertikal	34
Gambar 3.5	: Grafik Kerugian Pada proses Setup	35
Gambar 3.6	: Diagram Alir Proses Setup	39
Gambar 3.7	: Data Waktu Penyiapan Varnish	46
Gambar 3.8	: Ilustrasi Penambahan Tangki Varnish	47
Gambar 3.9	: Foto <i>Slot/Jig</i> untuk Membantu Pemasangan Applicator Box.	48
Gambar 4.1	: Grafik Pareto	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	: Data Unit Kerugian Magnet <i>Wire</i> (April 2009-April 2010)...	30
Tabel 3.2	: Data Unit Kerugian Berdasarkan Tipe Penyebab	31
Tabel 3.3	: Data Kerugian Produksi Bagian <i>Coating</i> Vertikal	33
Tabel 3.4	: Data Kerugian Karena Proses <i>Setup</i>	35
Tabel 3.5	: Data Kerugian Produksi Setiap kali <i>Setup</i>	36
Tabel 3.6	: Tabel proses <i>Setup</i>	40
Tabel 3.7	: Rata-rata Waktu <i>Setup</i> Sebelum Perbaikan	41
Tabel 3.8	: Waktu <i>Setup</i> Berdasarkan Proses Internal dan Eksternal	42
Tabel 3.9	: Memisahkan Waktu <i>Setup</i> Sesuai Dengan Proses Internal Dan Eksternal	43
Tabel 3.10	: Perbandingan Waktu Pemasangan <i>IGN</i>	45
Tabel 3.11	: Perbandingan Waktu Pemasangan <i>Applicator Box</i>	49
Tabel 3.12	: Waktu Yang Diperlukan Untuk Mencapai Suhu Stabil	50
Tabel 3.13	: Perbandingan Waktu Menunggu Suhu Stabil	51
Tabel 3.14	: Data Waktu Menunggu Suhu Oven Stabil (Kontrol Oleh Leader)	51
Tabel 3.15	: Data Waktu <i>Setup</i> Setelah Perbaikan	53
Tabel 3.16	: Data Waktu <i>Setup</i> Setelah Perbaikan	53
Tabel 3.16	: Data Perbandingan Jumlah <i>Scrap</i> Karena <i>Setup</i>	55
Tabel 4.1	: Lama Waktu <i>Setup</i> Setelah Dilakukan Perbaikan	57
Tabel 4.2	: Data <i>Scrap</i> Setelah Dilakukan Perbaikan	58
Tabel 4.3	: Data Kerugian Setelah Dilakukan Perbaikan	59
Tabel 4.4	: Perbandingan Waktu <i>Setup</i> , <i>Scrap Wire</i> , dan <i>Loss Amount</i> Setiap Tahapan SMED	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Form Uji Kecukupan Data-1 (Pemasangan IGN)
- Lampiran 2 : Form Uji Kecukupan Data-2 (Penambahan Slot/Jig)
- Lampiran 3 : Form Uji Kecukupan Data-3 (Waktu Oven)
- Lampiran 4 : Form Uji Kecukupan Data-4 (Waktu Oven Kontrol Oleh Leader)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses *setup* adalah proses yang sangat penting dalam segala hal, terutama dalam kegiatan produksi. Selain sebagai awal dari kegiatan produksi, proses *setup* adalah kunci dari awal produksi. Biasanya proses *setup* terdiri dari penyiapan material, penyiapan alat bantu, *dies*/cetakan, *jig*, pengaturan kondisi mesin, pengambilan dan pengetesan contoh produk, perubahan kondisi jika pengetesan mengalami kegagalan, dan jika kondisinya sudah OK, maka proses produksi bisa di jalankan.

Hampir disegala bidang industri, proses *setup* merupakan bagian yang sangat penting, akan tetapi ada efek negatif dari proses *setup*, yaitu timbulnya *scrap* atau kerugian karena proses *setup*. Kerugian tersebut bisa berupa *scrap* produk ataupun hilangnya waktu karena proses *setup*. Seorang ilmuwan Jepang yang bernama Shingo Shigeo membuat penelitian tentang cara mengurangi waktu *setup*, yang kemudian dikenal dengan istilah SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Metode ini sangat efektif digunakan dalam kegiatan menurunkan waktu *setup*.

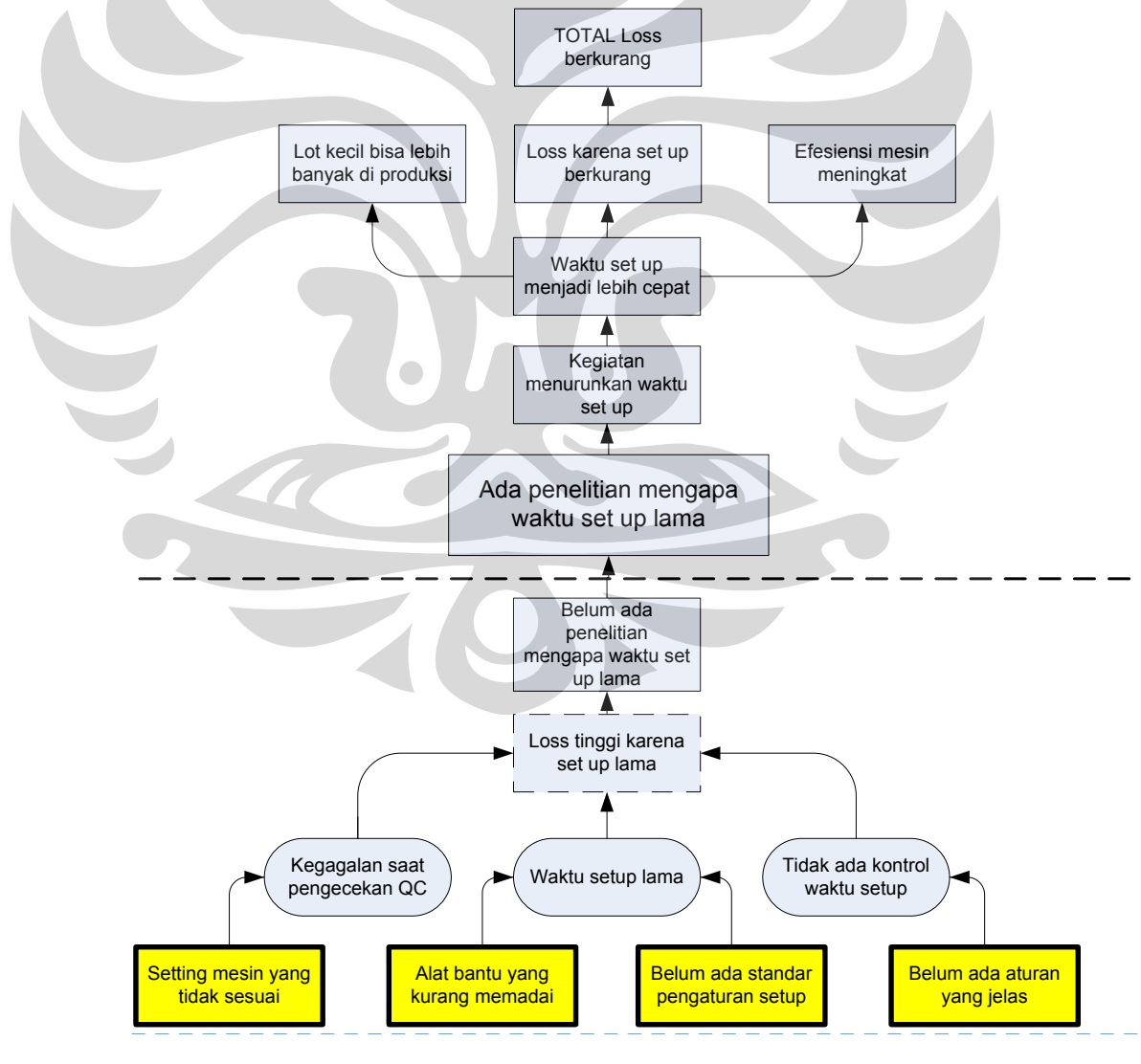
Proses *setup* juga sangat penting dalam produksi magnet *wire*, karena karakteristik magnet *wire* sangat tergantung pada saat proses *setup*. Pengaturan kondisi mesin, baik itu pengaturan suhu oven dan juga kecepatan *wire*, adalah kunci utama dalam proses produksi magnet *wire*. Dalam standar proses, kedua kondisi ini dibuat secara khusus, sebagai kontrol produksi. Proses *setup* juga merupakan salah satu penyumbang kerugian dalam produksi magnet *wire*, karena dalam proses *setup* pasti dihasilkan *scrap wire*. Ini adalah hal yang tidak bisa dihindari, tapi bisa diminimalkan.

Berdasarkan data kerugian yang terjadi dalam proses produksi magnet *wire*, kegiatan *setup* merupakan penyebab utama penghasil kerugian, dan itu

dikarenakan proses *setup* yang lama, hal tersebut yang menjadi alasan kenapa penulis melakukan penelitian tentang proses *setup*, kenapa proses *setup* memerlukan waktu yang lama, masalah apa yang sebenarnya ada, kemudian membuat solusi untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Masalah-masalah dalam penelitian ini digambarkan pada diagram keterkaitan masalah, yang ditampilkan pada gambar 1.1 berikut ini



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan diagram keterkaitan diatas, masalah yang akan diteliti adalah waktu *setup* yang lama, sehingga mengakibatkan kerugian yang tinggi. Kerugian dalam proses *setup* ada 2 macam, pertama adalah kerugian dalam bentuk *scrap wire*, dan yang kedua adalah kerugian dalam bentuk waktu. Kerugian dalam bentuk waktu adalah hilangnya sebagian waktu produksi karena digunakan untuk kegiatan *setup*. Penelitian kali ini adalah untuk meneliti kedua kerugian tersebut, yaitu dengan menganalisa masalah-masalah utama yang ada, kemudian melakukan perbaikan dengan menggunakan metode SMED (*Single Minute Exchange of Dies*). Di akhir penelitian akan dilihat, seberapa besar penelitian berhasil mengurangi waktu *setup* dan juga berapa besar kerugian karena proses *setup* yang bisa dikurangi setelah dilakukan beberapa perbaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengurangi waktu *setup* sehingga kerugian yang disebabkan karena proses *setup* menjadi berkurang dengan cara mengidentifikasi penyebab utama dari lamanya waktu *setup*, mengklasifikasikan kegiatan *setup* menjadi sub kegiatan (internal dan eksternal), mengkonversi kegiatan internal menjadi eksternal, melakukan perampingan terhadap semua kegiatan sehingga dapat dibuat standar baru berdasarkan perbaikan yang telah diambil.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah proses *setup* produksi magnet *wire*, terutama yang terjadi di bagian produksi *coating* vertikal. Beberapa faktor luar akan diabaikan, seperti *wire break*, mati listrik dan beberapa masalah mesin yang lain.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan langsung di PT SEWI, adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Analisa Masalah

Mengumpulkan data-data tentang waktu *setup*. Mengklasifikasikan kegiatan *setup* menjadi sub kegiatan yang lebih kecil. Membaginya kedalam kegiatan internal dan eksternal. Menganalisa masalah dengan menggunakan alat bantu seperti diagram *pareto*, *fish bone* diagram, *why-why analysis*, *histogram* dan beberapa alat bantu lainnya.

2. Merencanakan Tindakan Perbaikan dan Melakukan Tindakan Perbaikan

Merencanakan tindakan perbaikan dan melakukan tindakan perbaikan sesuai dengan tahapan-tahapan dalam SMED yaitu menggunakan 4 phase dan beberapa teknik (d disesuaikan dengan tahapan SMED dalam Buku *A Revolution in Manufacturing : The SMED System* dan *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint* karangan Shingo Shigeo).

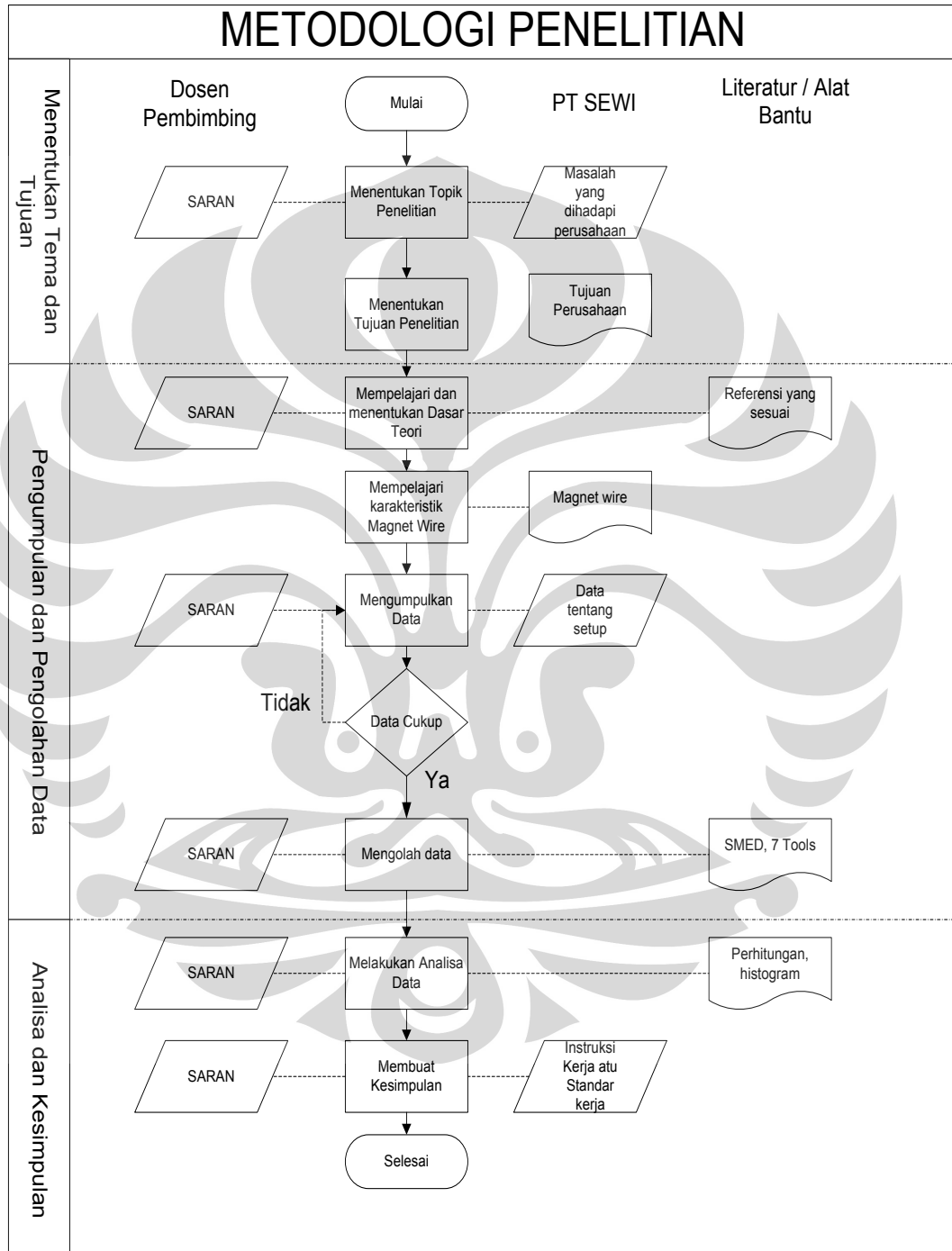
3. Melakukan Evaluasi Terhadap Hasil Perbaikan

Evaluasi sangat penting dilakukan, tidak hanya untuk melihat hasil yang dicapai, tetapi juga melihat kendala apa yang ada, apakah ada efek samping dari tindakan perbaikan yang dilakukan dan yang pasti apakah target yang telah ditetapkan bisa tercapai atau tidak.

4. Standarisasi dan Tindakan Selanjutnya

Untuk kegiatan perbaikan yang dirasa berhasil, maka perlu di buat standarisasinya, bisa berbentuk instruksi kerja, standard proses, ataupun dokumen yang lain. Untuk tindakan perbaikan yang dirasa gagal, maka perlu dianalisa penyebab kegagalannya, kemudian dibuat rencana perbaikan berikutnya. Demikian proses ini akan terus berulang sampai

target utama yang ditetapkan bisa tercapai. Gambar 1.2 memperlihatkan diagram alir metodologi penelitian yang akan digunakan.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini merupakan suatu pengantar pembacaan yang disusun sebagai suatu acuan dalam memahami penulisan penelitian ini secara garis besar. Penelitian ini terdiri atas lima bab.

- Bab 1 adalah bab pendahuluan. Bab satu memberikan alasan yang melatarbelakangi penulisan skripsi ini, hal ini dipertegas dengan adanya tujuan penelitian, perumusan masalah dan pembatasan masalah. Metodologi penelitian berisi tahapan penelitian disertai dengan alat bantu (*tools*) yang akan digunakan dalam melakukan penelitian dan tindakan perbaikan.
- Bab 2 adalah dasar teori. Bagian ini menjelaskan teori-teori yang menjadi landasan dalam penelitian. Dalam bab dua, akan dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan SMED, alat bantu lain yang menunjang penelitian, teori mengenai produk magnet *wire*, dan juga beberapa referensi lain seperti jurnal internasional dan penelitian internasional.
- Bab 3 adalah bab pengumpulan dan pengolahan data. Terdiri dari macam-macam data yang dikumpulkan selammraa penelitian berlangsung, mulai dari data waktu *setup*, kerugian karena *setup* dan masalah-masalah yang biasa terjadi dalam kegiatan *setup*. Data saat dilakukan tindakan perbaikan, dan setelah dilakukannya tindakan perbaikan.
- Bab 4 adalah bab analisa data berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa dilakukan dengan menggunakan grafik, SPC ataupun alat bantu yang lain yang dianggap perlu
- Bab 5 adalah kesimpulan yang merupakan bagian terakhir dalam skripsi ini dan akan menjelaskan mengenai apa yang telah didapat oleh penulis dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*)

SMED adalah metode yang ditemukan oleh Shingo Shigeo, seorang ilmuwan dari Jepang yang bekerja di Toyota. SMED digunakan untuk menurunkan waktu *setup*. Istilah SMED sebenarnya mengacu pada *single minutes*, artinya waktu *setup* diubah menjadi *single minutes (single digit)*. Ada 4 Tahap dan beberapa teknik dari metode SMED. Tahapan dalam metode SMED adalah :

1. Tahap 1

Dalam tahap ini, kegiatan *setup* tidak membedakan kegiatan internal dan eksternal.

2. Tahap 2

Pada tahap ini, kita mulai mengidentifikasi kegiatan menjadi kegiatan internal dan eksternal. Kemudian membedakan/memisahkan kegiatan eksternal dari internal. tahap ini bisa mengurangi waktu *setup* sekitar 30% - 50%.

3. Tahap 3

Dalam tahap ini, beberapa kegiatan internal di konversikan menjadi kegiatan eksternal, sehingga kegiatan internal bisa berkurang. Ini adalah tahap yang sangat krusial dan penting, karena dengan mengkonversikan kegiatan internal menjadi eksternal, maka proses *setup* akan bisa berkurang secara drastis. Karena proses internal akan langsung berkurang.

