



TUGAS AKHIR - TM 141585

**REDUKSI *DEFECT* DAN VARIASI TEBAL PLAT
BERPASTA PADA PROSES *PASTING* DENGAN
METODE *LEAN SIX SIGMA* (STUDI KASUS : PT.
INDOBATT INDUSTRI PERMAI)**

LINTANG ANGGARINI
2112 100 125

Dosen Pembimbing
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



TUGAS AKHIR - TM 141585

**REDUKSI *DEFECT* DAN VARIASI TEBAL PLAT
BERPASTA PADA PROSES *PASTING* DENGAN METODE
LEAN SIX SIGMA
(STUDI KASUS : PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI)**

LINTANG ANGGARINI
NRP 2112 100 125

Dosen Pembimbing
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT - TM 141585

**REDUCE DEFECTS AND THICKNESS VARIATION ON
PASTED PLAT IN PASTING PROCESS WITH LEAN SIX
SIGMA METHOD
(CASE STUDY: PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI)**

LINTANG ANGGARINI
NRP 2112 100 125

Student Advisor
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

Mechanical Engineering Department
Faculty of Industrial Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

**REDUKSI *DEFECT* DAN VARIASI TEBAL *GRID*
BERPASTA PADA PROSES *PASTING* DENGAN METODE
LEAN SIX SIGMA
(Studi Kasus : PT Indobatt Industri Permai)**

TUGAS AKHIR

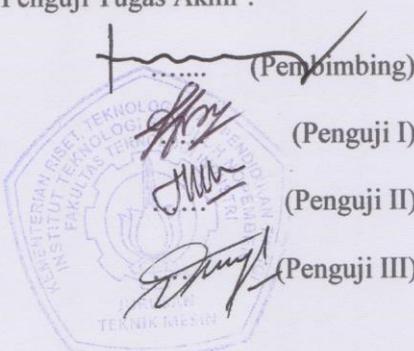
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LINTANG ANGGARINI

NRP. 2112 100 125

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Witantyo, M.Eng.Sc
NIP. 196303141988031002
 2. Wahyu Wijanarko, ST, MSc
NIP. 198202092012121001
 3. Ari Kurniawan, ST, MT
NIP. 198604012015041001
 4. Dinny Harnany, ST, MSc
NIP. 2100201405001
- 

SURABAYA

JANUARI, 2017

**REDUKSI *DEFECT* DAN VARIASI TEBAL *GRID*
BERPASTA PADA PROSES *PASTING* DENGAN METODE
*LEAN SIX SIGMA***

(Studi Kasus : PT Indobatt Industri Permai)

Nama Mahasiswa : Lintang Anggarini
NRP : 2112100125
Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

ABSTRAK

PT Indobatt Industri Permai adalah produsen baterai aki otomotif yang sedang berkembang pesat sebagai perusahaan retail baterai (Jago Aki). Perusahaan ini bergerak di bidang otomotif dengan hasil barang jadi berupa baterai motor maupun mobil yang menjadi salah satu komponen kendaraan bermotor. Proses produksi aki ini dimulai dari *casting, pasting, forming, washing, inert gas, cutting and brushing, enveloping, grouping* dan *assembly*. Dalam proses tersebut yang menghasilkan banyak *defect* dan variasi adalah di bagian *pasting*. Bagian *pasting* adalah bagian penempelan pasta. *Defect* pada proses ini adalah lubang, ram bersih, dan ram kotor sedangkan untuk variasi yang muncul adalah tidak samanya ketebalan *grid* berpasta. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai bagaimana cara mengurangi *defect* dan variasi tersebut. Usulan ini dilakukan untuk menanggulangi masalah tersebut.

Permasalahan yang ada didalam penelitian tugas akhir ini hendak diselesaikan dengan menggunakan metode *lean six sigma* yang lebih fokus kepada metode DMAIC yaitu metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Langkah-langkah tersebut meliputi tahap identifikasi yaitu tahap *define* yang meliputi

identifikasi dan perumusan masalah lalu penetapan tujuan dan studi literatur juga studi lapangan. Selanjutnya adalah tahap pengumpulan dan pengolahan yaitu *measure* yang dilakukan dengan mewawancarai pihak perusahaan, pengamatan secara langsung maupun mengambil data berdasar arsip dokumen perusahaan. Dilanjutkan dengan tahap analisa hasil pengolahan data yaitu *analyze* yang bertujuan menemukan akar masalah (*root cause*) dan mencari solusinya. Setelah itu tahap usulan dan implemementasi perbaikan yaitu *improve* dimana proses perumusan perbaikan dibuat agar nantinya perumusan tersebut dapat diimplementasikan pada mesin *pasting*. Dan yang terakhir adalah tahap *control* tahap yang bertujuan menetapkan standar dan mempertahankan proses perbaikan yang telah dijalankan serta memastikan bahwa masalah tersebut tidak muncul kembali.

Dari hasil penelitian ini didapatkan penyebab munculnya *defect* ram kotor adalah temperatur *dryer* terlalu rendah dengan perbaikan pembuatan SOP yang baru. Penyebab munculnya *defect* lubang adalah jumlah pasta yang keluar tidak sama dengan perbaikan pembersihan bagian dalam *hopper* secara berkala dan menyeluruh. Penyebab munculnya variasi ketebalan tiap sisi grid adalah tidak adanya alat ukur untuk mengukur ketinggian hopper dan dilakukan perbaikan berupa pemasangan dial indicator sehingga permukaan hopper dan konveyor bagian kiri dan kanan sama dengan melihat angka pada dial indicator. Penurunan nilai *defect/unit* dari sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan turun dari 4,197% menjadi 0,948%.

Kata kunci: *pasting*, *lean six sigma*, *DMAIC*, *defect*, variasi tebal

REDUCE DEFECTS AND THICKNESS VARIATION ON PASTED PLAT IN PASTING PROCESS WITH LEAN SIX SIGMA METHOD

(Case Study: PT Indobatt Industri Permai)

Nama Mahasiswa : **Lintang Anggarini**
NRP : **2112100125**
Jurusan : **Teknik Mesin FTI-ITS**
Dosen Pembimbing : **Ir. Witantyo, M.Eng.Sc**

ABSTRACT

PT Indobatt Industry Permai is a manufacturer lead acid battery that developing rapidly as retail companies battery (Jago Aki). This company working in the area of automotive with the results lead acid battery for motor and car that was part one component motor vehicle. Production process will begin with casting, pasting, forming, the washing away, Inert gas, cutting and brushing, enveloping, grouping and assembly. Pasting process give so much defect and thickness variation. Pasting is a part of pasted the pasta on a plat. The defects in this process was a hole plat, clean ram, and dirty ram and for a variation is the thickness of pasted plat was different in every side. To overcome the problem need a research to reduce the defects and thickness variation. This suggestion is to resolve the problems.

The existing problems in research will resolved by using the method of lean six sigma that focused to a method of dmaic (define-measure-analyze-improve-control).The first identification stage that is stage define which includes identification and the determination of purpose then literature study also field studies. Next is the stage of the collection and processing, the measure step by interviewing the company, observation directly or take the data

based archive corporate documents. Continued to the stage analysis the results of data processing namely analyze which aims to find the root of the problem (root cause) and find the solution. After that stage the suggestions and implementation improvement namely improve which the processes of made to later on the improvement plan that can be able to be implemented on a pasting process. And the last is the stage control stage aimed at set standard and maintain the improvement process that implemented and make sure that the problems doesn't appear anymore.

From this research got the cause of the dirty ram defects is the dryer temperature is too low and the improvement is to make the new SOP. Causes of hole plat defect is the amount of pasta that come out is not the same so the improvement is cleaning all the hopper part. For the cause of thickness variation is there's no measuring instrument between hopper and conveyor and the improvement was installation of dial indicator so the gap between hopper and conveyor right and left side is no different. Reduction value for defect/unit before to after improvement was 4,197% become 0,948%.

Keywords: *pasting, lean six sigma, DMAIC, defect, thickness variation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik bidang studi Rekayasa Sistem Industri jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Gathot Dwi Winarto dan Sri Supto Handari selaku orang tua dari penulis. Berkat dukungan dan doanya, penulis mampu menyelesaikan perkuliahan di Teknik Mesin
2. Ir. Witantyo M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Wahyu Wijanarko, ST, MSc., Dinny Harnany, ST, MSc., dan Ari Kurniawan, ST, MT selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang berharga bagi pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Pihak perusahaan PT Indobatt Industri Permai (Pak Harry dan Pak Imsahur) yang membimbing penulis selama di perusahaan.
5. Dr. Ir. H.C. Kis Agustin, DEA selaku dosen wali yang telah membantu penulis selama perkuliahan di kampus Teknik Mesin.
6. Tasa, Afifah, Bella, Didin, Betari, Ayu, Gunawan, Ilmawan dan Bobo sebagai kawan seperjuangan selama kuliah dan mengerjakan Tugas Akhir di Teknik Mesin
7. Selvi, Miladia, Scania, dan Zieda yang mendukung penulis walaupun jauh disana.
8. David Setyawan sebagai partner Tugas Akhir ini.
9. Rekan Rekan M55 yang telah bersama sama menjalani kehidupan di kampus merah dari maba hingga sekarang
10. Teman-teman Lab Rekayasa Sistem Industri yang telah memberi semangat untuk mengerjakan Tugas Akhir

11. Vanny, Yuana, dan Yanita yang selalu menghibur dikala suntuk mengerjakan Tugas Akhir.
12. Pihak-pihak lain yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, 18 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang.....	1
I.1 Rumusan Masalah.....	6
I.1 Tujuan.....	6
I.1 Manfaat.....	7
I.1 Batasan Masalah.....	7
I.1 Sistematika Penulisan.....	7

BAB II DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Dasar Teori.....	9
II.1.1 Proses <i>Pasting</i>	9
II.1.2 Metode <i>Lean Six Sigma</i>	12
II.1.2.1 <i>Lean Thinking</i>	12
II.1.2.2 <i>Six Sigma</i>	14
II.1.2.3 <i>Lean Six Sigma</i>	16
II.1.3 <i>Define-Measure-Analyze-Improve-Control</i> (<i>DMAIC</i>).....	17