4. Tahap 4

Ini adalah tahap terakhir dari SMED. Dalam tahap ini dilakukan perampingan / *lean* dari semua sub kegiatan, baik itu internal maupun eksternal.

Ada beberapa teknik yang dituliskan Shingo Shigeo didalam bukunya yaitu buku *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering viewpoint* dan *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Beberapa teknik tersebut diantaranya:

1. Memisahkan kegiatan *setup* internal dari kegiatan *setup* eksternal.

Teknik ini sama dengan tahap ke-2 didalam penerapan SMED. Teknik ini menekankan pada kejelasan kegiatan *setup* mana yang harus dilakukan saat mesin berhenti (*Internal setup*), dan operasi *setup* mana yang bisa dilakukan saat mesin masih berjalan (*external setup*). Sebagai contoh, semua persiapan dan transportasi alat bantu, cetakan, *jig*, material dari dan ke mesin bisa dilakukan saat mesin masih berjalan. Proses operasi internal sebisa mungkin harus dibatasi hanya untuk mengganti *dies* dari yang lama ke yang baru.

2. Mengkonversi kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal.

Teknik yang kedua ini merupakan tahapan yang paling penting dalam implementasi SMED, tanpa melakukan kegiatan ini, *single-minute setup* tak akan bisa tercapai. Terkadang dalam mengasumsikan operasi internal dan eksternal ada kesalahan yang di buat, sehingga dalam tahapan ini akan diperbaiki kesalahan tersebut. Ada juga beberapa proses yang bisa kita ubah dari operasi internal menjadi eksternal, misalkan memanaskan *dies* dengan cara memasang *pre-heat dies*, sehingga bisa mengurangi waktu pemanasan dies.

3. Membuat standar fungsi, bukan standar bentuk.

Maksudnya adalah, sering kita berfikir bahwa standarisasi bentuk dies adalah suatu keharusan, pada kenyataannya standarisasi fungsi jauh lebih penting. Dengan dimensi dies yang lebih kecil, akan tetapi fungsi yang sama akan lebih menguntungkan, baik itu dari segi biaya dan juga dari proses *setup*.

4. Menggunakan *Clamps*/penjepit dan menghindari penggunaan *bolts* (baut).

Penggunaan penjepit akan sangat membantu dalam proses pemasangan cetakan dibandingkan dengan penggunaan baut. Bayangkan saja jika ada baut dengan 15 ulir, maka kita memerlukan 14 kali putaran untuk

mengencangkan cetakan tersebut, itu hanya untuk satu baut, jika ada beberapa baut maka bisa dihitung berapa lama waktu yang kita butuhkan. Penggunaan penjempit bukannya tanpa masalah, masalah utama yang dihadapi adalah pengaturan posisi untuk sumbu X,Y dan Z agar diperoleh hasil yang presisi.

5. Penggunaan *jig* perantara

Penggunaan *jig* perantara bisa mengurangi waktu *centering* atau *alignment* cetakan, karena proses tersebut bisa dilakukan diluar proses *setup*. Sehingga saat proses *setup*, hanya diperlukan proses pemasangan *dies*.

6. Melakukan proses secara paralel/bersamaan

Proses secara bersamaan akan sangat membantu dalam menurunkan waktu *setup* secara keseluruhan, karena terjadi penghematan waktu.

7. Mengurangi waktu pengaturan.

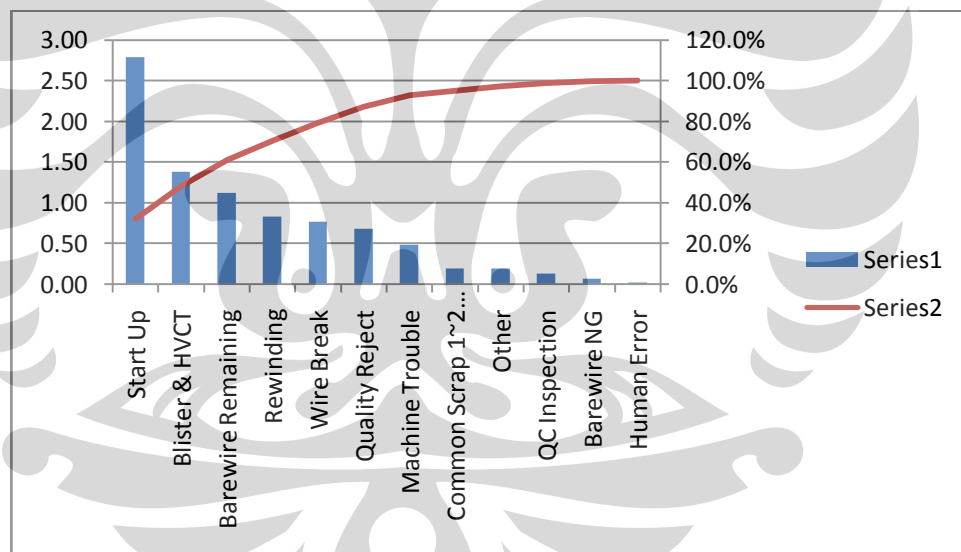
Pengaturan dan percobaan dalam proses *setup* biasanya membutuhkan 50% -70% dari total internal *setup*. Hal ini harus diperhatikan ketika kita ingin mengurangi waktu *setup* secara keseluruhan. Kegiatan pengaturan harus diminimalkan sekecil mungkin. Beberapa hal yang bisa dilakukan adalah seperti penggunaan *jig* perantara, atau proses *centering* saat *dies* belum dipasang di mesin. Hal ini akan sangat membantu pengurangan waktu pengaturan.

2.2 TUJUH ALAT BANTU KUALITAS DAN TUJUH ALAT BANTU MANAJEMEN KUALITAS

Dalam industri barang dan jasa, peningkatan kualitas produksi adalah hal yang sangat penting untuk keberlangsungan usaha, peningkatan kualitas produksi ini dapat dilakukan dengan berbagai alat bantu. Diantaranya ada 7 alat bantu kualitas yang merupakan alat bantu dalam pengolahan data untuk peningkatan kualitas, dan 7 alat bantu manajemen yang merupakan alat bantu dalam memetakan masalah secara terstruktur, guna membantu kelancaran komunikasi pada tim kerja, dan untuk pengambilan keputusan. Berikut adalah penjelasan tentang kedua alat bantu dalam manajemen kualitas ini.

2.2.1 TUJUH ALAT BANTU KUALITAS

1. **Diagram pareto**, tujuan dari diagram Pareto adalah untuk memprioritaskan masalah dan memutuskan masalah-masalah apa yang harus dibahas. Dalam setiap kegiatan perusahaan pasti terdapat beberapa macam masalah, diagram pareto akan membantu bagaimana menentukan masalah utama yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Konsep Pareto dikembangkan oleh ekonom Italia Vilfredo Pareto yang menjelaskan distribusi frekuensi karakteristik tertentu dari suatu populasi. Diagram pareto juga disebut aturan 20-80, persentase kecil dari kelompok tertentu (20%) dengan kontribusi jumlah tinggi karakteristik tertentu (80%). Diagram Pareto sangat membantu dalam meningkatkan proses manufaktur.

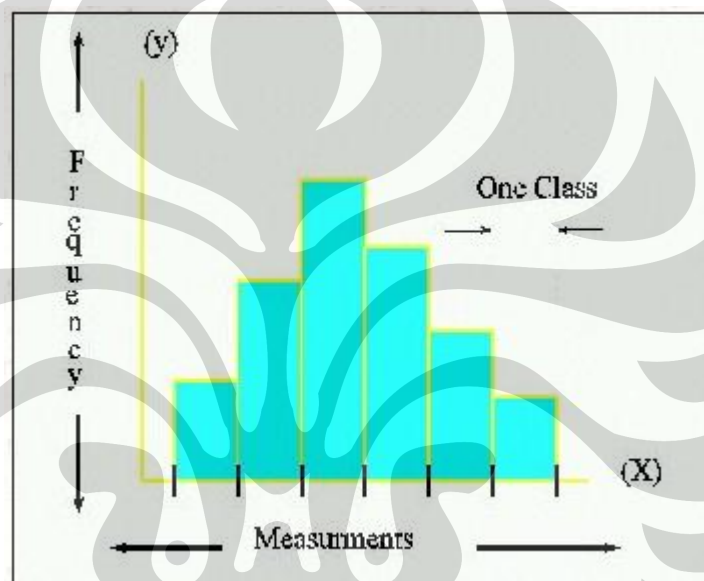


Gambar 2.1 Diagram Pareto

2. **Histogram**, tujuannya adalah untuk menentukan penyebaran atau variasi dari suatu himpunan titik data dalam bentuk grafis.

Dalam melakukan proses produksi selalu ada keinginan untuk menghasilkan hal-hal yang sama dengan nilai-nilai desain yang direncanakan. Tapi ini tidak selalu terjadi. Kita akan selalu memiliki

variasi dalam nilai-nilai dari masing-masing bagian yang dihasilkan. Hal ini ditemukan dalam output dari proses apapun: manufaktur, jasa, atau administratif. Namun, variasi tidak semuanya buruk. Salah satu ciri khas dari variasi adalah bahwa ia selalu menampilkan pola, distribusi. Pola ini dapat memberitahu kita banyak hal tentang proses itu sendiri dan penyebab masalah yang ditemukan dalam proses. Histogram membantu mengidentifikasi dan menafsirkan pola-pola ini.



Gambar 2.2. Contoh Histogram

Melalui gambar Histogram yang ditampilkan, akan dapat diprediksi hal-hal sebagai berikut :

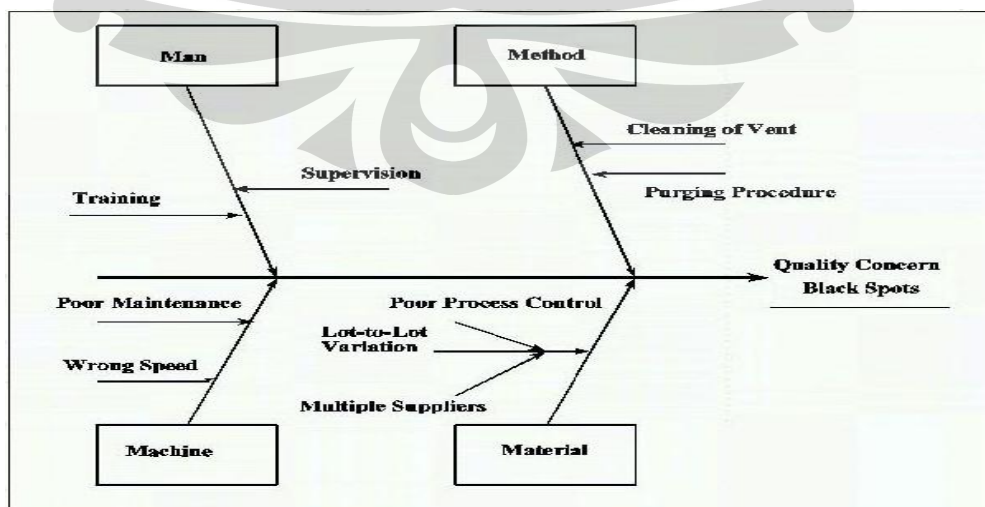
- a. Bila bentuk Histogram pada sisi kiri dan kanan dari kelas yang tertinggi berbentuk simetri, maka dapat diprediksi bahwa proses berjalan konsisten, artinya seluruh faktor-faktor dalam proses memenuhi syarat-syarat yang ditentukan.
- b. Bila Histogram berbentuk sisir, kemungkinan yang terjadi adalah ketidak-tepatan dalam pengukuran atau pembulatan nilai data, sehingga berpengaruh pada penetapan batas-batas kelas.

- c. Bila sebaran data melampaui batas-batas spesifikasi, maka dapat dikatakan bahwa ada bagian dari hasil produk yang tidak memenuhi spesifikasi mutu. Tetapi sebaliknya, bila sebaran data ternyata berada di dalam batas-batas spesifikasi, maka hasil produk sudah memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan.

Secara umum, histogram biasa digunakan untuk memantau pengembangan produk baru, penggunaan alat atau teknologi produksi yang baru, memprediksi kondisi pengendalian proses, hasil penjualan, manajemen lingkungan dan lain sebagainya.

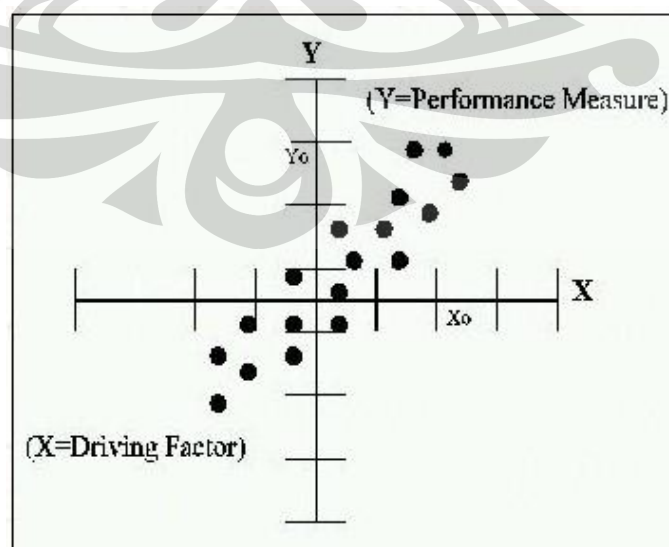
3. **Diagram Sebab Akibat atau Diagram Tulang Ikan (*Fish bone*)**, merupakan alat yang memungkinkan pengguna untuk meletakkan sistematis representasi grafis jalan setapak yang pada akhirnya mengarah pada akar penyebab suatu kekhawatiran atau masalah kualitas.

Pertama kali dikembangkan pada tahun 1943 oleh Mr Ishikawa di Universitas Tokyo. Sebuah diagram sebab-akibat terdiri dari dua sisi. Sisi kanan, efek samping, daftar masalah atau kepedulian kualitas dipertanyakan. Sementara sisi kiri adalah daftar penyebab utama dari masalah. Sisi kanan juga dapat mencakup efek yang diinginkan pengguna ingin dicapai. Yang penting adalah terus-menerus menyebabkan mendefinisikan dan berhubungan satu sama lain.



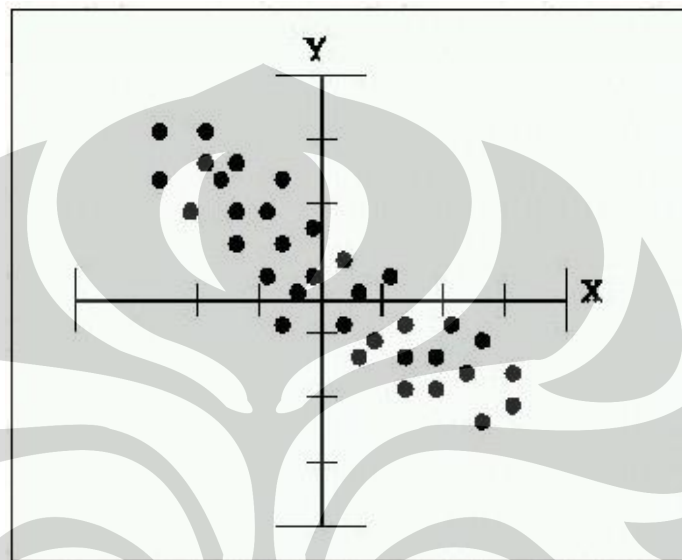
Gambar 2.3. *Fishbone* Diagram

4. **Diagram tebar**, tujuannya untuk mengidentifikasi korelasi yang mungkin ada antara karakteristik kualitas dan faktor yang mungkin mempengaruhinya. Diagram tebar merupakan pendekatan *non-mathematical* atau grafis untuk mengidentifikasi hubungan antara ukuran kinerja dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya. Karakteristik kinerja (Y) digambarkan pada sumbu vertikal, sedangkan faktor yang diduga berkorelasi (X) diplot pada sumbu horizontal. Titik potong antara kedua sumbu adalah rata-rata masing-masing set data. Data yang dikumpulkan bukan untuk hanya mengamati karakteristik kualitas yang diteliti tetapi juga memperhatikan faktor-faktor atau penyebab lain yang mungkin berdampak pada karakteristik kualitas. Melalui penggambaran data dalam diagram tebar, akan dapat dilakukan analisa lebih lanjut, sejauh mana antara faktor x dan y memiliki korelasi, yang dalam hal ini direpresentasikan sebagai nilai r (rho), yaitu nilai yang menunjukkan tingkat keeratan hubungan antar faktor tersebut. Dikatakan kedua faktor itu berhubungan sangat erat bila nilai rho mendekati angka + 1. Di samping itu, juga akan dapat disimpulkan kecenderungan arah korelasi tersebut (positif atau negatif).



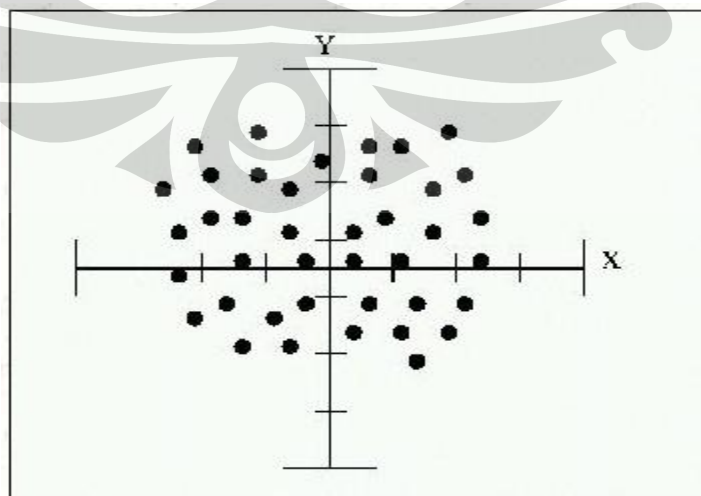
Gambar 2.4 Hubungan Positif

Hubungan positif, dimana item pada sumbu X meningkat, item pada sumbu Y juga meningkat, dan sebaliknya.



Gambar 2.5 Hubungan Negatif

Hubungan negatif, dimana item pada sumbu X meningkat, item pada sumbu Y berkurang



Gambar 2.6 Tidak Ada Hubungan

Tidak ada hubungan; Mengubah nilai-nilai dari item X tidak memiliki efek pada nilai barang Y.

5. **Diagram Kontrol**, tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses dalam kendali dan untuk memonitor variasi proses secara terus-menerus.

Dikembangkan pada pertengahan tahun 1920-an oleh Walter Shewhart dari Bell lab, alat SPC ini telah menjadi penyumbang utama peningkatan kualitas proses. Memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan variasi proses. Hal ini juga memungkinkan pengguna untuk membuat tindakan perbaikan yang tepat untuk menghilangkan sumber-sumber variasi. Mutu produk yang diciptakan melalui suatu proses panjang, sesungguhnya tidak pernah bisa terlepas dari variasi, yang dalam hal ini bisa dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu : (1) "*Chance Cause*", yaitu variasi yang timbul secara tidak terduga dan sukar dikendalikan, dan (2) "*Assignable Cause*", yaitu variasi yang bisa diperkirakan penyebabnya dan memungkinkan untuk dilakukan pencegahan.

6. **Lembar pengecekan**, memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data dari sebuah proses yang mudah, sistematis, dan teratur. Selain itu, data yang dikumpulkan menggunakan lembar pengecekan dapat digunakan sebagai masukan data untuk peralatan kualitas lain seperti diagram Pareto. Ada empat tipe utama yang digunakan untuk memeriksa lembar pengumpulan data:

- a. *Defective item check sheet* :

Jenis lembar periksa ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis masalah atau cacat yang terjadi dalam proses. Biasanya lembar cek ini akan memiliki daftar cacat atau masalah yang mungkin terjadi dalam proses.

- b. *Defective Location Check Sheet*

Jenis ini lembaran cek digunakan untuk mengidentifikasi lokasi cacat pada produk. Digunakan saat penampilan eksternal dari produk itu penting.

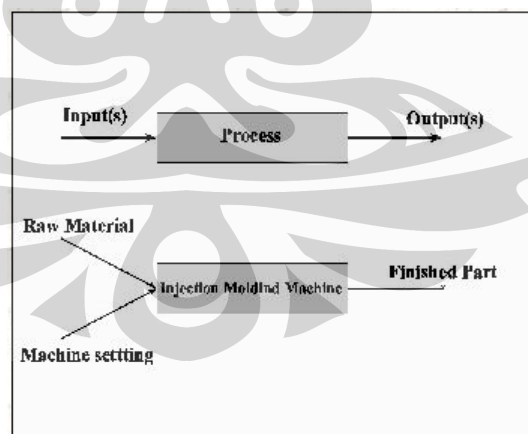
c. *Defective Cause Check Sheet*

Jenis lembar periksa mencoba untuk mengidentifikasi penyebab masalah atau cacat. Terdapat lebih dari satu variabel yang dipantau saat mengumpulkan data untuk jenis lembaran cek.

d. *Checkup Confirmation Check Sheet*

Jenis ini digunakan lembar periksa untuk memastikan bahwa prosedur yang tepat sedang diikuti. Lembar cek ini biasanya akan memiliki daftar tugas yang harus diselesaikan sebelum tindakan dapat diambil.

7. **Diagram alir**, merupakan alat bantu yang memberikan gambaran visual urutan operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas. Diagram alir merupakan langkah pertama kita dalam memahami suatu proses, baik administrasi atau manufaktur. Diagram alir memberikan ilustrasi visual, gambar langkah-langkah proses mengalami untuk menyelesaikan tugas itu. Dari gambar ini kita dapat melihat bagaimana proses ini dan terdiri dari unsur-unsur itu, sesuai dengan gambaran keseluruhan bisnis. Setiap proses akan membutuhkan input untuk menyelesaikan tugas ini, dan akan memberikan output ketika tugas selesai.



Gambar 2.7 Diagram Alir

2.2.2 TUJUH ALAT BANTU MANAJEMEN KUALITAS

1. Diagram Afinitas

Diagram afinitas mengatur sejumlah besar ide menjadi hubungan alami mereka. Metode ini membuka kreativitas dan intuisi tim. Ini diciptakan pada tahun 1960-an oleh antropolog Jepang Jiro Kawakita.

Keuntungan diagram afinitas :

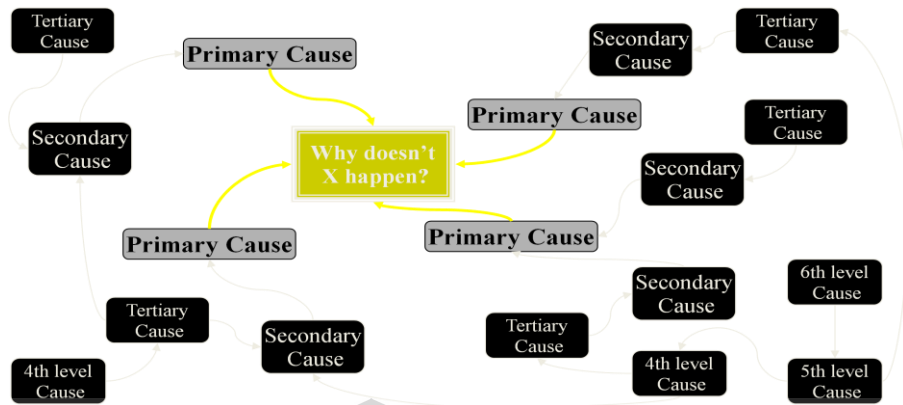
- a. Memfasilitasi terobosan berpikir dan merangsang ide-ide segar
- b. Memastikan semua orang jelas mengetahui masalah
- c. Menggabungkan pendapat seluruh kelompok
- d. Memupuk semangat tim
- e. Semua orang menaikkan tingkat kesadaran

2. Diagram Keterkaitan

Diagram keterkaitan merupakan alat untuk menemukan pemecahan masalah yang memiliki hubungan kausal yang kompleks. Hal ini membantu untuk menguraikan dan menemukan hubungan logis yang saling terkait antara sebab dan akibat. Ini adalah proses kreatif yang memungkinkan untuk '*Multi-directional*' daripada '*linier*' berpikir yang akan digunakan.

Keuntungan penggunaan diagram keterkaitan :

- a. Berguna pada tahap perencanaan untuk mendapatkan perspektif tentang situasi keseluruhan
- b. Memfasilitasi konsensus di antara tim
- c. Membantu untuk mengembangkan dan mengubah pemikiran orang
- d. Memungkinkan prioritas harus diidentifikasi secara akurat
- e. Membuat masalah dikenali dengan menjelaskan hubungan antara penyebab



Gambar 2.8 Diagram Keterkaitan

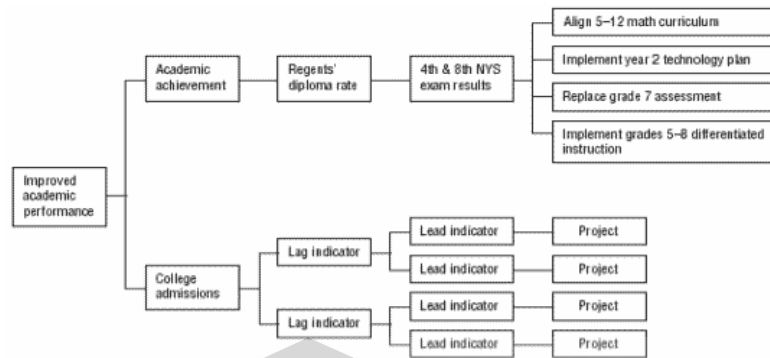
3. Diagram Matriks

Diagram matriks menunjukkan hubungan antara dua, tiga atau empat kelompok informasi. Terdiri dari sejumlah kolom dan baris, untuk mengetahui sifat dan kekuatan dari masalah. Ini akan membantu kita untuk sampai pada ide utama dan menganalisis hubungan atau tidak adanya di persimpangan dan menemukan cara yang efektif untuk mengejar metode pemecahan masalah. Hal ini memungkinkan ide konsepsi hubungan dua dimensi dasar. Titik persimpangan juga disebut "gagasan konsepsi poin".

4. Diagram Pohon

Diagram pohon adalah teknik untuk memetakan lengkap jalur dan tugas-tugas yang perlu dilakukan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama dan tujuan sub terkait. Diagram ini mengungkapkan secara sederhana besarnya masalah dan membantu untuk sampai pada metode-metode yang harus dikejar untuk mencapai hasil.

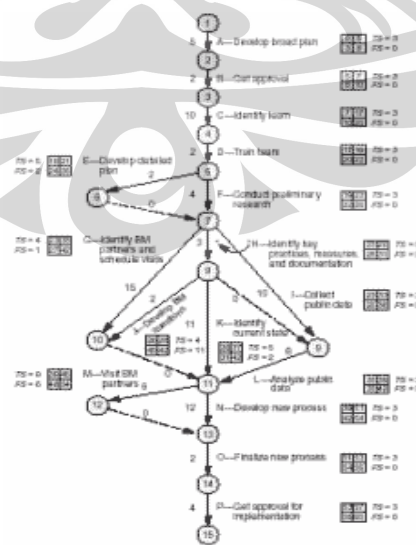
Diagram pohon dimulai dengan satu item yang cabang menjadi dua atau lebih, yang masing-masing cabang menjadi dua atau lebih, dan seterusnya. Kelihatannya seperti pohon, dengan banyak batang dan cabang. Hal ini digunakan untuk memecah kategori luas ke tingkat yang lebih halus lebih halus dan detail. Mengembangkan diagram pohon bergerak membantu Anda berpikir Anda langkah demi langkah dari generalisasi ke spesifik.



Gambar 2.9 Contoh Diagram Pohon

5. Diagram Panah

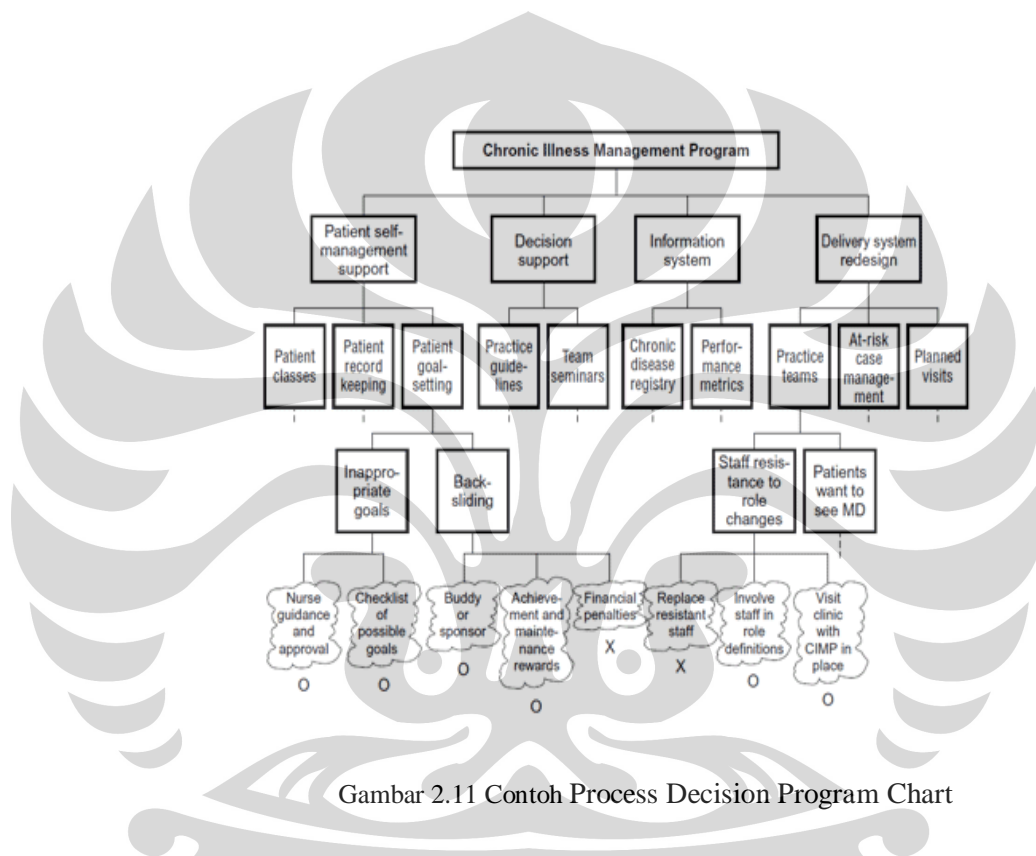
Diagram panah menunjukkan urutan tugas-tugas yang diperlukan dalam suatu proyek atau proses, jadwal terbaik untuk seluruh proyek, dan potensi dan sumber daya penjadwalan masalah dan solusi mereka. Diagram panah memungkinkan anda menghitung "jalur kritis" proyek. Ini adalah langkah penting aliran mana penundaan akan mempengaruhi waktu dari seluruh proyek dan di mana sumber daya tambahan yang dapat mempercepat proyek.



Gambar 2.10. Contoh Diagram Panah

6. Process Decision Program Chart

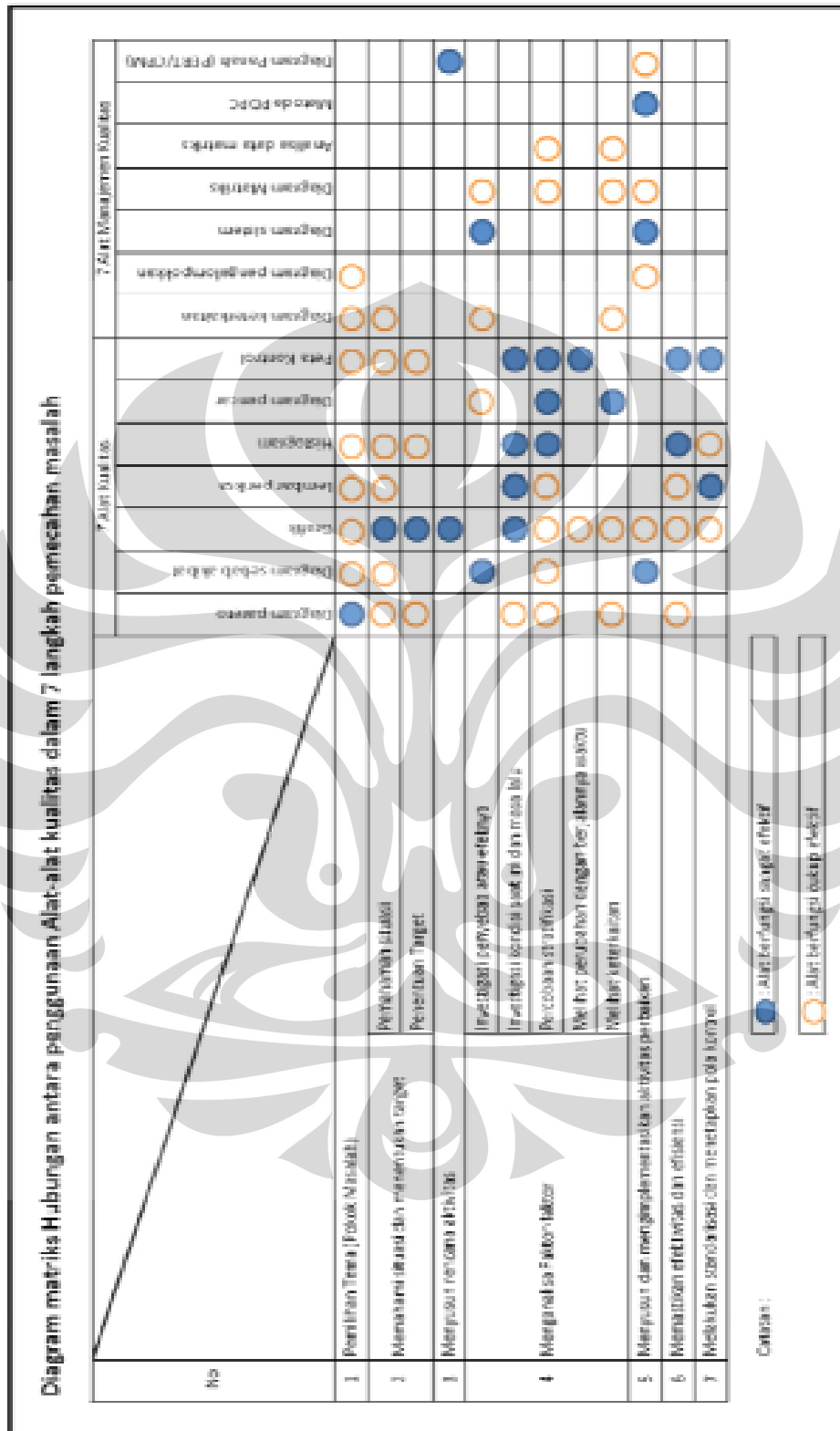
Program keputusan proses bagan sistematis mengidentifikasi apa yang mungkin terjadi dalam rencana dalam pengembangan. Penanggulangan dikembangkan untuk mencegah atau mengimbangi masalah tersebut. Dengan menggunakan PDPC, Anda dapat merevisi rencana untuk menghindari masalah atau siap dengan respon terbaik ketika sebuah masalah terjadi.



Gambar 2.11 Contoh Process Decision Program Chart

7. Matrix data analysis

Analisis Data Matrix adalah teknik analisis multivariat yang disebut '*Principal Component Analysis*'. Teknik ini *quantifies* dan menyusun data yang disajikan dalam Diagram Matrix, untuk menemukan lebih banyak indikator umum yang akan membedakan dan memberi kejelasan jumlah besar kompleks informasi saling terkait. Ini akan membantu kita untuk memvisualisasikan dengan baik dan mendapatkan wawasan tentang situasi.