III.1.3.1 <i>Define</i>	17
III.1.3.1 <i>Measure</i>	19
II.1.3.1 <i>Analyze</i>	21
II.1.3.1 <i>Improve</i>	27
II.1.3.1 <i>Control</i>	29
II.2 Tinjauan Pustaka.....	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Diagram Alur Penelitian.....	32
III.2 Tahap Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan.....	33
III.3 Tahap Pengumpulan Data.....	33
III.4 Tahap Pengolahan Data.....	34
III.4.1 Analisa <i>Defect</i> dan Variasi.....	34
III.5 Tahap Perumusan Perbaikan.....	34
III.6 Implementasi Perbaikan dan Penilaian Hasil Perbaikan..	35
III.7 Tahap Kontrol	35
III.8 Kesimpulan dan Saran.....	35
III.8.1 Kesimpulan.....	35
III.8.2 Saran.....	36

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

IV.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	37
IV.2 Proses <i>Pasting</i>	38
IV.3 <i>Define</i>	39
IV.3.1 SIPOC (<i>Supplier Input Process Output Customer</i>).....	43
IV.4 <i>Measure</i>	46
IV.4.1 Penentuan Defect/Unit.....	46
IV.5 <i>Analyze</i>	49
IV.5.1 Pareto Chart.....	49
IV.5.2 FMEA.....	50
IV.5.3 5 Why's Analysis.....	52
IV.6 <i>Improve</i>	67
IV.6.1 Perumusan Usulan Perbaikan.....	57
IV.6.2 FMEA <i>Improve</i>	59

BAB V USULANPERBAIKAN DAN IMPLEMENTASI

V.1 Root Cause dan Usulan Perbaikan Ram Kotor.....	63
V.2 Root Cause dan Usulan Perbaikan Lubang.....	66
V.3 Root Cause dan Usulan Perbaikan Variasi Ketebalan.....	67
V.4 Hasil Sebelum dan Setelah Produksi.....	69

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan.....	77
VI.2 Saran.....	77

DAFTAR PUSTAKA.....	83
----------------------------	-----------

RIWAYAT PENULIS.....	84
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 1.1 Grafik Pareto macam <i>defect</i> (ram bersih, lubang, ram kotor).....	4
Gambar 1.2 <i>Defect</i> pada proses <i>Pasting</i> (ram bersih, lubang, ram kotor).....	4
Gambar 1.3 Skema Proses Area <i>Pasting</i>	5
Gambar 1.4 Grafik Interval Ketebalan <i>grid</i> berpasta tipe CDV +1,5.....	6
Gambar 2.1 Sistem Kontrol <i>Pasting</i>	10
Gambar 2.2 Proses <i>Pasting</i>	11
Gambar 2.3 <i>Defect</i> ram bersih, lubang, dan ram kotor.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1 <i>Process Flow</i> pada proses <i>Pasting</i>	40
Gambar 4.2 Diagram CTQ <i>tree</i>	42
Gambar 4.3 SIPOC (<i>Supplier Input Process Output Customer</i>)..	48
Gambar 4.4 Pareto <i>Chart</i>	51
Gambar 5.1 Gambar konveyor paking vertikal.....	69
Gambar 5.2 Gambar <i>hopper</i> tampak samping.....	74

Gambar 5.4 SOP lama sebelum perbaikan ram kotor.....	76
Gambar 5.5 SOP baru setelah perbaikan ram kotor.....	77
Gambar 5.6 konveyor paking vertikal dan horizontal.....	78
Gambar 5.7 Penggantian kain roller sebelum dan sesudah perbaikan.....	78
Gambar 5.8 Pemasangan <i>dial indicator</i> sebelum dan sesudah perbaikan.....	79
Gambar 5.9 Pemasangan kunci <i>hopper</i> sebelum dan sesudah perbaikan.....	79

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 hubungan level sigma dan DPMO.....	16
Tabel 2.2 Simbol – simbol yang digunakan dalam peta aliran proses.....	19
Tabel 2.3 Tabel nilai <i>occurrence</i>	24
Tabel 2.4 tabel metode pencegahan.....	25
Tabel 2.5 tabel 5w 1h.....	28
Tabel 4.1 Data Jumlah tiap <i>Defect</i> pada bulan Agustus-September 2016.....	43
Tabel 4.2 Keterangan masing-masing <i>defect</i>	44
Tabel 4.3 Nilai defect per unit bulan Agustus September 2016...50	
Tabel 4.4 <i>Failure Mode Effect Analysis</i>	53
Tabel 4.5 Analisa 5 why's ram bersih.....	56
Tabel 4.6 Analisa 5 why's ram kotor	56
Tabel 4.7 Analisa 5 why's lubang	58
Tabel 4.8 Analisa 5 why's variasi ketebalan.....	59
Tabel 4.9 Gambaran Solusi.....	61
Tabel 4.10 Tabel FMEA <i>Improve</i>	64

Tabel 5.1 Tabel <i>root cause</i> dan <i>action plan</i> untuk ram kotor.....	68
Tabel 5.2 Tabel <i>root cause</i> dan <i>action plan</i> untuk cacat lubang.....	71
Tabel 5.3 Tabel <i>root cause</i> dan <i>action plan</i> untuk variasi ketebalan.....	72
Tabel 5.4 Tabel perhitungan sebelum perbaikan (Agustus – September).....	73
Tabel 5.5 Tabel perhitungan setelah perbaikan (November – Desember).....	75

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Meningkatnya permintaan kendaraan bermotor di Indonesia menuntut industri otomotif untuk meningkatkan produksi mereka. Industri komponen kendaraan bermotor sebagai pemasok komponen juga ikut terpacu dalam peningkatan produksi, kualitas, maupun pelayanan. Persaingan yang tinggi antar industri komponen kendaraan bermotor menuntut setiap perusahaan untuk mampu memberikan jaminan kualitas produk yang baik namun dengan harga yang tetap bersaing.

PT. Indobatt adalah perusahaan yang memproduksi baterai serta memiliki toko-toko retail baterai (Jago Aki). Perusahaan ini memproduksi aki motor dan mobil dengan merk NGS dengan tipe dan NEO dan VOLCANO. Aki NGS dijual dipasar nasional maupun internasional. Penjualan di Indonesia dilakukan melalui semua gerai Jago Aki. Penjualan aki ke luar negeri dilakukan melalui gerai aki yang melakukan bekerjasama pemasaran.

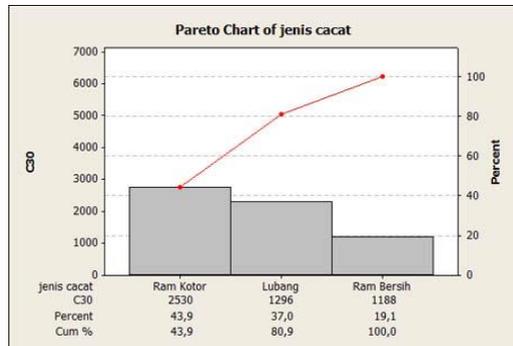
Untuk memenuhi permintaan dan kepuasan konsumen, perusahaan ini selalu berusaha untuk terus meningkatkan kualitas. Namun perusahaan kurang memperhatikan segi efisiensi sehingga kapasitas produksi pada setiap area tidak seimbang. Hal ini membuat beberapa area di pabrik harus di *improve* karena pabrik masih kurang memperhatikan segi efektivitas produksi. Pabrik ini terdapat beberapa area produksi. Area pertama yaitu *casting* untuk pembuatan plat. Lalu area *pasting* untuk menempelkan pasta pada plat. Selanjutnya adalah *formation* yaitu proses *mencharge* plat dengan asam sulfat selama sehari. Lalu proses *washing* dimana pencucian plat dilakukan dengan merendam plat positif dan negatif secara

terpisah. Setelah itu adalah proses *inert gas* yaitu proses pengeringan plat dengan mesin oven yang berbeda untuk plat positif dan negatif. Lalu *cutting and brushing* adalah proses memotong plat menjadi lebih kecil sesuai jenisnya dan pembersihan plat agar menjadi halus. Dilanjutkan dengan proses *enveloping* yang meliputi merangkai plat dan separator sedangkan *grouping* merangkain plat di box bersama *connector*. Diakhiri oleh proses *assembly* yang merupakan proses perakitan semua komponen dan pengecekan kelayakan produk.

Pada studi kasus sebelumnya di perusahaan yang sama oleh Vristanto Bimo Kusumo yang membahas peningkatan laju produksi dengan meminimasi *waste* menggunakan metode *lean six sigma* tercatat bahwa *waste* terbesar berada pada bagian *pasting*. *Waste* terbesar adalah *defect* yang disebabkan oleh kesalahan sistem produksi area. Jenis dari *defect* ini adalah ram bersih, ram kotor, dan lubang. Untuk jumlah total *defect* ram bersih di bulan Agustus-September tahun 2016 sebesar 1188 buah sedangkan untuk ram kotor sebesar 2530 buah dan untuk lubang sebesar 1296 buah. Pada gambar 2.1 terdapat grafik Pareto jenis cacat pada proses *pasting*. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa jumlah *defect* terbesar adalah ram kotor, sehingga permasalahan *defect* ram kotor harus diselesaikan terlebih dahulu. Sebelum itu dicari terlebih dahulu penyebab *defect* tersebut lalu dicari cara pengurangan *defect* tersebut. Pemborosan ini paling sering terjadi di bagian area *pasting* yang merupakan area penempelan pasta. Proses *pasting* sendiri di mulai dari proses pencampuran pasta yang diawali dengan mencairkan Pb (99,99%) untuk dibentuk kogel lalu di salurkan ke storage kemudian dihancurkan menjadi butiranyg lebih halus menyerupai serbuk. Setelah itu serbuk didinginkan di *silo* lalu kemudian disalurkan menuju tempat pencampuran sebagai bahan utama *mixing*. Serbuk timah di campur dengan bahan lain seperti *durafloc*, asam sulfat, *stearic acid*, *slugs*, dan sebagainya, proses pencampuran berjalan selama kurang lebih

30 menit. Setelah adonan tercampur pasta diturunkan ke mesin pasting lalu *grid* yang sudah disiapkan dioles pasta dengan cara *rolling* dan *pressing*. Lalu *grid* yang berpasta dimasukkan ke dalam mesin *dryer* untuk dikeringkan lalu keluar dengan konveyor dan disortir oleh *man power* sebelum diproses ke area *forming*.