Gambar 2.12 Diagram Matriks Hubungan Masalah dengan 7 Langkah Pemecahan Masalah

2.3 MAGNET WIRE

Magnet *wire* pertama kali dikenal pada tahun 1831. Pada waktu itu Michael Faraday menggunakan magnet *wire* untuk membuat *coil* induksi. Secara fungsi, magnet *wire* berfungsi dalam transformasi energi dan dibagi dalam 4 kategori :

- Mekanik → Elektrik



(Generator)

- Elektrik → Elektrik



(Transformer)

- Elektrik → Mekanik



(Motor)

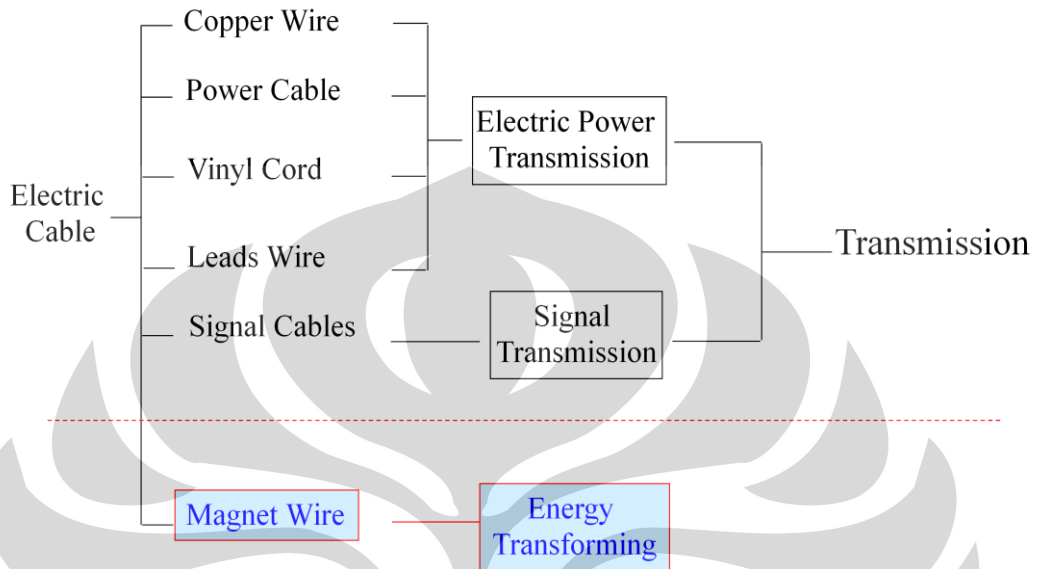
- Elektrik → Energi magnetic



(DY Coil)

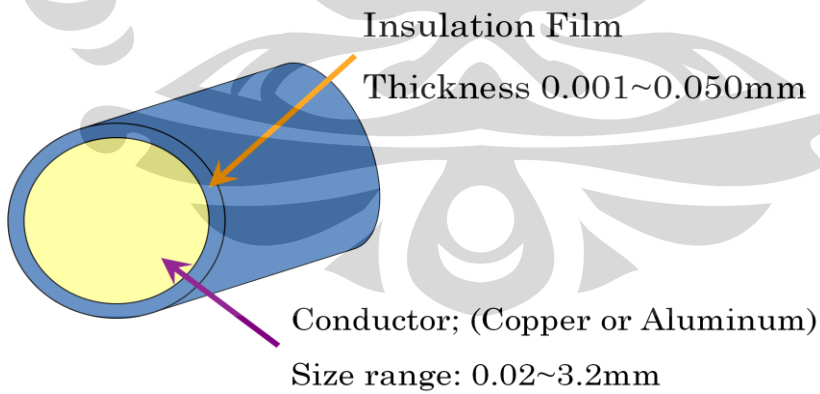
Gambar 2.13 Aplikasi Magnet Wire Sesuai Fungsinya

Sedangkan perbedaan antara magnet wire dan kabel digambarkan dalam bagan dibawah ini :



Tabel 2.14 Perbedaan Magnet wire dan Electric cable

Struktur magnet *wire* digambarkan seperti gambar dibawah ini :



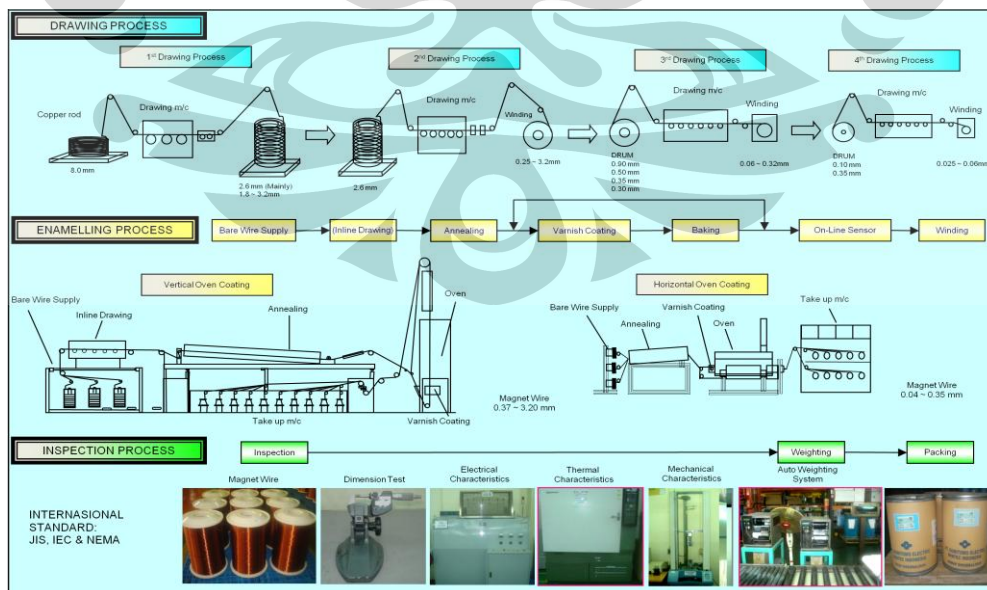
Gambar 2.15 Struktur Magnet Wire

Ada banyak tipe dari magnet wire, beberapa tipe yang umum dikenal dipasar adalah :

	No	Type	Material	TI [°C]	Main Application	Remark
General Wire	1	UEW	Polyurethane	130	Trans Coil	Solder able
	2	PEW	Polyester	155	General Motor	Film removal by chemical
High Thermal Wire	3	EIW	Polyesterimide	180	Auto part	Crazing
	4	EIAIW	UC: Polyesterimide TC: Polyamideimide	200	Auto part	Good Performance No Crazing
	5	AIW	Polyamideimide	220	Auto part	Good Performance High Price
	6	PIW	Polyimide	220	Special Part	Good Performance High Price

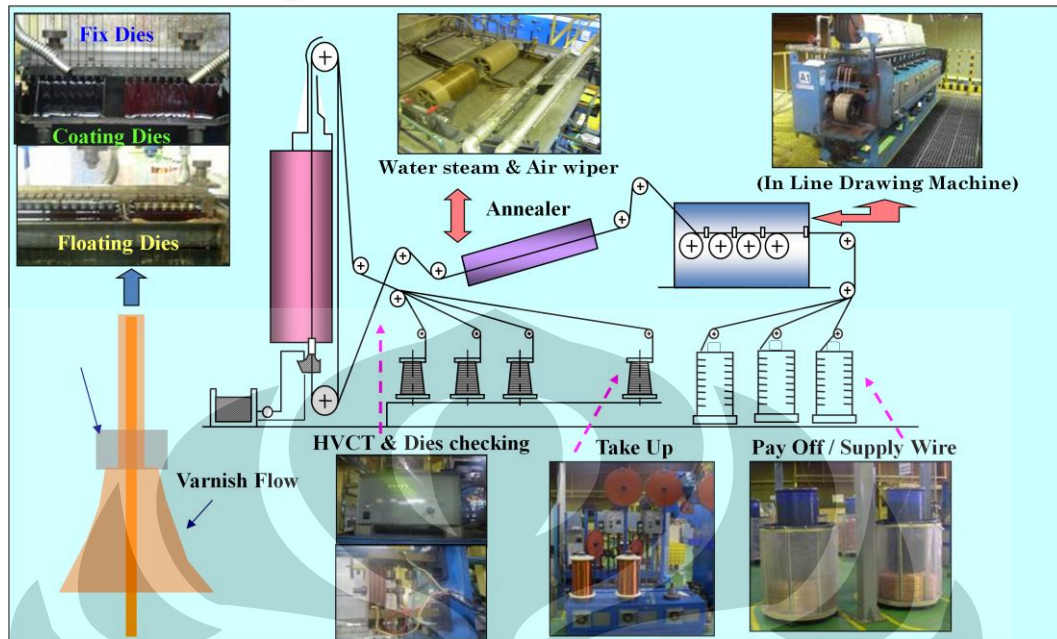
Gambar 2.16 Bagan Macam- macam Tipe Magnet Wire

Proses pembuatan magnet wire digambarkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.17 Proses pembuatan magnet wire

Coating Process (Vertical Oven)



Gambar 2.18 Proses coating magnet wire tipe oven vertical

2.3.1 PROSES PEMBUATAN MAGNET WIRE

Proses pembuatan magnet wire dibagi dalam beberapa bagian utama :

- Kedatangan material dan inspeksinya
- Proses drawing
- Proses *coating*
- Inspeksi magnet *wire*

Secara lengkap proses pembuatan magnet *wire* bisa dilihat dalam salah satu contoh *process flowchart* digambar 2.19. Pada gambar 2.19 diperlihatkan diagram alir proses untuk pembuatan magnet wire tipe 1AIW 0,29mm. Proses pembuatan magnet wire dimulai dari proses penerimaan material dan dibagian akhir adalah pengemasan dan pengiriman (*packaging* dan *shipping*).

AISAN INDUTRY CO., LTD.
1AIW 0.29 PROCESS FLOW CHART

PT. Sumitomo Electric Wintec Indonesia
RI: 3 Sep 2010

Production Flow	Pro. No.	Items	Control Point		Section		Quality Control Method		
			Control Items	Specification	Prod	QC	Equipment	Frequency	Record
	1	Copper Rod Receiving	Winding Packaging Dimension Elongation Conductivity	Material Standard		by Supplier	Visual Visual Supplier test report Every Receiving	Every Receiving Every Receiving Every Receiving Every Receiving	Supplier test report
	2,4	Heavy Drawing, Medium Drawing and Small size Drawing	Lubricant % Lubricant PH Heavy Drawing Dies Medium/Small size Drawing Dies PassLine	Production Standard	●		Refractometer PH tester Microscope Microscope Visual	5 times/week 5 times/week 1 time/month Size change & max 2 weeks 1 time / day	Control chart Control chart Die Program Die Program Check sheet
	3,5	Inspection Process	Appearance Dimension	Production Standard	●		Visual Micrometer	All carrier & drum All carrier & drum	Check Bare Wire Label
	6	Annealing	Anneal temperature Water condition	Production Standard	●		Temp. Controller Conductivity meter	3 time / shift 3 time / week	Temp. Recorder Check sheet
	7	Varnish Receiving	Appearance Viscosity Solid Content	Material Standard	●		Supplier test report Every Receiving Every Receiving	Every Receiving Every Receiving	Check Check sheet Check sheet
	8	Reel Receiving	Appearance Dimension (new reel only)		●		Visual Calliper	Every Receiving Every Receiving	Check Check sheet
	9	Enamelling	Varnish Supply Wire Speed Oven Temperature Take-up Tension Winding Condition PassLine	Production Standard	●	▲	Speed Meter Temp. Controller Tension Meter Visual Visual	3 time / shift 1 time / day 3 time / shift Star-up time 3 time / shift 1 time / shift	Work sheet Work sheet Temp. Recorder Indication Slip Work sheet Check sheet
	10	Start-up / Daily & Inspection	Appearance Color Overall Dia. Bare wire Dia. Pinhole Flexibility Adherence Resistance to Abration Dielectric Breakdown Resistance to Cut Through Resistance to Heat Shock Others	Inspection Standard	●		Visual Visual Micrometer Pin hole tester Elongation Tester Elongation Tester Scrape Tester BDV Tester Cut Through Tester Thermostatic Oven Others	All Course All Course All Course All Course Sampling Test Sampling Test Sampling Test Sampling Test Sampling Test Sampling Test Sampling Test Sampling Test	Start up / Daily Inspection Sheet (Sampling plan depends on specification)
	11	Daily Inspection			●		Visual	All Reels	Final Inspection Check sheet
	12	Final Inspection	Appearance Overall Dia. Winding Condition Label	Inspection Standard	●		Visual Micrometer Visual Visual	All Reels All Reels All Reels All Reels	Final Inspection Check sheet
	13	Packaging / Shipping	Package type Minimum Weight Label	Packaging Standard		Packing	Visual Auto scale Visual	All Reels All Reels All Reels	Check Check Check

Note:
 * Control Items in process 10, 11 and 12 may be different depending on the type of product and the specification however, the general control items are the same
 * Control Items may be change depending on our process capability, ect.
 * In the case defect is found, the non conforming report should be issue.

Date Issued: 3rd Sep 2010
 Approved by: [Signature]

Revision:
 ▲ : 3 Sep 2010. Correction

Gambar 2.19 Contoh Proses Flow Chart

2.3.1.1 Proses *Drawing*

Proses *drawing* adalah proses penarikan material utama magnet *wire* yaitu tembaga dari ukuran yang besar menjadi ukuran yang lebih kecil. Ada 4 macam tipe proses *drawing* berdasarkan ukuran tembaga yang diolah yaitu :

1 *Heavy drawing*

Proses penarikan tembaga dari ukuran 8.00mm menjadi ukuran 1.80mm ~ 3.20mm

2 *Middle drawing*

Proses penarikan tembaga dari ukuran 1.80mm ~ 3.20mm menjadi ukuran 0.30mm ~ 2.30mm

3 *Fine drawing*

Proses penarikan tembaga dari ukuran 0.80mm ~ 1.00mm menjadi ukuran 0.09mm ~ 0.29mm

4 *Extra fine drawing*

Proses penarikan tembaga dari ukuran 0.10mm ~ 0.35mm menjadi ukuran 0.027mm ~ 0.080mm

Dalam proses *drawing*, selain mesin *drawing*, alat bantu lain yang digunakan adalah *dies drawing* dan juga *lubricant* yang berfungsi sebagai pelican dan pendingin. Adapun masalah yang biasa timbul pada proses *drawing* adalah:

- *Setup* proses *drawing* (proses awal/persiapan *drawing*)
- Masalah kualitas (dimensi, *appearance*)
- *Wire break / under weight*
- Lain-lain

2.3.1.2 Proses *coating* atau proses pelapisan

Proses *coating* atau proses pelapisan adalah proses terpenting dalam proses pembuatan magnet *wire*. Proses *coating* / pelapisan adalah proses pelapisan tembaga menggunakan material *enamel* atau yang biasa disebut sebagai *varnish*. Lapisan inilah yang nantinya akan menentukan tipe dari magnet *wire*. *Varnish* adalah *polymer* buatan yang mempunyai fungsi sebagai *isolator* dari magnet *wire*.

Ada beberapa tipe yang dikenal dari magnet *wire* seperti *polyurethane* (UEW), *polyester* (PEW), *Polyestermide* (EIW) ataupun *polyamideimide* (AIW). Sedangkan masalah yang biasanya terjadi pada proses *coating* adalah :

- *Setup (scrap saat setup)*
- *Wire break*
- *Under weight*
- Masalah kualitas
- Sisa barewire
- Lain-lain

2.3.1.3 Proses Inspeksi

Proses inspeksi dalam magnet *wire* juga menghasilkan *scrap* karena inspeksi yang sifatnya destruktif, sehingga magnet *wire* sisa inspeksi tidak bisa digunakan lagi. Ada beberapa macam inspeksi yang dilakukan seperti pengecekan dimensi, *curing, thermal, mekanikal*, kelistrikan, dan juga cacat permukaan. Untuk melakukan pengecekan, bagian QC akan mengambil sebagian kecil produk magnet *wire*, dan bagian tersebut nantinya tidak bisa digunakan lagi.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 DATA KERUGIAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengumpulan dan pengolahan data-data yang berkaitan dengan penelitian mengenai menurunkan waktu *setup* produksi magnet *wire*. Data-data tersebut adalah :

- Data kerugian berdasarkan bagian produksi
- Data kerugian berdasarkan tipe penyebabnya.
- Data kerugian dari bagian *coating* vertikal
- Data kerugian karena *setup*
- Data waktu *setup* sebelum perbaikan (Maret –Mei 2010)
- Data waktu *setup* setelah perbaikan (September 2010 – November 2010)

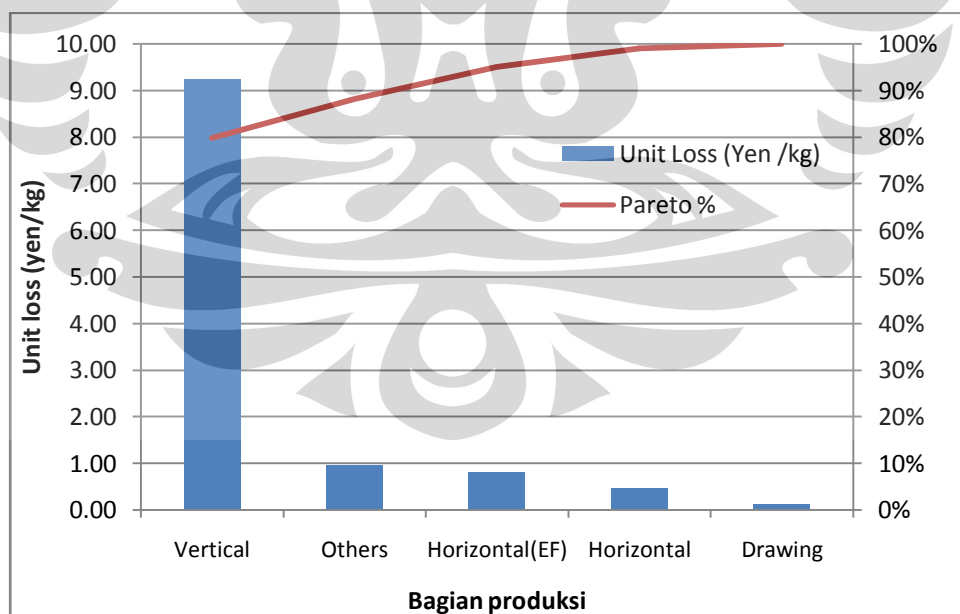
3.1.1 DATA KERUGIAN BERDASARKAN BAGIAN PRODUKSI

Dalam proses pembuatan *magnet wire* ada beberapa proses yang berpotensi menyebabkan kerugian , yaitu proses *drawing*, proses *coating* dan juga lain-lain (*common loss*). Kerugian yang dimaksud dalam hal ini adalah *scrap wire*. Biasanya unit untuk menghitung *scrap* adalah menggunakan persentase (%), akan tetapi untuk menekankan nilai kerugian digunakan istilah unit kerugian yang menggunakan satuan Yen/kg. Unit kerugian adalah kerugian yang timbul untuk setiap 1kg magnet *wire* yang diproduksi. Untuk mendapatkan data dalam unit Yen/Kg, nilai *scrap* harus dikonversikan kedalam nilai Yen, sebagai contoh untuk 1Kg *scrap* di bagian *coating* vertikal adalah senilai ¥108. Angka tersebut merupakan standar yang digunakan di PT SEWI berdasarkan perhitungan secara *system biaya* yang ada. Data kerugian berdasarkan proses produksi yang berhasil dikumpulkan selama periode April 2009 sampai dengan April 2010 ditampilkan pada tabel 3.1. Tabel 3.1 memperlihatkan unit kerugian yang terjadi pada masing-masing bagian produksi

Tabel 3.1 Data Unit Kerugian Magnet Wire (April 2009-April 2010) (unit = ¥/kg)

Bagian	Drawing	Vertical	Horizontal Fine	Horizontal EF	Lain –lain	Total
Apr 2009	0,14	9,97	1,16	0,70	0,10	12,06
Mei 2009	0,12	8,49	0,54	0,63	0,57	10,36
Jun 2009	0,13	9,59	0,69	0,21	1,61	12,22
Jul 2009	0,11	9,24	0,39	0,68	0,55	10,97
Agu 2009	0,10	8,60	0,37	1,40	0,01	10,48
Sept 2009	0,09	9,97	0,44	0,94	0,76	12,20
Okt 2009	0,10	8,49	0,44	0,77	0,39	10,19
Nov 2009	0,08	8,46	0,31	0,73	0,07	9,65
Dec 2009	0,08	9,65	0,38	0,57	0,36	11,04
Jan 2010	0,08	9,38	0,26	0,74	1,20	11,65
Feb 2010	0,09	10,64	0,19	1,05	0,54	12,51
Mar 2010	0,09	9,66	0,34	0,95	0,76	11,80
Apr 2010	0,08	9,84	0,34	0,80	0,32	11,38
Rata-rata	0,10	9,38	0,45	0,78	0,56	11,27

Dari tabel diatas bisa dilihat bahwa kerugian terbesar terjadi pada proses *coating* vertikal, Jika diparetokan rata-rata unit loss dari April 2009 – April 2010 maka grafiknya akan terlihat seperti pada gambar 3.1



Gambar 3,1 Grafik Pareto Unit Kerugian Berdasarkan Bagian Produksi

Dari diagram pareto pada gambar 3.1, terlihat bahwa mayoritas kerugian terjadi pada bagian *coating* vertikal. Dipenjelasan berikutnya akan diuraikan penyebab dari kerugian terutama pada bagian *coating* vertikal.

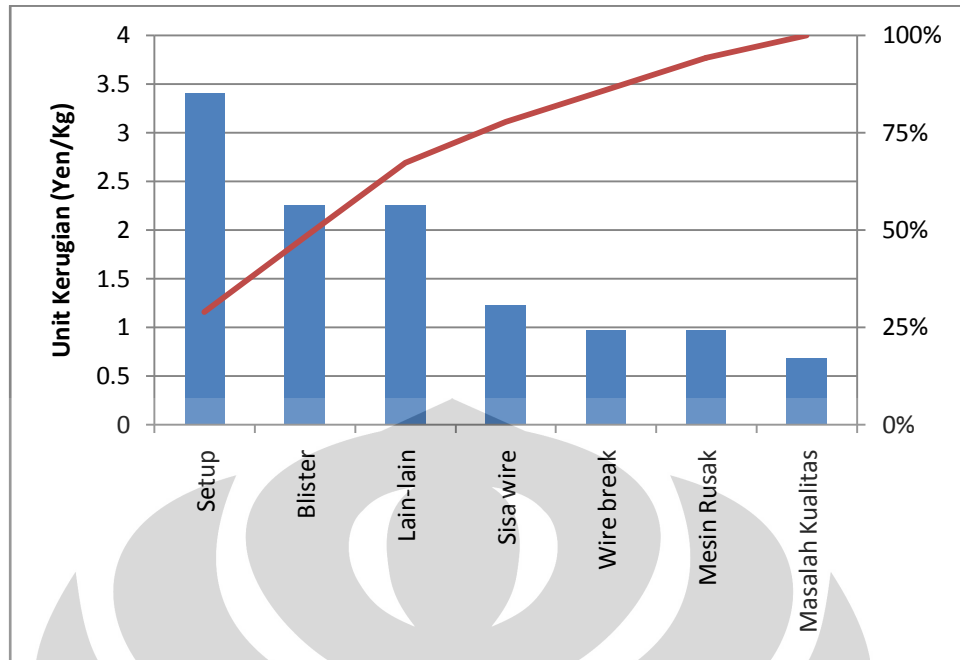
3.1.2 DATA KERUGIAN BERDASARKAN PENYEBAB

Selain dibedakan berdasarkan bagian produksinya, kerugian juga dipisahkan berdasarkan tipe masalah/penyebabnya. Ada beberapa masalah produksi yang menyebabkan kerugian seperti *blister*, *setup*, masalah kualitas, *wire break*, sisa *wire*, mesin rusak, dan penyebab lainnya. Data kerugian berdasarkan tipe penyebabnya bisa dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Unit Kerugian Berdasarkan Tipe Penyebab (unit : ¥/kg)

	Blister	Masalah Kualitas	Setup	Wire break	Sisa wire	Mesin Rusak	Lain-lain	TOTAL
Apr'09	2,88	0,60	4,45	0,63	1,22	1,02	1,26	12,06
Mei'09	2,16	0,34	4,11	0,70	1,07	0,55	1,43	10,36
Jun'09	1,77	0,72	3,23	0,84	1,33	1,55	2,78	12,22
Jul'09	1,47	0,72	3,34	1,08	1,16	1,26	1,93	10,97
Agu'09	1,91	0,72	3,16	0,93	1,09	1,01	1,67	10,48
Sep'09	2,32	0,71	3,73	0,87	1,43	1,03	2,11	12,20
Okt'09	2,15	0,25	3,02	1,16	1,01	1,02	1,58	10,19
Nov'09	2,12	0,69	2,83	0,67	1,14	1,03	1,17	9,65
Dec'09	2,09	1,14	3,12	1,30	1,27	0,88	1,23	11,04
Jan'10	2,19	1,04	3,16	0,83	1,21	1,01	2,20	11,65
Feb'10	2,67	0,81	3,61	1,38	1,23	0,84	1,97	12,51
Mar'10	2,57	0,74	3,27	1,15	1,39	0,62	2,06	11,80
Apr'10	3,04	0,34	3,26	1,02	1,38	0,80	1,53	11,38
Rata-rata	2,26	0,68	3,41	0,97	1,23	0,97	2,26	0,68

Dari tabel 3.2 terutama dilihat dari rata-rata April 2009 – April 2010 bisa dilihat bahwa *setup* adalah penyumbang kerugian tertinggi diikuti oleh *blister*, lain-lain dan sisa *wire*, Jika diparetokan maka gambarnya adalah seperti terlihat di gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik Pareto Unit Kerugian Berdasarkan Penyebabnya

Dari kedua data diatas bisa disimpulkan bahwa kerugian terbesar dari pembuatan magnet *wire* berasal dari bagian vertikal sedangkan berdasarkan tipe penyebabnya maka penyebab utama dari kerugian berasal dari *setup* dan *blister*.

Dalam proses produksi magnet *wire* di PT SEWI, terdapat 2 bagian *coating*, yaitu vertikal dan horizontal, akan tetapi berdasarkan volume data produksi, maka lebih dari 80% produksi magnet *wire* dihasilkan dari proses *coating* vertikal. Untuk penelitian kali ini akan lebih memprioritaskan masalah-masalah yang terjadi diproses *coating* vertikal.

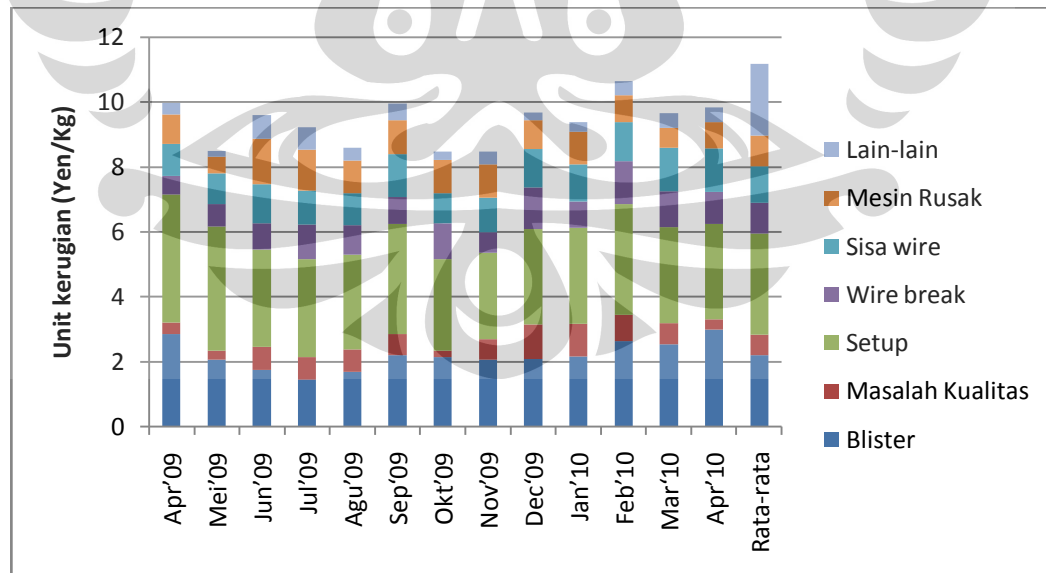
3.2 DATA KERUGIAN PADA BAGIAN COATING VERTIKAL

Data selanjutnya yang perlu dikumpulkan adalah dari bagian *coating* vertikal, kira-kira proses apa saja yang menjadi penyebab sehingga kerugian produksi menjadi tinggi, Sama seperti data sebelumnya penelitian akan mengambil data dari rata-rata April 2009 sampai dengan april 2010, Hasilnya adalah seperti terlihat pada tabel 3.3 berikut :

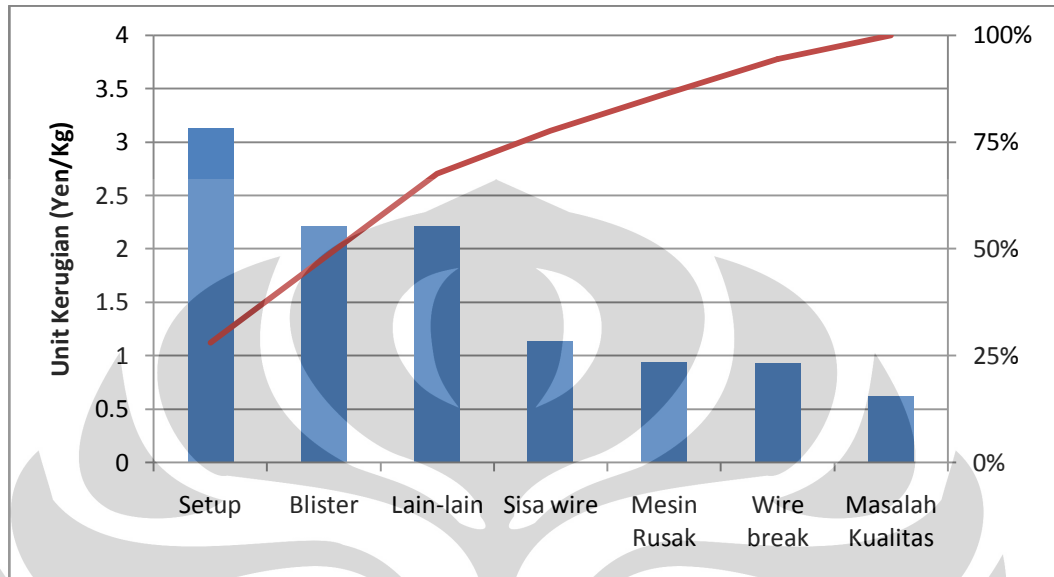
Tabel 3.3 Data Kerugian Produksi Bagian *Coating* Vertikal (unit:¥/kg)

	Blister	Masalah Kualitas	Setup	Wire break	Sisa wire	Mesin Rusak	Lain-lain
Apr'09	2,85	0,37	3,93	0,58	0,97	0,91	0,36
Mei'09	2,06	0,29	3,82	0,68	0,96	0,50	0,19
Jun'09	1,76	0,70	2,99	0,82	1,20	1,40	0,72
Jul'09	1,46	0,69	3,02	1,05	1,05	1,26	0,70
Agu'09	1,70	0,69	2,92	0,89	1,00	0,99	0,41
Sep'09	2,20	0,66	3,39	0,83	1,32	1,03	0,53
Okt'09	2,14	0,21	2,81	1,11	0,93	1,01	0,27
Nov'09	2,06	0,64	2,65	0,64	1,07	1,02	0,39
Dec'09	2,08	1,08	2,93	1,27	1,20	0,88	0,23
Jan'10	2,17	1,00	2,96	0,80	1,15	1,01	0,29
Feb'10	2,65	0,79	3,41	1,33	1,19	0,84	0,43
Mar'10	2,54	0,66	2,95	1,10	1,35	0,61	0,45
Apr'10	3,00	0,31	2,94	0,98	1,34	0,80	0,46
Rata-rata	2,21	0,62	3,13	0,93	1,13	0,94	2,21

Data dari tabel 3.3 dikonversikan menjadi sebuah gambar grafik batang seperti terlihat pada gambar 3.3. Sekilas terlihat bahwa ada beberapa penyebab dominan seperti *setup* dan *blister*.

Gambar 3.3 Grafik Kerugian Bagian *Coating* Vertikal

Data dari tabel 3.3 dan gambar 3.3 dikonversikan kedalam grafik pareto untuk melihat prioritas masalah, dan hasilnya terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Grafik Pareto Unit Kerugian Bagian *Coating* Vertikal

Dari data-data yang telah dijelaskan sebelumnya, terlihat jelas bahwa masalah utama yang terjadi dalam produksi *magnet wire* adalah kerugian karena proses *setup*. Penelitian ini selanjutnya akan lebih ditekankan kepada proses *setup*, masalah-masalah yang terjadi dalam proses *setup*, perbaikan untuk mengurangi masalah, dan data-data setelah perbaikan.

3.3 **SETUP PRODUKSI MAGNET WIRE**

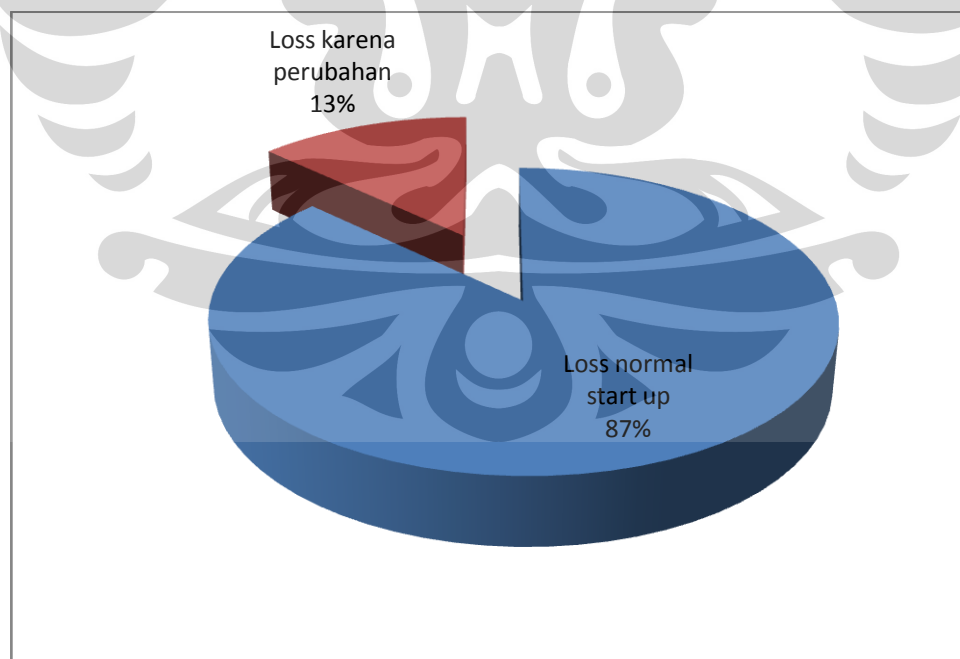
Setup adalah proses awal dari pembuatan *magnet wire*. Kerugian dalam proses *setup* tidak bisa dihindari tapi dapat diminimalkan dengan berbagai aktivitas, Dari data kerugian april 2009 sampai dengan april 2010 terlihat bahwa proses *setup* adalah penyumbang terbesar dari kerugian produksi, Pada dasarnya ada 2 bagian dari *loss setup* yaitu *normal setup* dan juga *adjustment* atau perubahan kondisi pada saat *setup*, Pengumpulan data *setup* yang lebih detail (*normal* dan *adjustment*) mulai dilakukan dari bulan maret 2010 sampai dengan mei 2010 . Data tersebut dikumpulkan untuk melihat dan menentukan penyebab terjadinya

kerugian pada proses *setup*, termasuk didalamnya adalah perhitungan waktu *setup* dan hubungannya dengan jumlah *scrap* wire yang dianggap sebagai kerugian.

Tabel 3.4 Data Kerugian Karena Proses *Setup*

Bulan	Normal <i>setup</i>		Perubahan kondisi		Total (Kg)
	Qty (kg)	%	Qty (kg)	%	
Maret 2010	18.560	83%	3.725	17%	22.285
April 2010	17.670	91%	1.765	9%	19.435
Mei 2010	15.951	87%	2.302	13%	18.253
Rata-rata	17.393,7	87%	2.597,3	13%	19.991

Rata-rata 87% kerugian terjadi pada proses normal *setup* dan sisanya sekitar 13% karena adanya perubahan kondisi. Bila data rata-rata dari bulan maret 2010 sampai dengan mei 2010 ditampilkan dalam grafik pie, maka jelas terlihat perbandingan kerugian karena proses normal *setup* dan karena perubahan kondisi. Data tersebut ditampilkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Grafik Kerugian Pada Proses *Setup*

Data lain yang perlu dilihat adalah data rata-rata kerugian produksi tiap kali *setup*. Data ini memperlihatkan berapa jumlah kerugian dalam bentuk *scrap wire* yang terjadi untuk satu kali proses *setup*.

Tabel 3.5 Data Kerugian Produksi Setiap Kali *Setup*

Bulan	Kerugian setup (kg)	Jumlah setup (kali)	Kerugian tiap kali setup (kg/setup)
Maret 2010	18.560	111	167,2
April 2010	17.670	101	174,9
Mei 2010	15.951	102	156,4
Rata-rata	17.393,7	104,7	166,1

Selama 3 bulan pengumpulan data (Maret 2010 - Mei 2010) terlihat bahwa kerugian tiap kali *setup* berkisar antara 156 kg/*setup* – 174kg/*setup*. Jika dirata-rata selama tiga bulan, maka setiap kali *setup*, *scrap* atau kerugian yang dihasilkan adalah sebesar 166.1 kg/*setup*.

Waktu *setup* bisa dihitung dengan melihat rata-rata *scrap* selama 3 bulan, akan tetapi waktu *setup* tersebut hanyalah waktu *setup* yang menghasilkan *scrap*, sementara untuk tahap persiapan material, alat bantu/*tools*, cetakan/*dies* serta pengaturan kondisi mesin dan pemasangan cetakan/*dies* di mesin tidak bisa diketahui dari jumlah *scrap*.

Untuk menghitung waktu tersebut diperlukan data pendukung yaitu rata-rata ukuran magnet *wire* yang dihasilkan, kecepatan *wire* dan juga *head no*. Data tersebut diambil dari data kapasitas produksi.

$$\text{Rata - rata waktu start up} = \frac{(\text{rata-rata jumlah scrap})}{\text{Jumlah produksi/jam}} \quad (3.1)$$

$$\text{Produksi /jam} = \left(\left(\frac{d}{2} \right)^2 \right) \times 3,14 \times 8,89 \times 60 \times WS \times 0,001 \times \text{head no} \quad (3.2)$$

Keterangan :

d = rata-rata ukuran magnet wire yang diproduksi (mm)

WS = wire speed(m/min) = rata-rata kecepatan wire

Head no = Jumlah rata-rata head no

Berdasarkan data kapasitas produksi magnet wire di bagian vertical, maka diketahui :

$d = 0,87\text{mm}$

WS = 32,2 m/menit

Head no = 7,7 heads

Sehingga diperoleh rata-rata produksi / jam yaitu,

$$\text{Jumlah produksi tiap jam} = \left(\left(\frac{0,87}{2} \right)^2 \right) \times 3,14 \times 8,89 \times 60 \times 32,2 \times 0,001 \times 7,7$$

$$\text{Jumlah produksi tiap jam} = 78,6 \text{ kg.}$$

$$\text{Rata - rata waktu start up} = \frac{(190)}{78,6}$$

$$\text{Rata - rata waktu start up} = \frac{(190)}{78,6} = 2 \text{ jam } 24 \text{ menit.}$$

Jadi, rata-rata waktu *setup* yang menghasilkan *scrap* adalah sekitar 2 jam 25 menit, tapi itu juga belum bisa menjadi acuan, karena pada kenyataannya dalam proses *setup*, kecepatan wire tidak konstan akan tetapi berubah sesuai dengan kondisi dalam tahapan *setup*. Masalah ini akan lebih lanjut diteliti dan dijabarkan dalam hitungan sederhana. Terutama setelah diperoleh data aktual dari kegiatan *setup*.