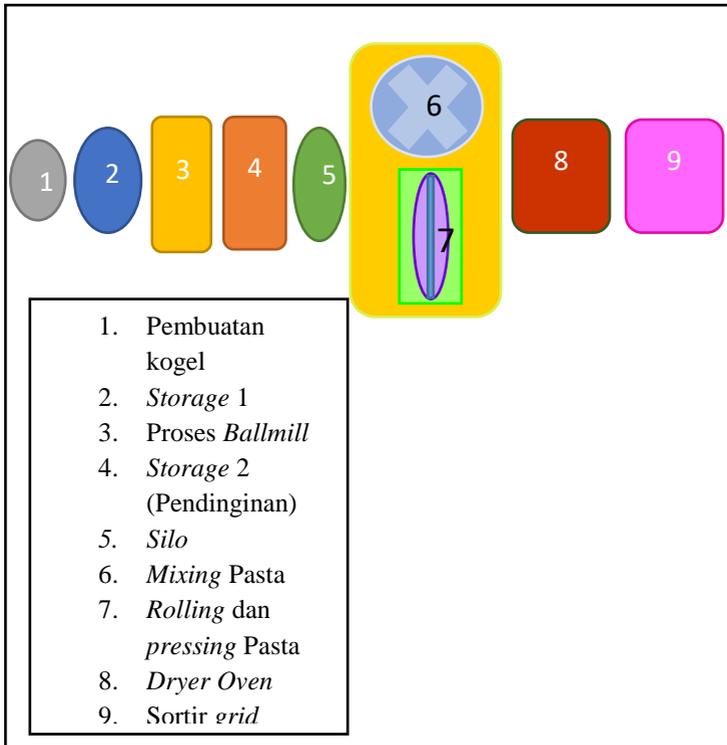
Area *pasting* memiliki beberapa masalah yang sering terjadi yaitu pada bagian mesin *mixer* di dapatkan masalah yaitu tidak seimbang nya *water content* dan *Pb content* yang ada di dalam pasta. Lalu pada mesin *roller* biasanya di dapatkan masalah mengenai berat dan tebal *grid* yang tidak sama satu dan yg lain. Sedangkan di mesin *dryer* muncul masalah basah dan keringnya plat yang berhubungan dengan tebal dan berat plat. Masalah-masalah yang timbul tersebut berpengaruh pada munculnya *defect* dan juga variasi berat serta tebal *grid* pada hasil akhir *grid* yang telah diberi pasta pada area *pasting*. Berdasarkan masalah-masalah yang ada di area mesin *pasting* tersebut maka perlu dilakukan penilitan tentang faktor penyebab masalah tersebut dan usulan akan upaya pencegahan dan perbaikan masalah tersebut. Pada gambar 1.4 terdapat grafik interval tebal untuk *grid* berpasta tipe CDV +1,5 dimana rata-rata ketebalan tiap sisinya belum sama sehingga diperlukan penyebab dari tidak samanya tebal pada tiap sisi tersebut dan upaya pengurangan variasi ketebalan tersebut. Data tersebut diambil pada bulan November 2016 dengan mengambil *sample* secara acak sebanyak 30 buah *grid* dengan mengukur 4 bagian atas dan 4 bagian bawah, mengingat ketebalan *grid* berpasta tidak memiliki *standard* maka hal ini menjadi permasalahan yang perlu ditindaklanjuti.



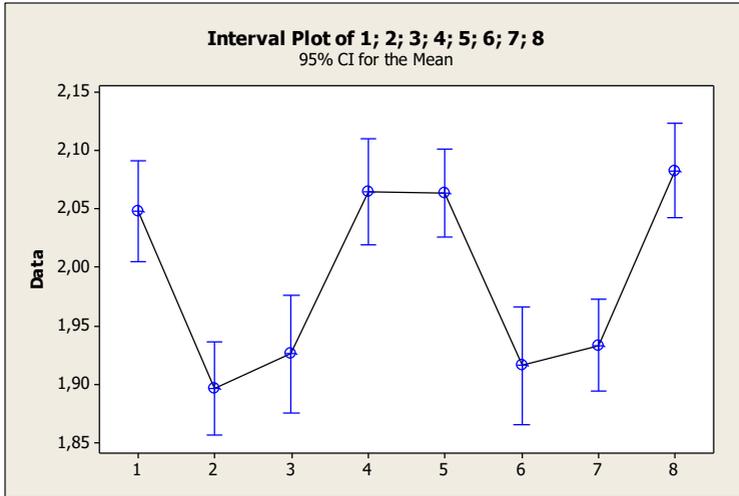
Gambar 1.1 Grafik Pareto macam *defect* (ram bersih, lubang, ram kotor)



Gambar 1.2 *Defect* pada proses *Pasting* (ram bersih, lubang, ram kotor)



Gambar 1.3 Skema Proses Area *Pasting*



Gambar 1.4 Grafik Interval Ketebalan *grid* berpasta tipe CDV +1,5

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dijadikan objek penelitian ini adalah apa saja faktor penghambat penyebab terjadinya *defect* dan variasi serta bagaimana upaya pengurangan timbulnya *defect* dan variasi pada mesin *pasting*.

I.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- Mengidentifikasi faktor penghambat yang menjadi penyebab adanya *defect* dan variasi pada mesin *pasting*.
- Memberikan upaya pengurangan *defect* dan variasi pada mesin *pasting*.

I.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui faktor apa saja yang menjadi penyebab munculnya *defect* dan variasi
- Penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai masukan dan evaluasi kepada PT. Indobatt.

I.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka diperlukan batasan-batasan masalah. Adapun batasan masalah tugas akhir ini adalah

1. Penelitian dilakukan hanya di bagian mesin *pasting*.
2. Penelitian fokus ke *defect* dan tebal *grid*

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi dalam lima bab yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang dibuatnya penelitian ini, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berhubungan dan mendukung analisa permasalahan pada penelitian ini.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi mengenai langkah-langkah penelitian dalam menyelesaikan masalah yang dimulai dari identifikasi awal.

BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Bab ini berisi proses pengumpulan data dari pengamatan lapangan dan pihak manajemen perusahaan. Analisis ini berujuan untuk mengevaluasi berbagai waste yang terjadi untuk ditentukan perbaikannya

BAB V USULAN PERBAIKAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini berisi usulan perbaikan dan implementasinya pada tiap cacat dan variasi ketebalan

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari tugas akhir ini beserta saran dari penulis.

BAB II

DASAR TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

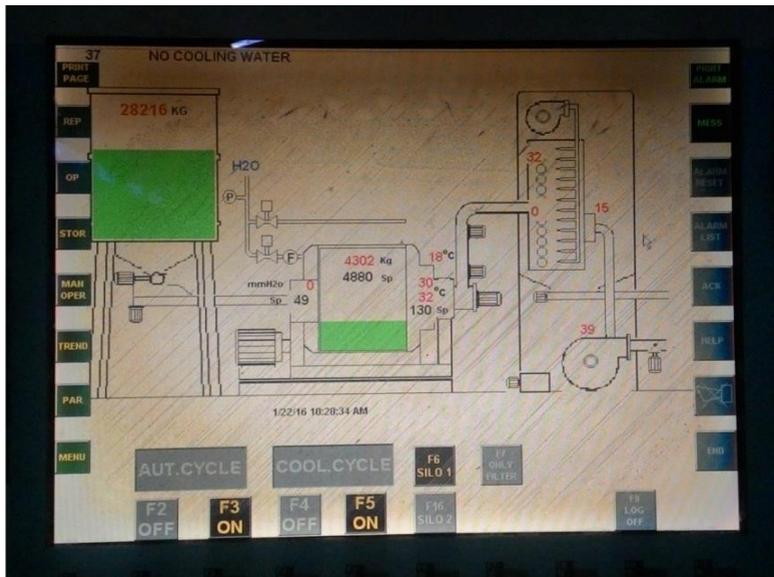
II.1 Dasar Teori

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori dan tinjauan pustaka apa saja yang hendak digunakan sebagai acuan, prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini sehingga permasalahan yang nantinya diangkat dapat terselesaikan dengan baik. Adapun dasar teori dan tinjauan pustaka yang digunakan ini berdasarkan permasalahan pada proses pembuatan aki khususnya proses *pasting* di PT Indobatt yaitu masih terdapat *defect* pada area tersebut dan akan diselesaikan dengan metode *lean six sigma*.

II.1.1 Proses *Pasting*

Pasting pada proses produksi aki adalah proses penempelan pasta yang sudah mengalami *mixing* dari beberapa komponen ke plat hasil dari *casting*. Secara garis besar *pasting* dibedakan menjadi proses *mixing* pasta dan proses *pasting* plat. Total waktu proses keseluruhan dalam *pasting* terhitung lama karena banyak terdapat waktu dalam *storage* yang lama karena kebutuhan proses produksi.

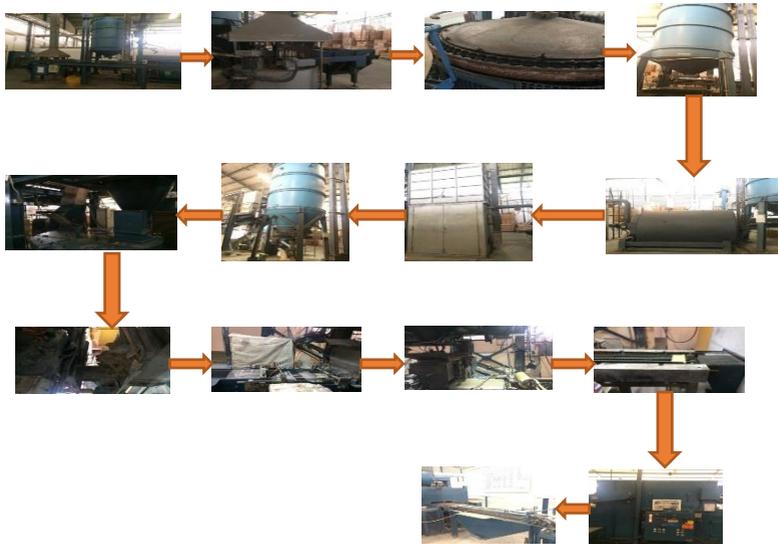
Proses *pasting* secara keseluruhan akan digambarkan pada gambar 2.1. Proses yang terjadi diawali dengan pencairan material Pb dengan kadar 99,99% yang selanjutnya dibentuk menjadi kogel melalui mesin cetakan kogel. Kogel timah yang sudah terbentuk kemudian akan disalurkan melalui *conveyor* menuju *storage 1* untuk ditampung sementara waktu. Waktu penampungan ini adalah selama 1 hari.



Gambar 2.1 Sistem Kontrol *Pasting*

Setelah berada pada *storage* 1, kogel akan masuk ke mesin *ballmill*. Mesin *ballmill* ini memiliki fungsi untuk menghancurkan kogeltimah menjadi butiran timah yang lebih halus menyerupai serbuk timah. Proses *ballmill* ini adalah proses dimana kogel timah satu dengan yang lain saling bertumbukan sehingga hancur menjadi serbuk timah dan proses ini berlangsung selama 1 hari penuh, setelah itu serbuk timah bisa melanjutkan proses selanjutnya. Serbuk timah yang terbentuk inilah yang menjadi komponen utama dalam campuran pasta dalam *mixing* pasta pada proses selanjutnya. Setelah kogel sudah menjadi butiran halus, serbuk timah ini akan menjalani 2 kali proses *storage* lagi yaitu didinginkan pada *storage* 2 lalu kemudian disalurkan ke *silos*. Setelah itu serbuk timah akan diturunkan ke mesin *mixing* dengan pompa untuk dicampur dengan segala komponen yang lain seperti *expander*, *durafloc*, *asam sulfat*,

stearic acid, *slugs*, dan air. Proses pencampuran bahan tersebut terjadi di lantai 2, tepat di atas area *pasting* selama 30 menit. Selama proses pencampuran, *chiller* dinyalakan untuk mendinginkan pasta. Pasta yang telah jadi kemudian diambil sampel untuk di tes *density* dan penetrasinya lalu dicatat dilaporkan.



Gambar 2.2 Proses *Pasting*

Setelah proses *mixing* selesai dan adonan pasta jadi maka dilakukan tes penetrasi dan tes densitas pasta, lalu pasta akan diturunkan ke mesin *pasting* di lantai bawah menuju ke *hopper* lalu pasta tersebut keluar melalui ujung bawah *hopper* sedikit demi sedikit untuk melapisi *grid* setelah *grid* terlapisi pasta kemudian *grid* di roll dengan mesin *roller* agar pasta melekat di *grid*. Saat proses roll terdapat air pada bagian *pasting belt* dan *roller* untuk membasahi pasta agar bisa melekat ke *grid*. Selanjutnya *grid* yang telah dilapisi pasta akan menuju ke *dryer* untuk dikeringkan dengan menggunakan konveyor, setelah keluar dari *dryer* dengan

konveyor *grid* berpasta akan disortir mana yang terdapat *defect* dan mana yang bisa diproses selanjutnya oleh *man power*. Setelah disortir *grid* berpasta akan diletakkan di rak untuk diproses selanjutnya yaitu proses *curing* sebelum menuju area *formation*.

Gambar 2.1 menjelaskan pantauan proses yang terjadi. Kapasitas tiap proses dan pantauan volume di *ballmill* dan *storage* juga bisa dipantau untuk menghindari *overload*. Proses yang memiliki waktu lama adalah proses di *storage* dan *ballmill*. Akan tetapi, proses ini menghabiskan waktu yang lama karena memang untuk kebutuhan produksi.

Salah satu pemborosan yang terjadi pada area *pasting* adalah *defect*. *Defect* pada area *pasting* sangat tinggi, yang terbagi dari *defect* plat bersih, *defect* lubang, dan *defect* plat berpasta. *Defect* ini memberikan penurunan yang drastis dari produksi area *pasting* sehingga berakibat pada proses – proses selanjutnya. Meskipun plat bersih atau lubang bisa dikembalikan ke tungku pemanas untuk dicairkan kembali, ini tetap saja sebuah pemborosan yang termasuk *over processing*. Tiga macam *defect* yang terjadi, yaitu lubang, plat bersih dan plat kotor yang ada pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Defect* ram bersih, lubang, dan ram kotor

II.1.2 Metode *Lean Six Sigma*

II.1.2.1 *Lean Thinking*

Dasar pemikiran dari *Lean Thinking* adalah berusaha menghilangkan *waste* (pemborosan) di dalam proses, atau dapat juga dikatakan sebagai suatu konsep perampingan atau efisiensi.

Konsep *Lean Thinking* ini dapat diaplikasikan pada perusahaan manufaktur maupun jasa, karena pada dasarnya efisiensi selalu menjadi target yang ingin dicapai oleh semua perusahaan. Konsep *Lean* merupakan filosofi yang didasarkan pada Toyota Production System. Toyota Production System adalah pendekatan unik dari Toyota dalam memproduksi dengan menghilangkan pemborosan agar tercipta perusahaan yang ramping.[1] Untuk dapat mengaplikasikan konsep *Lean Thinking* pada perusahaan, baik itu perusahaan jasa ataupun manufaktur, maka perusahaan harus mampu untuk mengidentifikasi kebutuhan dari konsumen, dan apa yang dipentingkan oleh konsumen. Pendekatan ini merupakan filosofi dasar untuk mengoptimalkan performansi sistem manufaktur. Melalui *continous improvement* maka dapat terlihat *gap* antara penerapan sistem secara optimal dengan sistem sebelumnya. Konsep *Lean Thinking* dirintis di Jepang oleh Taichi Ono, dan Sensei Shigeo Shingo, dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip utama [2] yaitu:

1. *Specify Value*

Menentukan apa yang dapat atau tidak dapat memberikan nilai (*value*) dari suatu produk atau pelayanan, dipandang dari sudut pandang konsumen (bukan dari sudut pandang produsen). Perusahaan harus fokus pada *customer needs*.

2. *Identify Whole Value Stream*

Mengidentifikasi tahapan-tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan value stream untuk menemukan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value adding activity*).

3. *Pasting*

Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses *rework*, aliran balik (*backflow*), aktivitas menunggu (*waiting*), dan juga sisa produksi.

4. *Pulled*

Mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh customer.

5. *Perfection*

Berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) secara bertahap dan berkelanjutan, sehingga *waste* yang terjadi dapat dihilangkan secara total dari proses yang ada.

Pada dasarnya, konsep *lean* atau efisiensi ini dapat pula diterapkan pada berbagai macam bidang misalnya *lean customer relationship*, *lean service*, *lean manufacturing (order fulfillment)* dan *lean supply chain*. Hal utama yang perlu dipahami oleh organisasi yang akan menerapkan *lean* adalah memahami *customer* dan apa *value* mereka. Sedangkan tujuan dari *lean thinking* sendiri antara lain :

- Memahami keinginan dari customer
- Meningkatkan budaya pembelajaran di perusahaan
- Perusahaan akan lebih relatif terhadap terjadinya perubahan
- Meningkatkan performansi jasa pengiriman
- Menurunkan waktu keluarnya produk baru di pasaran
- Menghasilkan kualitas produksi yang lebih baik
- Meningkatkan produktivitas
- Meningkatkan peluang bisnis

II.1.2.2 Six Sigma

Sigma merupakan sebuah simbol yang berasal dari Yunani, dimana simbol tersebut melambangkan standar deviasi (penyimpangan) pada bidang statistik. Kata *Six* menunjukkan jumlah standar deviasi dari nilai tengah spesifikasi yang seharusnya. Banyak orang yang memiliki pemahaman bahwa *Six Sigma* hanya digunakan dalam manufaktur untuk mengurangi cacat. Kenyataannya adalah bahwa *Six Sigma* dapat digunakan di media manufaktur dan bisnis untuk mengurangi cacat proses, dan variabilitas. Misalnya dapat digunakan untuk meningkatkan ketepatan pengiriman, mengurangi waktu siklus untuk mempekerjakan karyawan baru, meningkatkan logistik,

meningkatkan kemampuan *forecasting*, dan meningkatkan kualitas layanan pelanggan. Beberapa pendapat menyatakan bahwa, pendekatan *Six Sigma* adalah suatu pendekatan yang terampil dalam pemecahan masalah kualitas. Hal ini disebabkan karena, 90% dari masalah kualitas dapat ditangani oleh 7 *basic tools of quality*. Sedangkan 10% dari masalah kualitas membutuhkan pelatihan dan teknik analitik dari pendekatan *Six Sigma*. Untuk menjalani proses *Six Sigma*, maka terdapat metode yang dirancang sebagai dasar pemecahan masalah kualitas, salah satu metode tersebut adalah metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Secara singkat, pada umumnya tahap *define* adalah dengan memilih proses yang perlu diperbaiki. Pada tahap *measurement* adalah dengan menerjemahkan proses ke dalam bentuk kuantitatif, mengumpulkan data dan menilai kinerja saat ini. Tahap *analyze* merupakan identifikasi akar penyebab dan menetapkan tujuan untuk kinerja, kemudian melaksanakan dan mengevaluasi (solusi) pada proses untuk menghilangkan faktor penyebab cacat pada langkah *improvement*. Dan terakhir adalah tahap *control*, dimana dilakukan standarisasi solusi, dan terus.

Tujuan dari program peningkatan kualitas *six sigma* dapat dipandang menjadi dua kategori, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum dari *six sigma* ini adalah untuk memperbaiki sistem manajemen suatu perusahaan atau instansi lain yang terkait dengan pelanggan. Sedangkan tujuan khusus dan *six sigma* ini adalah untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha untuk mengurangi varian proses sekaligus mengurangi cacat, sedemikian sehingga dapat mencapai 3,4 DPMO (*defects per million opportunities*). Potensi untuk timbulnya kecacatan memang akan selalu ada, karena tidak ada proses sekalipun sempurna, walaupun proses berlangsung dengan baik dan benar, sesuai dengan yang diharuskan.[4]

Tabel 2.1 hubungan level sigma dan DPMO

<i>Sigma Level</i>	<i>Defective Items (PPM)</i>	<i>Defective Items (%)</i>
--------------------	------------------------------	----------------------------

1	697,700	69,77
2	308,700	30,87
3	66,810	6,681
4	6210	0,621
5	233	0,0233
6	3,4	0,00034

II.1.2.3 *Lean Six Sigma*

Salah satu alasan mengapa *lean thinking* dan *six sigma* dapat bekerja dengan baik apabila digunakan secara bersamaan adalah karena kedua metode ini memiliki langkah analisa yang sama dalam tahapan-tahapan penyelesaian masalahnya. *Six sigma* menggunakan data dan statistik, sedangkan metode *lean thinking* dapat digunakan sebagai langkah untuk membuat pertimbangan, langkah kerja yang efektif untuk suatu perusahaan, dan juga pertimbangan dari segi ekonomis lainnya. *Lean six sigma* menggunakan penyajian grafik dan penjelasan yang mudah dipahami untuk menyampaikan penelitian dan solusi dari suatu permasalahan.