3.3.1 MENURUNKAN WAKTU PROSES *SETUP* DENGAN METODE SMED

Metode yang akan digunakan dalam menurunkan waktu *setup* adalah metode SMED (*Single Minutes Exchange Die*). SMED dikembangkan oleh Toyota, dan diperkenalkan pertama kali oleh Shigeo Shingo. Sebelum lebih jauh melangkah ke penggunaan SMED, Terlebih dahulu perlu dikumpulkan data durasi waktu yang diperlukan untuk melakukan proses *setup*, terutama untuk masing-masing tahapan *setup*. Tahapan tersebut dibagi berdasarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *setup*. Tahapan proses *setup* adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan material (*bare wire, varnish, reel*)
- Menyiapkan alat bantu (*applicator box, insert guide nozzle, dan dies/cetakan*)
- Memasang *insert guide nozzle* pada *applicator box*
- Mengatur suhu *oven*, posisi damper, *inlet air flow*, dan mengatur frekwensi fan.
- Memasang *applicator box* dan *dies/cetakan* di mesin *coating*
- *Wire passing* (melakukan penarikan *wire* dari posisi *pay off* sampai dengan *take up*)
- Memasukan *varnish* kedalam *applicator box*
- Menunggu suhu oven stabil
- Menyiapkan contoh *wire* untuk di cek oleh bagian QC.

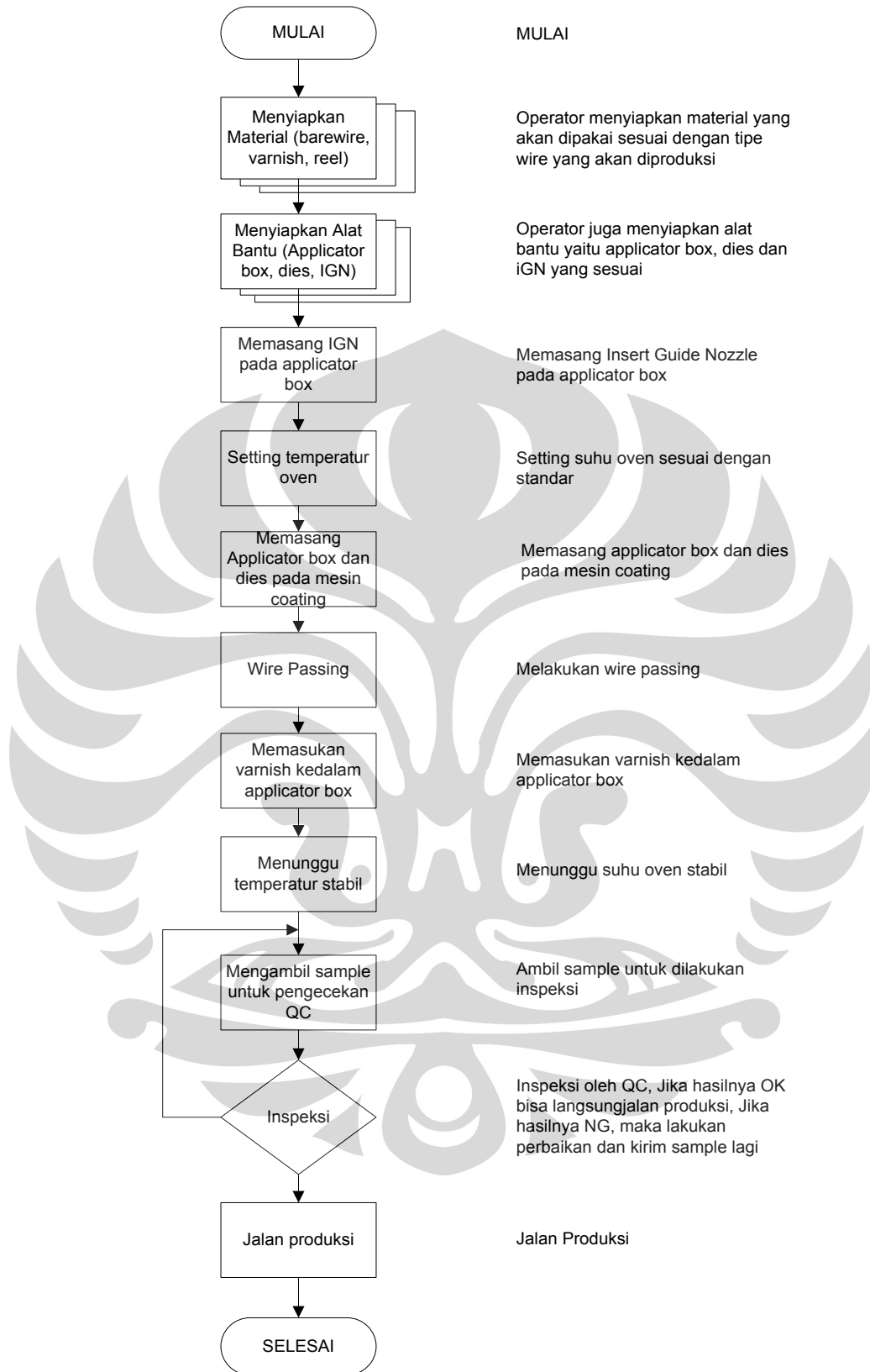
Pada tahapan ini, sebelum produksi dimulai, bagian produksi harus menyiapkan contoh *wire* yang diambil dari awal produksi untuk di cek oleh bagian QC

- Pengecekan contoh *wire* oleh QC.

Beberapa pengecekan yang biasa dilakukan adalah pengecekan dimensi, *curing test, thermal test*, dan beberapa pengecekan lainnya.

- Jalan produksi

Jika pengecekan dinyatakan OK, maka bagian produksi bisa melanjutkan proses produksi.



Gambar 3.6 Diagram Alir Proses *Setup*

Pada dasarnya ada 2 bagian utama dalam proses *setup* yaitu :

- Proses yang tidak menghasilkan *scrap wire* seperti menyiapkan material, *tools*, dan pengaturan suhu oven.
- Proses yang menghasilkan *scrap wire* seperti proses *wire passing*, proses menunggu suhu oven stabil, inspeksi QC dan juga perbaikan jika ada masalah dalam inspeksi QC.

Tabel 3.6 Tabel Proses Setup

Urutan	Nama Proses	Scrap / tidak
1	Menyiapkan <i>barewire</i>	Tidak
2	Menyiapkan <i>varnish</i>	Tidak
3	Menyiapkan <i>Reel</i>	Tidak
4	Menyiapkan <i>Applicator box</i>	Tidak
5	Menyiapkan <i>Insert guide nozzle</i>	Tidak
6	Menyiapkan <i>dies</i>	Tidak
7	Memasang IGN pada <i>applicator box</i>	Tidak
8	<i>Setting</i> suhu oven	Tidak
9	Memasang <i>applicator box</i> pada mesin	Tidak
10	Memasang <i>dies</i> pada <i>applicator box</i>	Tidak
11	<i>Wire passing</i>	<i>Scrap</i>
12	Memasukkan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	<i>Scrap</i>
13	Menunggu <i>temperature oven</i> stabil	<i>Scrap</i>
14	Mengambil <i>sample</i> untuk pengecekan QC	<i>Scrap</i>
15	Inspeksi QC	<i>Scrap</i>
16	<i>Start</i> produksi	<i>Scrap</i>

3.3.2 TAHAPAN PERBAIKAN MENGGUNAKAN METODE SMED

Langkah-langkah perbaikan dalam SMED¹ adalah :

- Tahap 1 : Mencatat semua aktifitas dalam kegiatan *setup*
- Tahap 2 : Memisahkan kegiatan internal dan eksternal
- Tahap 3 : Mengkonversikan kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal
- Tahap 4 : Melakukan perampingan terhadap semua kegiatan

Dalam buku *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, tahap 1 disebut juga sebagai tahap 0 atau *preliminary stage*.

¹ A Revolution in Manufacturing: The SMED System Karangan Shigeo Shingo, Hal 33-52

3.3.2.1 Tahap 1 : Mencatat semua aktivitas dalam kegiatan *setup*

Tahap awal dari SMED adalah mencatat dan mengumpulkan semua aktivitas dalam *setup* tanpa memperhatikan apakah kegiatan tersebut masuk ke dalam aktivitas internal ataukah eksternal. Data untuk tahap 1 dikumpulkan dari bulan Maret 2010 sampai dengan bulan Mei 2010. Rata-rata waktu *setup* sebelum perbaikan ditampilkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Rata-Rata Waktu *Setup* Sebelum Perbaikan (Maret 2010-Mei 2010)

Urutan	Nama Proses	Waktu <i>setup</i> (menit)
A	Menyiapkan <i>barewire</i>	12
2	Menyiapkan <i>Reel</i>	5
3	Menyiapkan <i>Applicator box</i>	11
4	Menyiapkan <i>Insert guide nozzle</i>	5
5	Menyiapkan <i>dies</i>	5
6	Memasang IGN pada <i>applicator box</i>	31
7	<i>Setting</i> suhu oven	2
8	Menyiapkan <i>varnish</i>	29
9	Memasang <i>applicator box</i> pada mesin	20
10	Memasang <i>dies</i> pada <i>applicator box</i>	5
11	<i>Wire passing</i>	64
12	Memasukkan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	14
13	Menunggu <i>temperature oven</i> stabil	45
14	Mengambil <i>sample</i> untuk pengecekan QC	9
15	Inspeksi QC	15
16	<i>Start</i> produksi	5
	TOTAL	277

Bisa dilihat bahwa total waktu yang diperlukan untuk *setup* adalah sekitar 277menit, akan tetapi angka tersebut bukanlah angka yang sebenarnya. Selanjutnya pada tahap 2 dari SMED akan dibedakan kegiatan-kegiatan dalam 2 bagian yaitu kegiatan internal (kegiatan yang hanya bisa dilakukan saat mesin berhenti) dan kegiatan eksternal (kegiatan-kegiatan yang bisa dilakukan tanpa menunggu mesin berhenti).

3.3.2.2 Tahap 2 : Memisahkan kegiatan internal dan eksternal

Memisahkan kegiatan *setup* menjadi 2 kategori yaitu internal dan eksternal akan sangat membantu dalam menurunkan waktu *setup* secara keseluruhan, karena dengan tahapan ini bisa diketahui kegiatan mana yang bisa dilakukan saat mesin berhenti dan kegiatan mana yang bisa dilakukan saat mesin masih berjalan. Terkadang pihak perusahaan melakukan kesalahan dalam membuat kategori suatu kegiatan sehingga akibatnya waktu setup akan menjadi lebih lama dibandingkan waktu yang seharusnya. Untuk proses setup produksi magnet wire, kegiatan internal dan eksternal dibedakan seperti terlihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Waktu Setup Berdasarkan Proses Internal dan Eksternal

No	Nama Proses	Internal / eksternal	Waktu setup (menit)
1	Menyiapkan barewire	Internal	12
2	Menyiapkan Reel	Internal	5
3	Menyiapkan Applicator box	Eksternal	11
4	Menyiapkan Insert guide nozzle	Eksternal	5
5	Menyiapkan dies	Eksternal	5
6	Memasang IGN pada applicator box	Eksternal	31
7	Setting suhu oven	Internal	2
8	Menyiapkan varnish	Internal	29
9	Memasang applicator box pada mesin	Internal	20
10	Memasang dies pada applicator box	Internal	5
11	Wire passing	Internal	64
12	Memasukkan varnish ke applicator box	Internal	14
13	Menunggu temperature oven stabil	Internal	45
14	Mengambil sample untuk pengecekan QC	Internal	9
15	Inspeksi QC	Internal	15
16	Start produksi	Internal	5

Untuk memudahkan implementasi SMED, maka kegiatan internal dan eksternal perlu dikelompokkan menjadi 2 kelompok kegiatan yang terpisah antara kegiatan eksternal dan internal. Total waktu setup hanya menghitung kegiatan internal saja, karena kegiatan eksternal bisa dilakukan tanpa harus menunggu mesin berhenti. Data tersebut bisa dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Memisahkan Waktu *Setup* Sesuai Dengan Proses Internal dan Eksternal

No	Nama Proses	Internal / eksternal	Waktu setup (menit)
3	Menyiapkan Applicator box	Eksternal	11
4	Menyiapkan Insert guide nozzle	Eksternal	5
5	Menyiapkan dies	Eksternal	5
6	Memasang IGN pada applicator box	Eksternal	31
1	Menyiapkan barewire	Internal	12
2	Menyiapkan Reel	Internal	5
7	Setting suhu oven	Internal	2
8	Menyiapkan varnish	Internal	29
9	Memasang applicator box pada mesin	Internal	20
10	Memasang dies pada applicator box	Internal	5
11	Wire passing	Internal	64
12	Memasukan varnish ke applicator box	Internal	14
13	Menunggu temperature oven stabil	Internal	45
14	Mengambil sample untuk pengecekan QC	Internal	9
15	Inspeksi QC	Internal	15
16	Start produksi	Internal	5
			225

Dengan memisahkan kegiatan eksternal dari internal maka waktu *setup* berubah dari 277 menit menjadi 225 menit atau berkurang sekitar 19% dari waktu awal.

3.3.2.3 Tahap 3 : Mengkonversikan kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal

Ini adalah tahapan yang paling penting dari SMED yaitu mengkonversikan kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal sehingga diharapkan total waktu *setup* akan menjadi berkurang.

Untuk proses *setup* produksi magnet wire, kegiatan internal yang bisa dikonversikan ke kegiatan eksternal adalah proses menyiapkan varnish. Yaitu dengan menambah tangki varnish, sehingga proses penyiapan varnish bisa dilakukan ketika mesin masih berjalan. Akan tetapi dalam waktu dekat belum bisa direalisasikan karena keterbatasan *budget*/anggaran.

3.3.2.4 Tahap 4 : Merampingkan semua kegiatan

- Memasang *insert guide nozzle*.

Pemasangan *insert guide nozzle* adalah salah satu kegiatan eksternal, akan tetapi cukup mempengaruhi keseluruhan waktu *setup*. Perbaikan yang diusulkan adalah penggunaan obeng listrik (*electrical screwdriver*), menggantikan obeng biasa (*manual screwdriver*). Data mengenai lama waktu yang diperlukan untuk memasang *insert guide nozzle* menggunakan obeng biasa diambil selama periode bulan Maret 2010 sampai dengan Mei 2010, sedangkan untuk penggunaan obeng listrik, data diambil pada bulan September 2010 sampai dengan November 2010. Kedua data tersebut ditampilkan pada tabel 3.10. Sebelum dilakukan pengolahan data, perlu diuji apakah data yang diambil memenuhi syarat kecukupan data atau tidak. Rumus yang digunakan adalah uji kecukupan data :

$$N^1 = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \quad (3.3)$$

Dimana :

N^1 = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

K = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan ($k=2, 1-\alpha=95\%$)

S = Derajat ketelitian dalam pengamatan (5%)

N = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan

X_i = Data pengamatan.

Data dianggap cukup jika nilai $N > N^1$.

Hasil perhitungan uji kecukupan data untuk obeng biasa dan obeng listrik bisa dilihat di lampiran 1, sedangkan hasil akhirnya adalah:

1. Obeng Biasa, $N^1 = 16,9$ sementara $N=30$ (artinya data telah mencukupi karena $N > N^1$).
2. Obeng Listrik, $N^1 = 15,7$, sementara $N=30$ (artinya data telah mencukupi karena $N > N^1$).

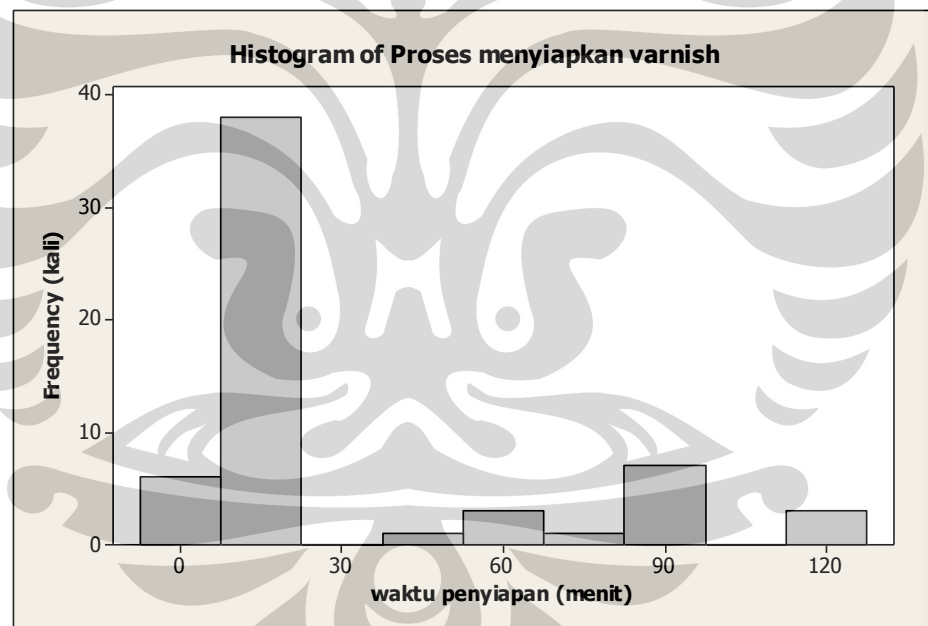
Tabel 3.10 Perbandingan Waktu Pemasangan IGN (unit = Menit)

No	Obeng Biasa (menit)	Obeng Listrik (menit)
1	35	15
2	30	18
3	20	13
4	30	13
5	30	14
6	30	15
7	28	13
8	30	14
9	40	15
10	33	16
11	30	17
12	30	12
13	30	13
14	30	16
15	30	13
16	35	14
17	30	15
18	28	17
19	30	17
20	30	14
21	30	13
22	30	16
23	30	16
24	30	15
25	30	14
26	28	15
27	26	16
28	30	14
29	30	14
30	30	15
X	30,1	14,7

Bisa disimpulkan bahwa waktu pemasangan IGN dengan menggunakan obeng listrik lebih cepat dibandingkan dengan obeng biasa. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk memasang IGN adalah sekitar 14,7 menit atau berkurang lebih dari 50% dibanding waktu sebelumnya.

- Proses menyiapkan *varnish*.

Proses menyiapkan *varnish* adalah salah satu kegiatan internal yang paling mungkin dikonversi menjadi kegiatan eksternal. Dari tabel 3.7, rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyiapkan *varnish* adalah sekitar 29 menit. Gambar 3.7 memperlihatkan lama waktu yang diperlukan untuk menyiapkan *varnish*.