Metode *lean six sigma* menggunakan model proses perbaikan yang bervariasi. Dimana, tahapan-tahapan yang paling utama untuk digunakan dalam proses ini adalah *Define - Measure - Analyze - Improve - Control* (DMAIC). Dalam implementasi metode *lean six sigma*, setiap tahapan-tahapan DMAIC tidak boleh dilewatkan sebelum tahapan sebelumnya selesai dilakukan, sebagai contoh, apabila metode *define* belum selesai dilakukan, maka tahapan *measure* tidak boleh dimulai terlebih dahulu. Hal ini

perlu dilakukan agar dalam melakukan setiap tahapan, fokus pada hal yang dikerjakan tidak terbagi, sehingga diharapkan dapat mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Tahapan *define*, *measure*, dan *analyze* pada metode DMAIC merupakan metode yang sangat fleksibel. Selama tujuan umum yang ingin dicapai pada tahapan-tahapan ini dapat terpenuhi, *project manager* dapat menerima usulan yang diberikan pada tahapan tersebut. [6]

II.1.3 Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC)

III.1.3.1 Define

Tujuan dari langkah *define* pada pendekatan DMAIC adalah untuk mengidentifikasi tahap untuk menentukan pokok permasalahan, tujuan penelitian, dan lingkup pada proses. Untuk itu diperlukan adanya data kebutuhan pelanggan sehingga dapat diketahui pokok permasalahan yang harus diteliti, kemudian akan dilakukan aktivitas beserta deskripsi dalam suatu proses yang terkait dengan proses, serta inspeksi suatu produk sehingga langkah berikutnya yang dilakukan adalah menentukan apa yang menjadi *Critical to Quality* (CTQ) bagi pelanggan.

1. Project Charter

Fase ini merupakan penentuan tujuan dan ruang lingkup proyek, mengumpulkan informasi tentang proses dan pelanggan, dan menentukan kiriman kepada pelanggan (*internal* dan *external*). Beberapa elemen yang termasuk dalam *project charter* adalah sebagai berikut:

a. Problems Statements

Problem Statement adalah deskripsi singkat dari masalah yang perlu ditangani. Sebuah

pernyataan masalah yang baik harus menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti apa masalahnya, siapa yang memiliki masalah (*customer*) dan apa saja ruang lingkup yang diperlukan.

b. *Project Goals*

Proyek atau penelitian terhadap suatu masalah harus memiliki tujuan yang jelas yang langsung terkait terhadap solusi dari permasalahan tersebut.

c. *Project Scope*

Memahami persyaratan dari proyek Six Sigma DMAIC sangat penting terhadap lingkup *project*. Tanpa pemahaman ini, sangat sulit untuk memberikan keterangan dari sebuah proyek untuk memperoleh tujuan yang jelas, singkat dengan batas-batas yang akan memungkinkan resolusi masalah tepat waktu.

2. Penentuan CTQ (*Critical To Quality*)

CTQ adalah atribut – atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau spesifikasi lain yang berhubungan langsung kepada kepuasan pelanggan.

Sebelum melakukan pengukuran terhadap CTQ, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu.

3. SIPOC (*Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Customers*)
Diagram

Identifikasi langkah – langkah aktivitas beserta deskripsinya dalam suatu proses yang terkait dapat pula menggunakan proses *flowchart*, yang menjelaskan proses suatu produk serta inspeksi yang dilakukan dan alat yang berguna dan paling banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses adalah SIPOC, yang menjelaskan:

a. *Suppliers*

Merupakan orang atau kelompok yang memberikan informasi, material, atau sumber daya kepada proses.

b. *Inputs*

Segala sesuatu yang diberikan *suppliers* kepada proses.

c. *Processes*

Langkah – langkah dan mentransformasikan dan mengubah input menjadi sebuah *output*.

d. *Output*

Merupakan hasil dari proses yang telah dihasilkan, biasanya dapat berupa produk *work-in-process*, maupun produk akhir.

e. *Customers*

Merupakan orang atau kelompok orang yang menerima *outputs* berdasarkan tingkat kebutuhan yang telah ditentukan.

4. *Flow Process Chart*

Peta aliran proses adalah penggambaran dari langkah – langkah proses, baik yang bersifat produktif (operasi dan inspeksi) ataupun tidak produktif (transportasi, menunggu, dan menyimpan) dari awal hingga akhir kegiatan yang diungkapkan secara detail. Peta aliran proses secara umum dapat didefinisikan sebagai gambar grafik yang menjelaskan setiap operasi yang terjadi dalam proses *manufacturing* [5].

III.1.3.2 *Measure*

Tahap *measure* merupakan langkah operasional dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini, yaitu: (1) memilih dan menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik *customers*, (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *input*, dan *output*, dan (3) mengukur kinerja pada tingkat proses, *input* dan *output*.

1. Pengukuran pada tingkat *Output*

Pengukuran pada tingkat *output* untuk mengetahui sejauh mana *output* dari suatu proses dalam memenuhi kebutuhan *customers*. Hasil pengukuran pada tingkat *output* dapat berupa *data* variabel dan *data* atribut, yang akan ditentukan kinerjanya berdasarkan pengukuran sebagai berikut:

a. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

Ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* Motorola sebesar 3,4 DPMO tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 *unit output* yang cacat dari sejuta *unit output*, tetapi sebagai dalam satu *unit* produk tunggal terdapat rata – rata kesempatan untuk gagal dari suatu CTQ adalah 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan.

b. Proses *Capability*

Kemampuan proses untuk memproduksi *output* sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Indeks Cpm mengukur kapabilitas yang didefinisikan sebagai:

$$Cpm = \frac{(USL-LSL)}{\sqrt{(\mu-T)^2+\sigma^2}} \text{ dengan keterangan:}$$

- USL = *Upper Specification Limit* (batas spesifikasi atas)
- LSL = *Lower Specification Limit* (batas spesifikasi bawah)
- μ = nilai rata – rata (*mean*) proses aktual
- T = nilai target dari produk
- σ = nilai *variance* dari ukuran variasi proses

2. *Six Sigma Quality*

Six Sigma quality tercapai dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan (*Upper Control Limit* dan *Lower Control Limit*) dan memiliki indeks kemampuan proses (*capability index* Cp) sama dengan dua. Istilah *Six Sigma* digunakan mengacu pada kenyataan bahwa batas spesifikasi pada proses dengan indeks kemampuan proses sama dengan dua adalah sebesar enam standar deviasi untuk mengurangi variasi *output*

proses sehingga ± 6 standar deviasi berada dalam batas atas dan batas bawah spesifikasi. Dengan menjaga agar jarak rata-rata proses dengan batas spesifikasi terdekatnya adalah sebesar 6σ , maka *output* yang keluar dari spesifikasi tidak akan lebih dari 3,4 dalam setiap satu juta peluang (*Defect Per Million Opportunities*). Semakin tinggi nilai *Sigma* menandakan jumlah cacat yang terjadi semakin sedikit. Dalam konteks *measure* proses statistikal dikenal dua jenis *data*, yaitu:

1. *Data* atribut, merupakan *data* kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan untuk keperluan pencatatan dan analisis. *Data* atribut biasanya diiperoleh dalam bentuk *unit – unit* ketidaksesuaian atau cacat terhadap spesifikasi kualitas yang ditetapkan.
2. *Data* variabel, merupakan *data* kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Ukuran – ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, *diameter* merupakan *data* variabel.[5]

III.1.3.3 Analyze

Pada tahap *analyze*, tujuannya adalah untuk menggunakan *data* atau informasi pada tahap pengukuran (*measure*) untuk memulai menentukan hubungan sebab akibat pada proses dan untuk memahami perbedaan dari variabilitas. Dengan kata lain, bahwa pada tahap ini, kita akan menentukan penyebab paling utama dari *defect*, masalah kualitas, masukan dari pelanggan, waktu siklus, dan lain-lain. Pada tahap ini perlu melakukan beberapa hal berikut:

1. Melakukan Analisis terhadap Kapabilitas Proses

Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil, maka perlu membutuhkan alat – alat atau metode statistika sebagai alat analisis. Kontribusi utama dari penggunaan metode statistika dalam pengendalian sistem industri adalah memisahkan variasi

total dalam suatu proses, contohnya analisis kapabilitas proses yang memiliki batas spesifikasi dan analisis kapabilitas proses untuk data atribut.

2. Mengidentifikasi sumber – sumber dan akar penyebab cacat *Tools Six Sigma* yang digunakan dalam tahap ini adalah:

a. *Pareto Chart*

Pareto chart adalah *quality improvement tool* yang sering digunakan untuk mendefinisikan langkah – langkah pengukuran, yang merepresentasikan secara grafis tentang distribusi frekuensi dari masing – masing *performance*. Diagram Pareto ini merupakan suatu gambar

yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan *ranking* tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (*ranking* tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (*ranking* terendah).

b. *Fishbone* Diagram, adalah metode yang menjelaskan akar – akar penyebab dari masalah yang mengkategorikan sumber – sumber penyebab berdasarkan prinsip 7M, yaitu *man power, machines, methods, materials, media, motivation, money*.

c. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), adalah suatu prosedur terstruktur yang mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut. Namun, penggunaan FMEA akan lebih efektif apabila diterapkan pada produk atau proses baru sehingga dapat mempengaruhi keandalan dari produk atau proses tersebut.

1. *Severity* (Pengaruh buruk), merupakan suatu estimasi atau perkiraan subjektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut.

2. *Occurrence* (Kemungkinan)

Occurrence menunjukkan nilai keseringan suatu masalah yang terjadi karena *potential*

Cause. Adapun nilai *occurence* akan dijelaskan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel nilai *occurence*

Ranking	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini
2 3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasa perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler
4 5 6	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja, namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat selesai dalam waktu singkat.
7 8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berasa diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal
9 10	<i>Potential safety problems</i> (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.

3. *Detection rate* (Metode pencegahan)

Detection rate merupakan alat *control* yang digunakan untuk mendeteksi *potential cause*. Identifikasi metode – metode yang diterapkan untuk mencegah atau mendeteksi penyebab mode kegagalan

Tabel 2.4 tabel metode pencegahan

<i>Degree</i>	Berdasarkan pada frekuensi kejadian	<i>Rating</i>	Kriteria
<i>Remote</i>	0.01 per 1000 <i>item</i>	1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul.
<i>Low</i>	0.1 per 1000 <i>item</i> 0.5 per 1000 <i>item</i>	2 3	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
<i>Moderate</i>	1 per 1000 <i>item</i> 2 per 1000 <i>item</i> 5 per 1000 <i>item</i>	4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat <i>moderate</i> . Metode pencegahan kadang

			memungkinkan penyebab itu terjadi
<i>High</i>	10 per 1000 <i>item</i> 20 per 1000 <i>item</i>	7 8	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.
<i>Very High</i>	50 per 1000 <i>item</i> 100 per 1000 <i>item</i>	9 10	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali

4. *Risk Potential Number* (RPN)

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential cause*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan. Segera lakukan terhadap *potential cause*, alat *control* dan efek yang diakibatkan. Nilai RPN didapat dari perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection rate*.

3. *Cost of Quality*, merupakan pengukuran kualitas terhadap biaya yang dikeluarkan. Hal ini dianggap penting karena berhubungan dengan *parameter* untuk mengukur perbaikan kualitas. Kategori biaya kualitas adalah sebagai berikut:

a. Biaya pencegahan (*prevention costs*)

Biaya pencegahan merupakan biaya – biaya yang berkaitan dengan semua kegiatan perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan sistem kualitas yang dilakukan oleh perusahaan untuk mencegah terjadinya cacat pada produk sehingga sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Contoh biaya pencegahan adalah *quality planning*, *new product review*, *process control*, *quality training and education*.

b. Biaya penilaian (*appraisal costs*)

Biaya penilaian adalah biaya – biaya yang berkaitan dengan pengukuran dan evaluasi terhadap kualitas produk, baik berupa biaya langsung maupun biaya tak langsung dari berbagai macam kegiatan pemeriksaan dan pengujian, untuk penentuan derajat konformansi terhadap persyaratan kualitas, seperti inspeksi pengujian material, inspeksi pengujian produk dalam proses, audit kualitas produk.

c. Biaya – biaya kegagalan internal (*internal failure costs*)

Biaya kegagalan *internal* adalah biaya – biaya yang berkaitan dengan berkaitan dengan

kesalahan dan non konformasi seperti cacat – cacat yang ditemukan pada *material*, komponen, atau produk sebelum menyerahkan ke konsumen, seperti *scrap*, *rework*, dan *downgrading*. [5]

III.1.3.4 Improve

Tahap *improve* bertujuan untuk mengoptimasi solusi yang ditawarkan akan memenuhi atau melebihi tujuan perbaikan dari proyek. Selama tahap *improve*, tim proyek merencanakan optimasi proses melalui *Design of Experiment*. Pada dasarnya, rencana – rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber – sumber daya serta prioritas dan alternatif yang akan dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk pengawasan dan usaha – usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana juga harus direncanakan pada tahap ini.

5W – 1H dapat digunakan pada tahap *improvement* ini. (1) *What*, apa yang menjadi target utama dari perbaikan kualitas? (2) *Why*, mengapa rencana tindakan diperlukan? (3) *Where*, dimana rencana tersebut dilaksanakan? (4) *Who*, siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana itu? (5) *When*, kapan tindakan ini akan dilaksanakan? (6) *How*, bagaimana mengerjakan rencana tersebut? Contoh petunjuk penggunaan metode 5W – 1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat dalam tabel 2.5 di bawah ini. [5]

Tabel 2.5 tabel 5w 1h

Jenis	5W-1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i>	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan atau peningkatan kualitas	Merumuskan target sesuai dengan

Alasan kegunaan	<i>Why</i>	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan rencana tindakan yang dilakukan	kebutuhan pelanggan.
Lokasi	<i>Where</i>	Di mana rencana tindakan ini akan dilaksanakan? Apakah aktivitas ini harus dikerjakan di sana?	Mengubah sekuens atau urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas – aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama.
Sekuens (urutan)	<i>When</i>	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? apakah aktivitas itu akan dilaksanakan kemudian?	
Orang	<i>Who</i>	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas	

		rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	<i>How</i>	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang diberikan sekarang merupakan metode terbaik?	Menyederhanakan aktivitas – aktivitas rencana tindakan yang ada.

III.1.3.5 Control

Control adalah tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini hasil – hasil peningkatan kualitas didokumentasikan, prosedur – prosedur yang baik didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

Standardisasi diperlukan sebagai tindakan pencegahan untuk memunculkan kembali masalah kualitas yang pernah ada. Pendokumentasian praktek – praktek kerja standar juga bermanfaat sebagai bahan dalam proses belajar yang terus – menerus, baik bagi

karyawan baru maupun karyawan lama, serta menjadikan informasi yang berguna dalam mempelajari masalah – masalah kualitas di masa mendatang sehingga tindakan peningkatan yang efektif dapat dilakukan Pada tahap *control*, dilakukan integrasi yang bertujuan mengintegrasikan metode – metode standar dan proses ke dalam siklus desain, dimana salah satu prinsip dari *Design for Six Sigma* adalah bahwa proses desain harus menggunakan komponen – komponen dan proses – proses yang ada. Integrasi juga penting untuk mengintegrasikan *Six Sigma* ke dalam praktek bisnis yang dikelola.[5]

II.2 Tinjauan Pustaka

Berikut ini adalah penelitian yang berkaitan dan sedikit menyerupai dengan permasalahan tugas akhir ini yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini.

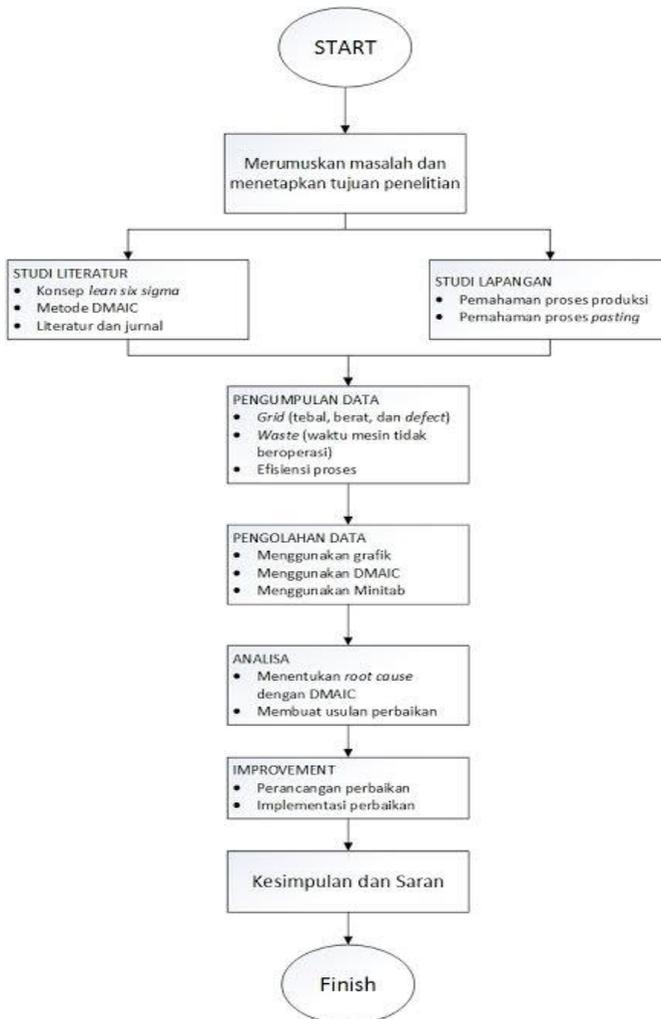
Vristanto Bimo Kusumo melakukan penelitian dengan merancang peningkatan laju produksi dengan meminimasi *waste* dengan studi kasus di perusahaan yang sama PT Indobatt Industri Permai. Penelitian ini menggunakan konsep *lean manufacturing* untuk merancang sistem produksi. Penelitian ini diawali dengan pembuatan *Big Picture Mapping* untuk menggambarkan pemahaman mengenai sistem produksi yang ada di perusahaan. Lalu dilanjutkan dengan mengidentifikasi *waste* pada setiap proses pembuatan aki setelah itu melakukan perhitungan *flow precentage* dan mencari *root cause*. Dari hasil penelitian yang didapat *waste* yang sering terjadi adalah *defect* dan yang memiliki tingkat *defect* terbanyak adalah area *casting* dan *pasting*. Selanjutnya merumuskan perbaikan yang akhirnya diimplementasikan di perusahaan dan berhasil mengurangi *waste* dengan naiknya total produksi.[3]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dijelaskan langkah apa saja yang hendak dijadikan acuan dalam penulisan tugas akhir ini. Permasalahan yang ada didalam penelitian tugas akhir ini hendak diselesaikan dengan menggunakan metode *lean six sigma* yang lebih fokus kepada metode DMAIC yaitu metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Langkah-langkah tersebut meliputi tahap identifikasi, tahap pengumpulan, pengolahan, dan analisa data, tahap usulan dan implementasi perbaikan dan tahap kontrol.

III.1 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

III.2 Tahap Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan

Perumusan masalah merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di PT. Indobatt untuk dapat dijadikan objek penelitian tugas akhir ini. Untuk permasalahan yang dimaksud disini adalah terdapat *defect* dan masih tingginya variasi ketebalan *grid* berpasta pada proses *pasting* di PT.Indobatt Industri Permai. Lalu setelah masalah diketahui selanjutnya adalah penetapan tujuan. Pada penelitian ini tujuannya adalah mengidentifikasi penyebab munculnya *defect* dan variasi tebal *grid* berpasta yang masih tinggi dan memberikan upaya pengurangan mengenai *defect* dan variasi tebal yang muncul. Pada tahap ini dibantu dengan metode SIPOC (*supplier, input, process, output, customer*) dan *project charter* untuk memudahkan peneliti dalam merumuskan masalah dan menentukan tujuan.