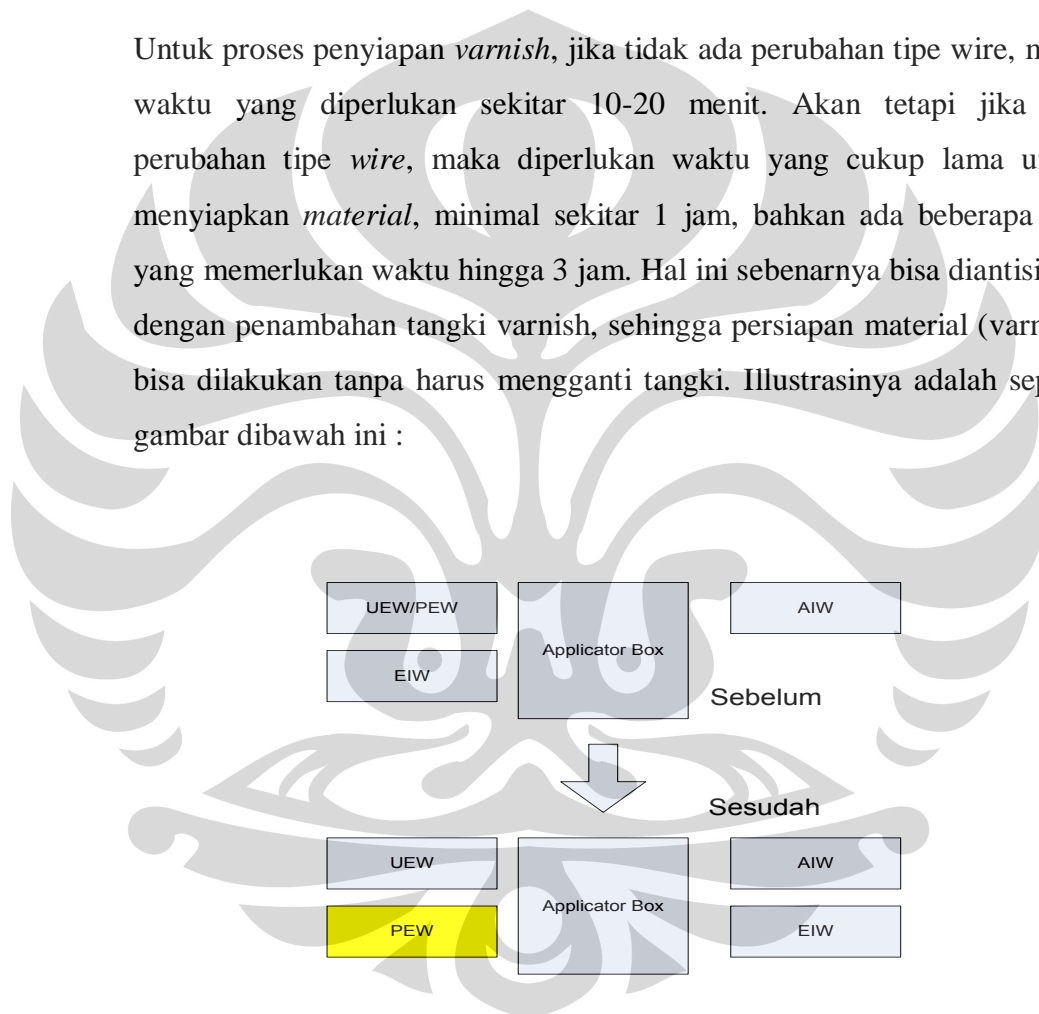
Gambar 3.7 Data Waktu Penyiapan Varnish

Dari gambar 3.7, terlihat bahwa data tidak terdistribusi secara normal, sebagian data ada di angka 20 menit dan sebagian kecil lebih dari 60 menit, apa yang berbeda? Ternyata ada 2 tipe dari penyiapan *varnish*. Yaitu, *varnish* yang berubah tipe dan yang tidak berubah tipe. Untuk yang mengalami perubahan tipe, perlu dilakukan proses *cleaning*/pembersihan terlebih dahulu, sedangkan untuk tipe *wire* yang tidak mengalami

perubahan tipe, tidak diperlukan pembersihan. Ada beberapa tipe *magnet wire* yang diproduksi oleh PT SEWI yaitu :

- UEW (*Polyurethane wire*)
- AIW (*Polyamide wire*)
- EIW (*Polyester imide wire*)
- EIAI (*Polyester imide amide wire*)
- PEW (*Polyester wire*)

Untuk proses penyiapan *varnish*, jika tidak ada perubahan tipe wire, maka waktu yang diperlukan sekitar 10-20 menit. Akan tetapi jika ada perubahan tipe *wire*, maka diperlukan waktu yang cukup lama untuk menyiapkan *material*, minimal sekitar 1 jam, bahkan ada beberapa tipe yang memerlukan waktu hingga 3 jam. Hal ini sebenarnya bisa diantisipasi dengan penambahan tangki *varnish*, sehingga persiapan material (*varnish*) bisa dilakukan tanpa harus mengganti tangki. Ilustrasinya adalah seperti gambar dibawah ini :

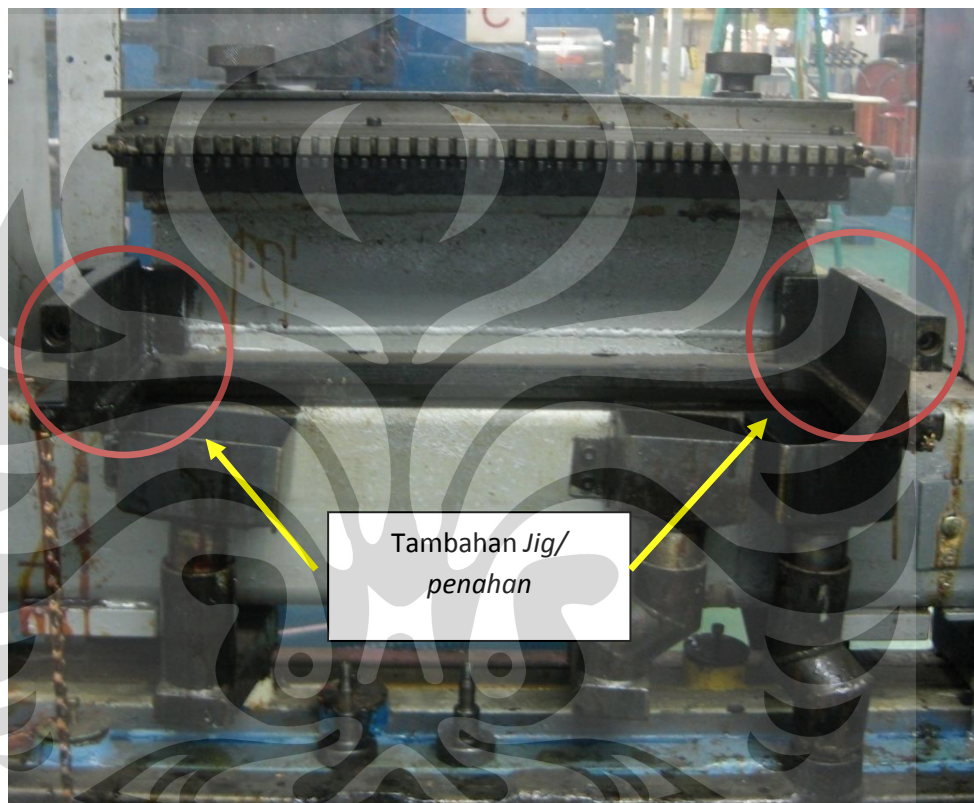


Gambar 3.8 Ilustrasi Penambahan Tangki Varnish

- Menambahkan penahan untuk mempermudah proses pemasangan *applicator box* di mesin

Pemasangan *applicator box* bukanlah hal yang sulit, akan tetapi diperlukan keahlian khusus untuk memasangnya secara benar, dan pas ditengah (*center / align*) sehingga nantinya tidak diperlukan lagi proses perbaikan

karena pemasangan yang tidak benar. Ide yang muncul adalah penambahan stopper disisi kiri dan kanan, sehingga saat pemasangan *applicator box* tidak diperlukan lagi proses *centering*, karena secara otomatis, *applicator box* akan tepat berada ditengah, karena adanya stopper tersebut. Gambar 3.9 memperlihatkan gambar tambahan Ijig Iatau penahan.



Gambar 3.9 Foto Slot / Jig untuk membantu pemasangan *applicator box*

Tabel 3.11 menunjukkan perbandingan waktu pemasangan *applicator box* sebelum dan sesudah pemasangan *jig*/penahan. Selain mempercepat waktu pemasangan, proses *centering/alignment* juga bisa berkurang.

Hasil uji kecukupan data bisa dilihat di lampiran 2, sedangkan untuk hasil akhirnya adalah :

1. Tanpa alat bantu, $N^1 = 17,2$ sementara $N=30$ (artinya data telah mencukupi karena $N > N^1$).

2. Menggunakan alat bantu, $N^1 = 23,2$ sementara $N = 30$ (artinya data telah mencukupi karena $N > N^1$).

Tabel 3.11 Perbandingan Waktu Pemasangan Applicator Box

No	Tanpa Alat bantu / Penahan (menit)	Menggunakan Alat bantu / Penahan (menit)
1	18	8
2	15	7
3	16	6
4	16	7
5	14	8
6	18	7
7	15	6
8	16	7
9	17	8
10	17	7
11	18	6
12	14	6
13	18	6
14	18	6
15	15	7
16	19	8
17	19	9
18	20	6
19	20	6
20	19	7
21	20	6
22	19	7
23	18	8
24	18	7
25	16	7
26	17	7
27	16	6
28	15	7
29	15	8
30	16	6
X	17,0	6,9

Berdasarkan rata-rata waktu pemasangan *applicator box*, untuk mesin yang menggunakan *jig* atau penahan dan tanpa menggunakan *jig* atau penahan, maka bisa dilihat bahwa terdapat perbedaan waktu yang cukup besar yaitu

dari 17,0 menit menjadi 6,9 menit atau berkurang sekitar 59% dari mesin yang tidak menggunakan *slot / jig*.

- Kontrol waktu *setup* (menunggu temperatur stabil)

Kegiatan ini sebenarnya lebih kearah kontrol waktu ,disiplin dalam kerja, dan juga pengaturan waktu *setup*. Beberapa data yang didapatkan memperlihatkan bahwa waktu *setup* terutama waktu menunggu temperature stabil tidak lebih dari 30 menit. Tabel 3.12 memperlihatkan berapa lama waktu yang diperlukan oven untuk mencapai suhu yang diinginkan, dan kondisinya stabil. Data diambil dan dikumpulkan dari grafik suhu oven. Uji kecukupan data (Lihat Lampiran 3) dengan menggunakan persamaan 3.3 menunjukan bahwa N^1 sebesar 10,9, artinya data cukup untuk diolah, karena data pengamatan adalah sebanyak 30 data.

Tabel 3.12 Waktu Yang Diperlukan Untuk Mencapai Suhu Stabil

No	Mesin	Waktu (menit)
1	V1	30
2	V1	31
3	V1	32
4	V2	34
5	V2	34
6	V2	35
7	V3	28
8	V3	33
9	V3	30
10	V4	25
11	V4	27
12	V4	30
13	V5	33
14	V5	30
15	V5	29
16	V6	33
17	V6	32
18	V6	30
19	V7	28
20	V7	30
21	V7	31
22	V8	28
23	V8	30
24	V8	33

Universitas Indonesia

Tabel 3.12 (Lanjutan)

No	Mesin	Waktu (menit)
25	V9	33
26	V9	30
27	V9	37
28	V10	31
29	V10	29
30	V10	28
X		30,8

Jika dibandingkan dengan waktu aktual yang diperlukan untuk menunggu temperature stabil maka akan didapatkan waktu menunggu yang cukup lama. Data tersebut ditampilkan dalam tabel 3.13.

Tabel 3.13 Perbandingan Waktu Menunggu Suhu Stabil (Rata-rata Waktu Aktual dibandingkan dengan Waktu Mesin)

	Waktu Aktual (menit)	Waktu Mesin (menit)	Perbedaan (menit)
Rata-rata	45	30,8	14,2

Dapat disimpulkan rata-rata waktu yang terbuang, karena kontrol yang tidak bagus adalah sekitar 14,2 menit. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka dilakukan kontrol waktu *setup*, dan dikontrol oleh *leader*. Data dibawah ini menunjukkan waktu aktual menunggu suhu stabil setelah dilakukan kontrol oleh *leader* produksi.

Tabel 3.14 Data Waktu Menunggu Suhu Oven Stabil (Kontrol Oleh *Leader*)

No	Tanggal	Mesin	Tipe wire	Waktu (menit)
1	1-Oct	V7A	PEW	24
2	1-Oct	V7B	PEW	25
3	2-Oct	V4A	UEW	23
4	2-Oct	VOA	AIW	25
5	2-Oct	V6B	EIAI	25
6	3-Oct	V5B	EIAI	25

Tabel 3.14 (Lanjutan)

No	Tanggal	Mesin	Tipe wire	Waktu (menit)
7	4-Oct	V4A	UEW	22
8	5-Oct	V5A	EIAI	20
9	7-Oct	V8A	EIAI	29
10	7-Oct	V8B	EIAI	30
11	8-Oct	V5B	EIAI	25
12	9-Oct	V8B	PEW	20
13	9-Oct	VOA	AIW	20
14	9-Oct	V8C	EIAI	27
15	12-Oct	V8B	EIAI	28
16	15-Oct	V4B	EIAI	28
17	16-Oct	V1B	PEW	29
18	17-Oct	VOA	EIAI	20
19	17-Oct	V5B	EIAI	29
20	18-Oct	V8A	AIW	20
21	19-Oct	V7A	PEW	28
22	19-Oct	V8C	EIAI	29
23	23-Oct	V7B	PEW	25
24	24-Oct	V9B	PEW	22
25	24-Oct	V8A	EIAI	25
26	24-Oct	VOA	PEW	29
27	27-Oct	V8C	PEW	20
28	27-Oct	V8A	EIAI	25
29	27-Oct	V8B	AIW	25
30	29-Oct	V1A	AIW	25
X				24,9

Berdasarkan uji kecukupan data (lihat lampiran 4) dengan menggunakan persamaan 3.3, minimal data yang diperlukan adalah 26,6 data, karena data pengamatan sebesar 30 data, maka bisa dilanjutkan ke tahap pengolahan dan analisa. Dari tabel 3.14, rata-rata waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu stabil adalah sekitar 24,9 menit, jauh lebih sedikit dibandingkan dengan rata-rata sebelum dilakukannya control oleh *leader*, yaitu sekitar 45 menit. Hasil ini juga lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata data yang diambil dari grafik suhu oven. Ini disebabkan karena adanya perbaikan yang dilakukan dengan cara mengatur control *inlet air flow* dan juga pengaturan posisi damper oven yang tepat, sehingga sirkulasi udara panas bisa cepat menyebar, dan suhu yang diinginkan bisa cepat tercapai.

3.3.3 HASIL PERBAIKAN

Data waktu setup setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode Single Minute Exchange of Die digambarkan dalam tabel berikut :

Tabel 3.15 Data Waktu Setup Setelah Perbaikan (unit = menit)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	Menyiapkan <i>barewire</i>	12	12	12	12
2	Menyiapkan <i>Reel</i>	5	5	5	5
3	Menyiapkan <i>Applicator box</i>	11	11	11	11
4	Menyiapkan <i>Insert guide nozzle</i>	5	5	5	5
5	Menyiapkan <i>dies</i>	5	5	5	5
6	Memasang IGN pada <i>applicator box</i>	31	31	31	15
7	<i>Setting</i> suhu oven	2	2	2	2
8	Menyiapkan <i>varnish</i>	29	29	29	29
9	Memasang <i>applicator box</i> pada mesin	20	20	20	7
10	Memasang <i>dies</i> pada <i>applicator box</i>	5	5	5	5
11	<i>Wire passing</i>	64	64	64	64
12	Memasukkan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	14	14	14	14
13	Menunggu suhu oven stabil	45	45	45	25
14	Mengambil sampel untuk pengecekan QC	9	9	9	9
15	Inspeksi QC	15	15	15	15
16	<i>Start</i> produksi	5	5	5	5
	TOTAL	277	225	225	192
	Persentase	100%	81%	81%	69%

Keterangan =  proses eksternal (tidak dihitung dalam proses *setup*)
 proses internal /eksternal (setelah perbaikan)

3.3.4 PERHITUNGAN JUMLAH SCRAP PROSES SETUP SETELAH PERBAIKAN

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa lamanya proses *setup* sangat berimbas pada besarnya jumlah *scrap* karena *setup*. Beberapa proses dalam *setup* yang menjadi penyumbang *scrap* adalah dari *wire passing* sampai dengan proses *start*.

Tabel 3.16 Data Waktu *Setup* Setelah Perbaikan (unit = menit)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	<i>Wire passing</i>	64	64	64	64
2	Memasukkan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	14	14	14	14
3	Menunggu <i>temperature oven</i> stabil	45	45	45	25

Tabel 3.16 (Lanjutan)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
4	Mengambil <i>sample</i> untuk pengecekan QC	9	9	9	9
5	Inspeksi QC	15	15	15	15
6	<i>Start</i> produksi	5	5	5	5
	TOTAL	149	149	149	132

Untuk menghitung jumlah setup, akan digunakan rumus

$$Jumlah\ scrap\ (kg) = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times 3.14 \times 8.89 \times WS \times 0.001 \times head\ no \times lama\ proses\ (menit)$$

(3.4)

d = rata-rata ukuran magnet wire yang diproduksi

WS = wire speed(m/min) = rata-rata kecepatan wire

$Head\ no$ = Jumlah rata-rata $head\ no$

Berdasarkan data kapasitas produksi *magnet wire* di bagian *vertical*, maka diketahui :

$$d = 0.87\text{mm}$$

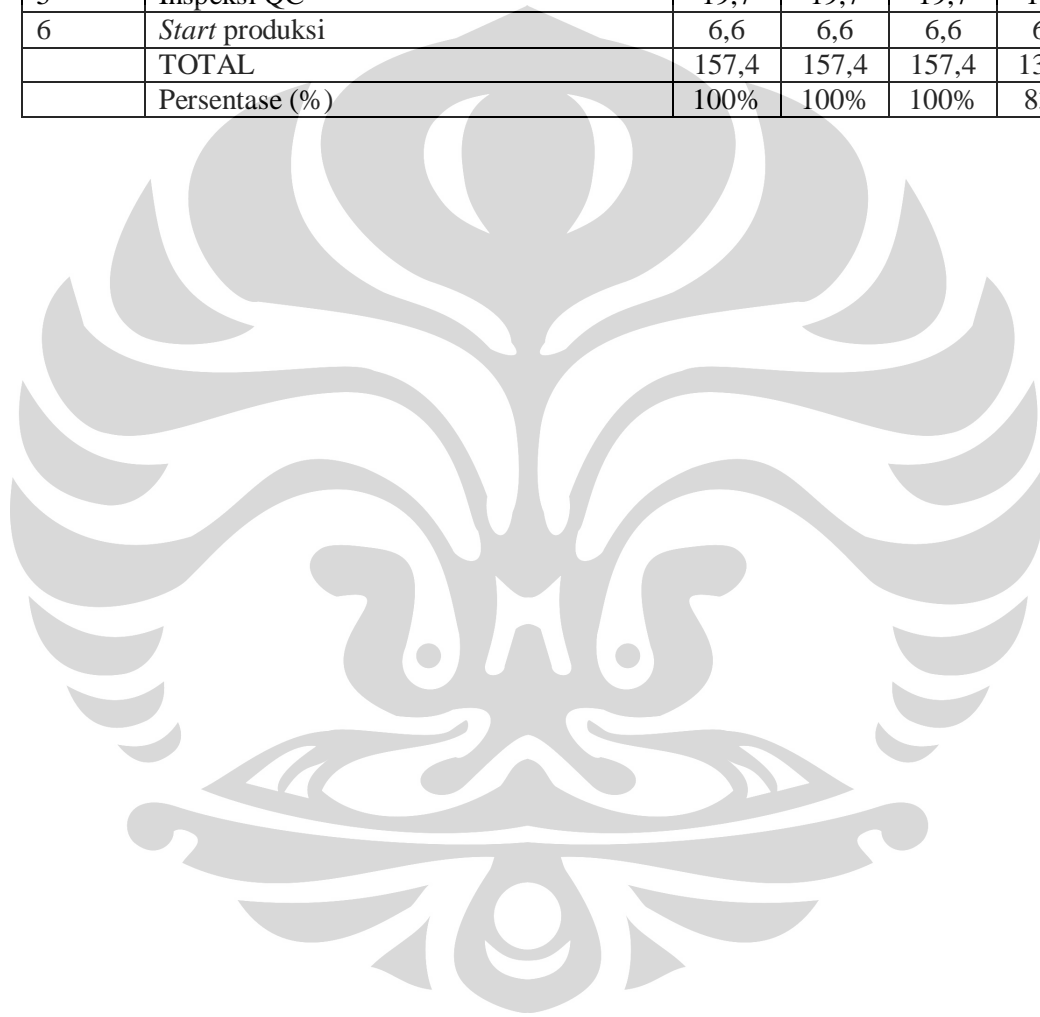
$$WS = 32,2\ \text{m/menit}$$

$$Head\ no = 7,7\ \text{head}$$

Sesuai standar, kecepatan *wire* saat *wire passing* adalah sekitar 50% dari kecepatan normal, maka untuk proses *wire passing*, kecepatan rata-ratanya adalah sebesar 16,1 m/menit, sedangkan sub proses yang lain, kecepatannya adalah kecepatan normal yaitu 32,2 m/menit Sehingga jumlah scrap untuk masing-masing sub proses setup bisa dihitung. Hasil perhitungan ditampilkan pada tabel 3.17.