III.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini. Data-data tersebut didapatkan dengan cara wawancara dengan pihak perusahaan, pengamatan peneliti secara langsung, maupun dari arsip dokumen perusahaan. Untuk penelitian ini data yang diambil adalah data *defect* dimana *defect* ini ada tiga jenis yaitu ram bersih, ram kotor dan lubang. Data *defect* sebelum dilakukan perbaikan ini didapatkan dari arsip perusahaan sedangkan data *defect* sesudah dilakukan perbaikan diambil sendiri oleh peneliti secara langsung dilapangan saat proses produksi sedang berjalan. Untuk data ketebalan *grid* berpasta sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan diambil peneliti secara langsung melalui pengukuran *grid* berpasta secara langsung. Pengukuran tebal diambil dengan mengambil satu tipe *grid* berpasta yaitu CDV +1,5 sebanyak 30 buah lalu diukur dengan jangka sorong digital tiap 4 sisi atas dan 4 sisi bawah lalu dicatat hasilnya.

III.4 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini, data yang telah didapat (*defect* dan variasi tebal) diolah, pengolahannya menggunakan program microsoft excel dan juga program minitab. Pada program excel digunakan sebagai program pengumpulan hasil data dan digrafikkan, untuk program minitab digunakan untuk mengolah data seperti membuat grafik pareto dan grafik interval. Setelah itu hasil data yang telah diolah tadi, diolah lebih lanjut lagi. Untuk *defect* diolah dengan menggunakan grafik pareto untuk mengetahui *defect* mana yang terbesar dan perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu, sedangkan untuk variasi ketebalan dapat diolah dengan menggunakan interval plot untuk mengetahui seberapa tinggi beda variasi ketebalan pada *grid* berpasta. Kedua data permasalahan (*defect* dan variasi tebal *grid* berpasta) dibuat diagram *process flow* untuk

III.4.1 Analisa *Defect* dan Variasi

Data yang telah dikumpulkan dan diolah sebelumnya lalu kemudian di analisa. Analisa ini mengenai apa saja yang menjadi penyebab timbulnya *defect* dan variasi pada proses *pasting*. Untuk *defect* dapat dianalisa dengan metode FMEA (*failure mode effect analysis*).

III.5 Tahap Perumusan Perbaikan

Pada tahap perumusan usulan perbaikan, faktor-faktor permasalahan utama yang didapatkan dari tahap analisa akan dicari akar permasalahannya dan kemudian akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan usulan-usulan perbaikan (*action plan*) melalui hipotesa-hipotesa yang muncul. Perumusan usulan perbaikan ini dibantu dengan FMEA (*failure mode effect analysis*) dimana pada FMEA akan didapatkan hipotesa-hipotesa apa saja yang muncul sehingga didapatkan *action plan* apa saja yang bisa dilakukan sesuai hipotes-hipotesa yang muncul tadi lalu akan diurutkan

berdasarkan hipotesa permasalahan mana yang memiliki urgensi paling tinggi untuk diperbaiki terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan agar peneliti fokus untuk mencari usulan perbaikan terhadap permasalahan yang memiliki dampak paling besar terlebih dahulu pada proses produksi *pasting*, sehingga diharapkan peneliti dapat menentukan alur perbaikan yang benar dan sistematis.

III.6 Implementasi Perbaikan dan Penilaian Hasil Perbaikan

Tahap ini dilakukan dengan melakukan implementasi dan percobaan dari usulan-usulan perbaikan (*action plan*) yang telah dirumuskan. Implementasi dari usulan perbaikan diurutkan berdasarkan permasalahan yang memiliki urgensi paling tinggi, sehingga diharapkan hasil perbaikan memiliki peningkatan yang signifikan. Peningkatan diukur dengan parameter-parameter yang telah ditentukan seperti tingkat *defect* dan tingkat variasi ketebalan *grid* berpasta yang kemudian akan dibandingkan pada saat sebelum dan sesudah implementasi perbaikan dilakukan.

III.7 Tahap Kontrol

Kontrol adalah tahap yang bertujuan untuk menetapkan standar dan mempertahankan proses perbaikan (*action plan*) yang telah dijalankan. Dengan begitu peneliti bisa tahu bahwa hasil rumusan perbaikan yang telah dibuat tersebut dapat berjalan optimal dan bertahan lama atau tidak. Dan hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa masalah yang terjadi tidak muncul kembali selanjutnya.

III.8 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir penelitian tugas akhir ini, didapatkan hasil-hasil berdasarkan pengolahan, analisa dan evaluasi yang telah dilakukan.

III.8.1 Kesimpulan

Merupakan tahap dimana peneliti melakukan penarikan kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian yang hendak dicapai dari penelitian yang telah dilakukan.

III.8.2 Saran

Saran sangat dibutuhkan untuk kepentingan di masa yang akan datang nantinya untuk evaluasi kesempurnaan penelitian. Pengajuan saran diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dan peneliti yang lain saat akan melakukan penelitian dengan tema yang serupa.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

Pada bab ini akan diuraikan beberapa hal mengenai tahapan identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan munculnya *defect* dan variasi ketebalan pada proses *pasting*. Pemetaan ini nantinya akan digambarkan dan dijelaskan setiap tahap dari DMAIC (Define Measure Analyze Improve Control).

IV.1 Gambaran Umum Perusahaan

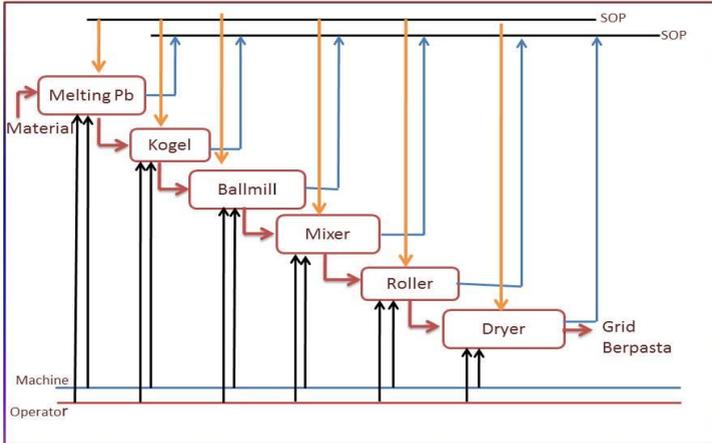
Profil Singkat Perusahaan

Nama Perusahaan	: PT Indobatt Industri Permai
Alamat	: Jalan Raya Surabaya - Mojokerto KM 20 Desa Tanjung Sari, Taman Sidoarjo
Telepon	: (031) 7881983 (031) 7881982
Bidang usaha	: Industri Baterai

PT Indobatt berdiri pada tahun 1980 yang berlokasi di Jalan Raya Surabaya-Mojokerto KM 20, desa Tanjungsari Taman Sidoarjo. Karena terdapat beberapa faktor akhirnya PT Indobatt direlokasikan ke Jalan Raya Surabaya – Mojokerto KM 33, Krian-Sidoarjo.

PT. Indobatt adalah produsen baterai aki otomotif yang sedang berkembang pesat dan bersertifikat ISO 9001:2008 dan sebagai perusahaan retail baterai (Jago Aki). Perusahaan ini bergerak di bidang otomotif dengan hasil barang jadi berupa baterai motor dan mobil sebagai salah satu komponen kendaraan bermotor dengan merk NGS dan NEO NGS serta memiliki pasar nasional maupun internasional. *Shop panel* ini diproduksi secara masal untuk dipasang di semua gerai aki NGS di Indonesia bahkan juga beberapa dikirim ke luar negeri untuk dipasang pada cabang aki NGS di luar negeri

IV.2 Proses *Pasting*



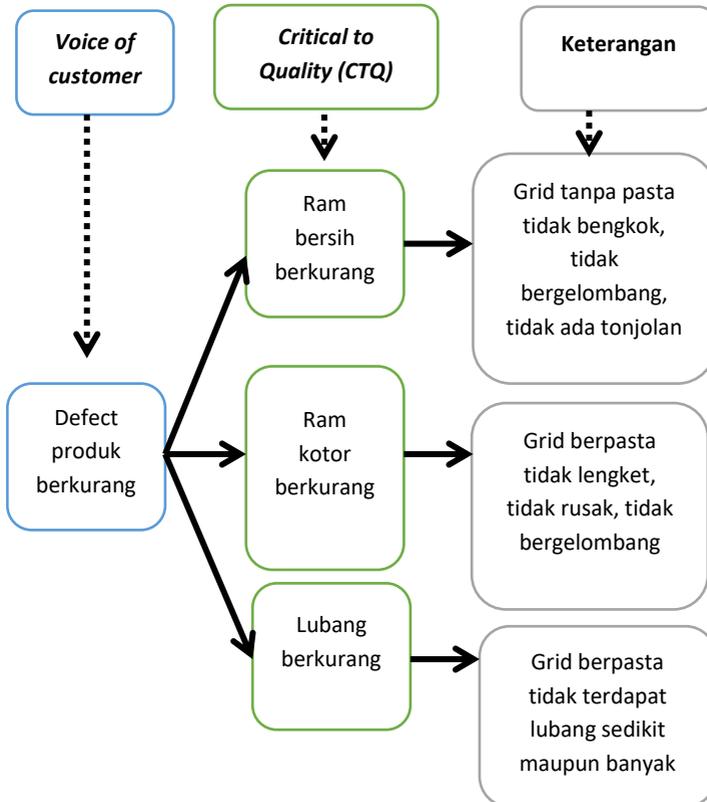
Gambar 4.1 *Process Flow* pada proses *Pasting*

Pada gambar 4.1 dapat dilihat proses *pasting* PT. Indobatt Industri Permai ini terdapat beberapa tahapan yaitu dimulai dari *melting* Pb adalah proses pencairan Pb 99,99% di dalam tungku lalu kemudian dilanjutkan dengan pencetakan kogel dari Pb yang telah dilelehkan tadi selanjutnya adalah proses *ballmill* yaitu dimana kogel dimasukkan kedalam *storage* lalu dihancurkan hingga menjadi serbuk timah yang merupakan bahan utama pasta. Setelah serbuk timah terbentuk lalu pembuatan pasta dimulai di proses ini adalah proses *mixing* lalu pasta yang sudah jadi turun ke *hopper* dan siap untuk dijadikan pasta pelapis *grid* dengan cara *roll* disini disebut proses *roller*, dan yang terakhir adalah proses pengeringan *grid* berpasta di dalam *oven* dengan konveyor yang disebut proses *drying*. Pada proses ini semuanya memiliki standar yang telah dibuat dan berguna untuk menghasilkan *grid* berpasta yang berkualitas, tidak cacat, dan memiliki keseragaman tebal. Pada penelitian ini hanya difokuskan ke proses *pasting* saja.