Tabel 3.17 Data Perhitungan Jumlah Scrap karena Setup (unit = kg)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	<i>Wire passing</i>	41,9	41,9	41,9	41,9
2	Memasukan varnish ke <i>applicator box</i>	18,4	18,4	18,4	18,4
3	Menunggu suhu oven stabil	59,0	59,0	59,0	32,7
4	Mengambil sample untuk pengecekan QC	11,8	11,8	11,8	11,8
5	Inspeksi QC	19,7	19,7	19,7	19,7
6	<i>Start produksi</i>	6,6	6,6	6,6	6,6
	TOTAL	157,4	157,4	157,4	131,1
	Persentase (%)	100%	100%	100%	83%

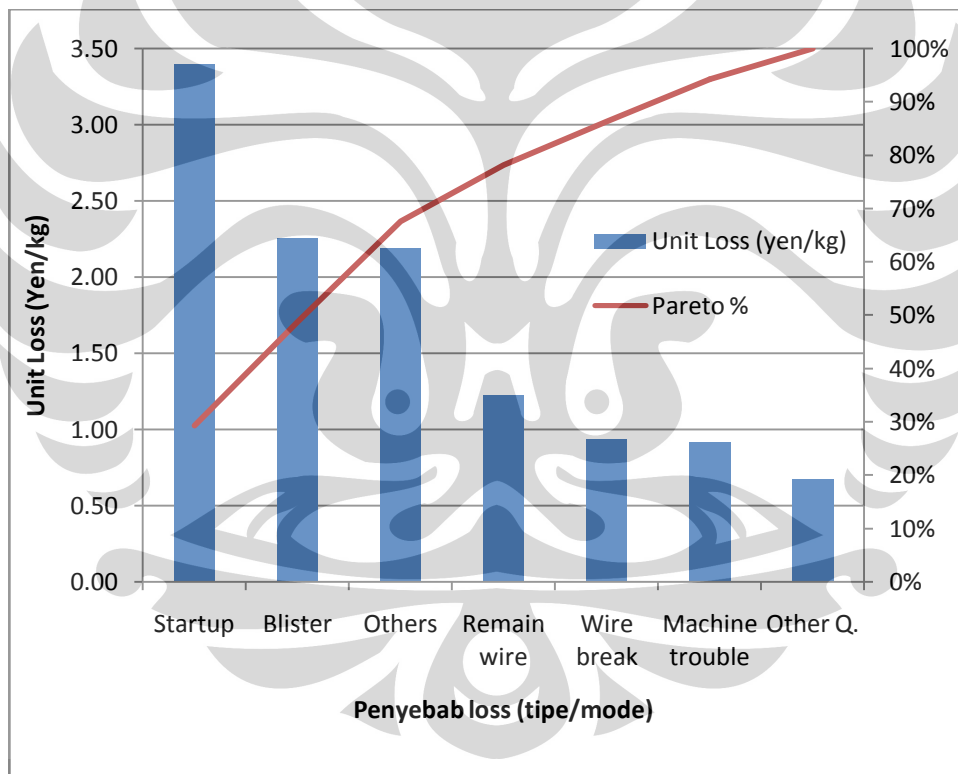


BAB 4

ANALISA DATA

4.1 HUBUNGAN ANTARA KERUGIAN KARENA *SETUP* DENGAN TOTAL KERUGIAN

Kerugian karena proses *setup/start up* adalah penyumbang tertinggi dari total kerugian, ini bisa dilihat pada Gambar 4.1. Kerugian karena *setup* atau *start up* sekitar 29% dari total kerugian yang ada.



Gambar 4.1 Grafik Pareto Loss

4.2 MENURUNKAN WAKTU *SETUP* DENGAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)*

Tujuan dari penelitian ini adalah menurunkan waktu *setup* dengan menggunakan metode *Single Minutes Exchange of Die (SMED)*. Ada 4 tahapan yang dilalui dalam metode SMED. Tabel 4.1 memperlihatkan penurunan waktu *setup* dari tahap 1 sampai dengan tahap 4.

Tabel 4.1 Lama Waktu *Setup* Setelah Dilakukan Perbaikan (unit = menit)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	Menyiapkan <i>barewire</i>	12	12	12	12
2	Menyiapkan <i>Reel</i>	5	5	5	5
3	Menyiapkan <i>Applicator box</i>	11	11	11	11
4	Menyiapkan <i>Insert guide nozzle</i>	5	5	5	5
5	Menyiapkan <i>dies</i>	5	5	5	5
6	Memasang IGN pada <i>applicator box</i>	31	31	31	15
7	Setting suhu <i>oven</i>	2	2	2	2
8	Menyiapkan <i>varnish</i>	29	29	29	29
9	Memasang <i>applicator box</i> pada mesin	20	20	20	7
10	Memasang <i>dies</i> pada <i>applicator box</i>	5	5	5	5
11	<i>Wire passing</i>	64	64	64	64
12	Memasukkan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	14	14	14	14
13	Menunggu temperature <i>oven</i> stabil	45	45	45	25
14	Mengambil sampel untuk pengecekan QC	9	9	9	9
15	Inspeksi QC	15	15	15	15
16	<i>Start</i> produksi	5	5	5	5
	TOTAL	277	225	225	192
	Persentase	100%	81%	81%	69%

Waktu *setup* pada saat tahap 1 adalah sebesar 277menit dan berkurang menjadi 225menit saat dilakukan pemisahan antara proses eksternal dan proses internal. Akan tetapi pada tahap 3 tidak terjadi perubahan yang signifikan, karena belum ada proses internal yang dikonversikan kedalam proses eksternal. Pada tahap terakhir, terjadi beberapa perampingan proses sehingga total waktu *setup* berkurang menjadi 192 menit atau menjadi 69% terhadap waktu *setup* sebelum perbaikan (tahap 1).

4.3 HUBUNGAN ANTARA PENURUNAN WAKTU *SETUP* DAN KERUGIAN KARENA PROSES *SETUP*

Hasil lain yang diperoleh dari penelitian ini adalah turunnya kerugian karena proses *setup* yang berkurang. Dengan diturunkannya waktu *setup*, maka kerugian yang dihasilkan karena proses *setup* diharapkan juga akan ikut berkurang. Data mengenai penurunan kerugian yang diindikasikan dengan turunnya angka *scrap wire* ditampilkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data *Scrap* Setelah Dilakukan Perbaikan (unit = kg)

Urutan	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	<i>Wire passing</i>	41,9	41,9	41,9	41,9
2	Memasukan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	18,4	18,4	18,4	18,4
3	Menunggu <i>temperature oven</i> stabil	59,0	59,0	59,0	32,7
4	Mengambil sample untuk pengecekan QC	11,8	11,8	11,8	11,8
5	Inspeksi QC	19,7	19,7	19,7	19,7
6	<i>Start</i> produksi	6,6	6,6	6,6	6,6
	TOTAL	157,4	157,4	157,4	131,1
	Persentase (%)	100	100	100	83

Scrap karena proses *setup* turun sekitar 17% setelah tahap 4 dilakukan, akan tetapi ini belum maksimal, harus ada beberapa perbaikan lagi yang harus direncanakan untuk menurunkan *scrap* karena *setup*.

4.4 ANALISA PENURUNAN KERUGIAN SETELAH PERBAIKAN

Ditinjau dari segi finansial penelitian ini bisa menurunkan kerugian dalam bentuk kerugian finansial yang diakibatkan karena waktu *setup* yang lama, sehingga menghasilkan *scrap* yang besar. Berdasarkan standar yang ada di PT SEWI, setiap 1kg *scrap wire* dikonversikan ke nilai uang menjadi US\$ 1.2. Artinya setiap kali terjadi 1kg *scrap* maka terjadi kerugian sebesar US\$ 1,20.

Tabel 4.3 Data kerugian Setelah Dilakukan Perbaikan

Urutan	Unit	Nama Proses	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
1	Scrap wire (unit =kg)	<i>Wire passing</i>	41,9	41,9	41,9	41,9
2		Memasukan <i>varnish</i> ke <i>applicator box</i>	18,4	18,4	18,4	18,4
3		Menunggu <i>temperature oven</i> stabil	59,0	59,0	59,0	32,7
4		Mengambil <i>sample</i> untuk pengecekan QC	11,8	11,8	11,8	11,8
5		Inspeksi QC	19,7	19,7	19,7	19,7
6		Start produksi	6,6	6,6	6,6	6,6
		TOTAL	157,4	157,4	157,4	131,1
Unit = Kerugian (dikonversikan ke uang) US\$			\$188.9	\$188.9	\$188.9	\$157.3

Terjadi penghematan sebesar \$31.6 setiap kali *setup*. Jika tiap bulan terjadi 100 kali *setup*, maka kerugian yang bisa dihindari adalah sebesar \$3.160, atau jika dikonversikan ke rupiah dengan kurs 1US\$ = Rp 9.000, maka kerugian yang bisa dihindari adalah sebesar Rp28.440.000,00 tiap bulannya.

4.5 ANALISA HASIL PERBAIKAN SECARA KESELURUHAN

Hasil akhir dari penelitian ini adalah penurunan waktu *setup* secara keseluruhan, penurunan jumlah scrap selama proses *setup*, yang nantinya akan dikonversi menjadi nilai uang. Di PT SEWI sendiri, indikator yang digunakan adalah *unit loss*. *Unit loss* adalah besarnya kerugian yang terjadi untuk setiap kg wire yang diproduksi. Semua hasil perbaikan ditampilkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan Waktu *Setup*, Scrap Wire dan Loss Amount Setiap Tahapan SMED

Item	unit	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Waktu <i>setup</i>	Menit	277	225	225	192
	Persentase (%)	100%	81%	81%	69%
Scrap wire	Kg	157,4	157,4	157,4	131,1
	Persentase (%)	100%	100%	100%	83%
Loss Amount	US\$	\$188.9	\$188.9	\$188.9	\$157.3
	Persentase (%)	100%	100%	100%	83%

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Proses *setup* merupakan penyebab tertinggi terjadinya kerugian dalam proses produksi magnet *wire* di PT Sumitomo Electric Wintec Indonesia. Untuk mengurangi kerugian karena proses *setup*, maka yang harus dilakukan adalah mengurangi waktu *setup*. Waktu *setup* dapat dikurangi dengan mengikuti tahapan-tahapan dalam metode *Single Minute Exchange of Die*. Terjadi penurunan waktu *setup* dan juga penurunan jumlah kerugian setelah dilakukan beberapa perbaikan dalam proses *setup*. Waktu *setup* bisa berkurang sebesar 85 menit atau turun 37% dari waktu semula, sedangkan penghematan yang bisa dilakukan untuk setiap kali *setup* sekitar US\$31.6, atau jika dikonversikan ke IDR menjadi Rp 284.000,00. Dengan rata-rata jumlah *setup* sekitar 100 kali perbulan, maka penghematan perbulan adalah sebesar Rp 28.400.000,00.

5.2 SARAN

Membuat analisa perhitungan MOQ (*Minimum order Quantity*), setelah perbaikan proses *setup* menggunakan SMED. Menggunakan metode yang lebih baru yaitu OTED (*One Touch Exchange of Die*) untuk menurunkan waktu *setup*.

DAFTAR REFERENSI

1. Cakmakci, Mehmet. (2009). *Process Improvement: Performance Analysis of the Setup Time Reduction-SMED in the Automobile Industry*. International Journal Adv Manufacture Tecnology (2009) 41:168-179
2. Shingo, Shigeo. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut, Productivity Press.
3. Shingo, Shigeo. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut, Productivity Press.
4. Sumitomo Electric Wintec Inc. *The magnet wire Knowledge*

FORM UJI KECUKUPAN DATA-1

Rumus :

$$N^1 = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2, N > N^1$$

Diketahui :

k = 2
s = 5%

k = 2
s = 5%

No	Obeng Biasa (menit)	
	xi	Xi ²
1	35	1225
2	30	900
3	20	400
4	30	900
5	30	900
6	30	900
7	28	784
8	30	900
9	40	1600
10	33	1089
11	30	900
12	30	900
13	30	900
14	30	900
15	30	900
16	35	1225
17	30	900
18	28	784
19	30	900
20	30	900
21	30	900
22	30	900
23	30	900
24	30	900
25	30	900
26	28	784
27	26	676
28	30	900
29	30	900
30	30	900
Σ	903	27467

N 30
k/s 40
NΣXi² 824010
(ΣXi)² 815409
ΣXi 903
(NΣXi²-(ΣXi)²)^{0.5} 92.74157644

N¹ 16.87692925

Kesimpulan DATA CUKUP

No	Obeng Listrik (menit)	
	xi	Xi ²
1	15	225
2	18	324
3	13	169
4	13	169
5	14	196
6	15	225
7	13	169
8	14	196
9	15	225
10	16	256
11	17	289
12	12	144
13	13	169
14	16	256
15	13	169
16	14	196
17	15	225
18	17	289
19	17	289
20	14	196
21	13	169
22	16	256
23	16	256
24	15	225
25	14	196
26	15	225
27	16	256
28	14	196
29	14	196
30	15	225
Σ	442	6576

N 30
k/s 40
NΣXi² 197280
(ΣXi)² 195364
ΣXi 442
(NΣXi²-(ΣXi)²)^{0.5} 43.77213726

N¹ 15.6917344

Kesimpulan DATA CUKUP

FORM UJI KECUKUPAN DATA-2

Rumus :

$$N^1 = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2, N > N^1$$

Diketahui :

k = 2
s = 5%

k = 2
s = 5%

No	Tanpa Alat Bantu/Stopper (menit)	
	xi	Xi ²
1	18	324
2	15	225
3	16	256
4	16	256
5	14	196
6	18	324
7	15	225
8	16	256
9	17	289
10	17	289
11	18	324
12	14	196
13	18	324
14	18	324
15	15	225
16	19	361
17	19	361
18	20	400
19	20	400
20	19	361
21	20	400
22	19	361
23	18	324
24	18	324
25	16	256
26	17	289
27	16	256
28	15	225
29	15	225
30	16	256
Σ	512	8832

No	Dengan Alat Bantu/Stopper (Menit)	
	xi	Xi ²
1	8	64
2	7	49
3	6	36
4	7	49
5	8	64
6	7	49
7	6	36
8	7	49
9	8	64
10	7	49
11	6	36
12	6	36
13	6	36
14	6	36
15	7	49
16	8	64
17	9	81
18	6	36
19	6	36
20	7	49
21	6	36
22	7	49
23	8	64
24	7	49
25	7	49
26	7	49
27	6	36
28	7	49
29	8	64
30	6	36
Σ	207	1449

N 30
k/s 40
NΣXi² 264960
(ΣXi)² 262144
ΣXi 512
(NΣXi² - (ΣXi)²)^{0.5} 53.06599665

N¹ 17.1875

Kesimpulan DATA CUKUP

N 30
k/s 40
NΣXi² 43470
(ΣXi)² 42849
ΣXi 207
(NΣXi² - (ΣXi)²)^{0.5} 24.91987159

N¹ 23.1884058

Kesimpulan DATA CUKUP

Lampiran 3

FORM UJI KECUKUPAN DATA-3

Rumus :

$$N^1 = \left(\frac{k/s \sqrt{N} \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{\sum X_i} \right)^2, N > N^1$$

Diketahui :

k = 2
s = 5%

k = 2
s = 5%

No	Waktu Suhu oven stabil (Grafik suhi di mesin) (menit)	
	xi	Xi ²
1	30	900
2	31	961
3	32	1024
4	34	1156
5	34	1156
6	35	1225
7	28	784
8	33	1089
9	30	900
10	25	625
11	27	729
12	30	900
13	33	1089
14	30	900
15	29	841
16	33	1089
17	32	1024
18	30	900
19	28	784
20	30	900
21	31	961
22	28	784
23	30	900
24	33	1089
25	33	1089
26	30	900
27	37	1369
28	31	961
29	29	841
30	28	784
Σ	924	28654

No		
	xi	Xi ²
Σ	0	0

N 30
k/s 40
NΣXi² 859620
(ΣXi)² 853776
ΣXi 924
(NΣXi²- (ΣXi)²)^{0.5} 76.44605941

N¹ 10.95181874

Kesimpulan DATA CUKUP

N 0
k/s 40
NΣXi² 0
(ΣXi)² 0
ΣXi 0
(NΣXi²- (ΣXi)²)^{0.5} 0

N¹ #DIV/0!

Kesimpulan

FORM UJI KECUKUPAN DATA-4

Rumus :

$$N^1 = \left(\frac{k/\alpha \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2, N > N^1$$

Diketahui :

k = 2
s = 5%

k = 2
s = 5%

No	Waktu Suhu oven stabil (kontrol Leader) (menit)	
	xi	Xi ²
1	24	576
2	25	625
3	23	529
4	25	625
5	25	625
6	25	625
7	22	484
8	20	400
9	29	841
10	30	900
11	25	625
12	20	400
13	20	400
14	27	729
15	28	784
16	28	784
17	29	841
18	20	400
19	29	841
20	20	400
21	28	784
22	29	841
23	25	625
24	22	484
25	25	625
26	29	841
27	20	400
28	25	625
29	25	625
30	25	625
Σ	747	18909

No	xi	Xi ²
Σ	0	0

N 30
k/s 40
N Σ Xi² 567270
(Σ Xi)² 558009
 Σ Xi 747
(N Σ Xi²-(Σ Xi)²)^{0.5} 96.23408959
N¹ 26.55441041
Kesimpulan DATA CUKUP

N 0
k/s 40
N Σ Xi² 0
(Σ Xi)² 0
 Σ Xi 0
(N Σ Xi²-(Σ Xi)²)^{0.5} 0
N¹ #DIV/0!
Kesimpulan