Proses *pasting* ini adalah proses penempelan pasta ke *grid* dengan cara *pressing* oleh *hopper* dan *rolling* oleh *roller* selanjutnya adalah *dryer* yang merupakan proses pengeringan dengan oven.

IV.3 Define

Pada tahap *define* memiliki tujuan mengidentifikasi pokok permasalahan, tujuan penelitian dan lingkup perbaikan, sehingga diperlukan adanya data kebutuhan sehingga dapat diketahui pokok permasalahan yang hendak diteliti lalu dilakukan aktivitas beserta deskripsi dalam suatu proses serta inspeksi suatu produk sehingga langkah selanjutnya adalah menentukan apa yang menjadi CTQ (*critical to quality*). Untuk menentukan *critical to quality* terlebih dahulu peneliti menentukan *voice of customer*. *Voice of customer* dalam hal ini adalah hal apa saja yang penting untuk ditetapkan agar kualitas produksi meningkat. Dan disini *voice of customer*nya adalah *defect* produk berkurang. Berdasarkan diagram CTQ *tree* pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa *voice of customer* pada penelitian ini adalah *defect* berkurang lalu dari situ didapatkan lah *critical to quality* nya adalah ram bersih, ram kotor, lubang berkurang semuanya dengan masing-masing keterangan diatas yaitu ram bersih berarti *grid* tidak bengkok, tidak bergelombang dan tidak ada tonjolan. Untuk ram kotor yaitu *grid* berpasta tidak lengket, tidak rusak dan tidak bergelombang dan untuk lubang yaitu *grid* berpasta tidak terdapat lubang yang jumlahnya sedikit maupun banyak. Dari gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa jumlah *critical to quality* pada penelitian ini adalah sejumlah 3.



Gambar 4.2 Diagram CTQ tree

Proses *pasting* pada pembuatan aki di PT Indobatt Industri Permai ini dimulai dari pencairan timah, pembuatan kogel, pembentukan serbuk timah, pembuatan adonan pasta (*mixing*), *pasting*, *drying* melalui oven dan kemudian sortir. Pada penelitian ini difokuskan hanya pada proses *pasting* yang terdiri dari *pressing*, *rolling*, dan yang terakhir adalah *drying*. Karena pada tahap itulah yang paling sering muncul masalah dan masalahnya adalah *defect* dan variasi ketebalan

Tabel 4.1 Data Jumlah tiap *Defect* pada bulan Agustus-September 2016

Bulan Defect	Agustus	September	Total masing-masing defect
Ram Bersih	1006	182	1188
Lubang	1103	193	1296
Ram Kotor	2091	439	2530
Jumlah	4200	814	5014

Pada tabel 4.1 menunjukkan jumlah tiap *defect* pada bulan Agustus-September tahun 2016. *Defect* pada tiap bulannya berbeda karena perusahaan ini melakukan sistim *series order* dimana perusahaan melakukan produksi sesuai permintaan konsumen atau sesuai pesanan yang ada. Pada bulan Agustus 2016 jumlah *defect* ram bersih sebanyak 1006 buah untuk lubang sebanyak 1103 buah sedangkan ram kotor sebanyak 2091 buah dan total dari keseluruhan *defect* pada bulan Agustus 2016 di proses *pasting* ini adalah sebesar 4200 buah plat berpasta. Sedangkan untuk bulan September 2016 jumlah *defect* ram bersih sebanyak 182 buah untuk lubang sebanyak 193 buah dan untuk ram kotornya sebanyak 439 buah sehingga total dari keseluruhan *defect pasting* pada bulan September 2016 adalah sebanyak 814 buah. Untuk total keseluruhan *defect* dari bulan Agustus dan September adalah 1188 untuk ram bersih, 1296 pada lubang dan 2530 pada ram kotor. Dari total keseluruhan tersebut dapat dilihat bahwa *defect* terbesar adalah ram kotor disusul lubang dan yang terakhir ram bersih.

Tujuan penelitian ini adalah mengurangi jumlah cacat pada proses *pasting*.

Pada tabel 4.2 dijelaskan mengenai jenis *defect* yang ada pada proses *pasting* beserta gambar dari masing-masing *defect*. Untuk ram bersih adalah *grid* yang belum terkena pasta pada mesin *pasting* tetapi sudah masuk menuju mesin *pasting* dan tersangkut sehingga *grid* tersebut bengkok atau terlipat. Sedangkan untuk ram kotor adalah *grid* yang telah terkena pasta tetapi rusak karena lengket dengan *grid* yang lain atau terlipat sehingga disebut ram kotor. Sedangkan untuk cacat lubang adalah *grid* yang sudah terkena pasta dan terdapat lubang-lubang pada *grid* berpasta tersebut.

Tabel 4.2 Keterangan masing-masing *defect*

Jenis <i>defect</i>	Keterangan	Gambar
Ram Bersih	<i>Grid</i> yang belum terkena pasta yang sudah jalan menuju mesin <i>pasting</i> tetapi tersangkut sehingga bentuknya sudah tidak seperti di awal.	

<p>Ram Kotor</p>	<p><i>Grid</i> yang telah terkena pasta tetapi rusak (lengket dengan <i>grid</i> berpasta lainnya).</p>	
<p>Lubang</p>	<p><i>Grid</i> yang telah terkena pasta tetapi terdapat lubang pada <i>grid</i> berpasta tersebut.</p>	

IV.3.1 SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*)

Diagram SIPOC merupakan alat yang digunakan oleh tim peneliti untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dari sebuah proyek perbaikan proses sebelum pekerjaan dimulai. Dalam penelitian ini identifikasi *supplier* untuk mengurangi *defect* pada proses *pasting* ini adalah bagian material *supplier* yang

berperan memasok segala kebutuhan material yang diperlukan untuk pembuatan *grid* berpasta lalu ada departemen *casting* yang berperan sebagai pembuat *grid* dengan cara pengecoran dan yang terakhir adalah *crew* pada bagian proses dan produksi di *pasting* yang memiliki peran untuk memantau serta menjalankan proses produksi pada bagian *pasting*.

Selanjutnya adalah identifikasi *input* pada penelitian ini. Untuk inputnya adalah berisi *material*, alat dan atau informasi yang akan digunakan oleh suatu proses untuk menghasilkan suatu *output*. Pada penelitian ini inputnya adalah berisi material pembuatan pasta yaitu serbuk timah, durafloc, expander, barium sulfat, air, asam sulfat, dan stearic acid. Lalu selain berisi material pembuatan pasta ada *grid* yang hendak ditempel pasta kemudian ada *tools kit* sebagai alat untuk pembuatan pasta dan proses *pasting* dan yang terakhir ada *history* data cacat pada proses *pasting*.

Process adalah menentukan urutan dari suatu aktifitas yang ada. Untuk penelitian ini identifikasi *process* dimulai dari mesin start berjalan lalu ditemukan masalah yaitu terdapat *defect* pada saat proses *pasting* setelah itu dilanjutkan dengan mencari akar permasalahan setelah itu permasalahan yang ada tersebut dianalisa untuk mencari proses perbaikan yang akan dilakukan setelah itu proses perbaikan di implementasikan lalu hasil dari perbaikan tersebut di uji apakah masih terdapat *defect* atau tidak sampai *defect* berkurang.

Identifikasi selanjutnya adalah *output* yang merupakan hasil proses berupa produk atau *service* atau informasi yang berguna bagi *customer*. Disini *output*nya adalah *grid* berpasta yang tidak cacat dimana diharapkan *grid* berpasta yang diproduksi tidak cacat. Selanjutnya adalah *defect* pada proses ini berkurang sehingga hasil produksi pada proses *pasting* ini meningkat.

Yang terakhir adalah identifikasi *customer* yang mencakup semua *user* yang menggunakan *output* nantinya. Disini *customernya* adalah departemen *formation* yang berperan *mencharge* plat berpasta ini selanjutnya. Lalu *quality* departemen yang memiliki peran untuk menguji kualitas produk pada proses

pasting ini nantinya selanjutnya ada bagian laboratorium yang berperan sebagai menguji kadar air dan kadar Pb pada pasta dan yang terakhir ada *crew* pada bagian proses dan produksi. Mereka berperan untuk menjalankan proses produksi pada proses setelah pasting.

<i>Supplier</i>	<i>Input</i>	<i>Processes</i>	<i>Output</i>	<i>Customer</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Material supplier - Casting department - Process and production pasting crew 	<ul style="list-style-type: none"> - Serbuk timah - Durafloc - Expander - Barium sulfat - Air - Asam sulfat - Stearic acid - Grid - Tools kit - Defect history 	<p>Diagram di bawah</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Grid berpasta tidak cacat - Defect berkurang 	<ul style="list-style-type: none"> - Formation department - Quality department - Laboratory analysis - Process and production crew

Mesin jalan	Terdapat defect	Mencari akar permasalahan	Analisa permasalahan	Perbaikan permasalahan	Tes hasil perbaikan	Defect berkurang
-------------	-----------------	---------------------------	----------------------	------------------------	---------------------	------------------

Gambar 4.3 SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*)

IV.4 Measure

IV.4.1 Penentuan Defect/Unit

Six Sigma adalah suatu pendekatan yang terampil dalam pemecahan masalah kualitas. Tujuan dari program peningkatan kualitas *six sigma* dapat dipandang menjadi dua kategori, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum dari *six sigma* ini adalah untuk memperbaiki sistem manajemen suatu perusahaan atau instansi lain yang terkait dengan pelanggan. Sedangkan tujuan khusus dan *six sigma* ini adalah untuk memperbaiki proses produksi yang difokuskan pada usaha untuk mengurangi varian proses sekaligus mengurangi cacat. Potensi untuk timbulnya kecacatan memang akan selalu ada, karena tidak ada proses sekalipun sempurna, walaupun proses berlangsung dengan baik dan benar, sesuai dengan yang diharuskan. *Six* yang berarti enam dan *sigma* yang merupakan simbol dari standard deviasi atau dapat pula diartikan sebagai ukuran satuan statistik yang menggambarkan kemampuan suatu proses dan ukuran nilai sigma dinyatakan dalam DPU (*Defect Per Unit*). Dapat dikatakan bahwa proses dengan nilai *sigma* yang lebih tinggi (pada suatu proses) akan mempunyai *defect* yang lebih sedikit (baik jumlah *defect* maupun jenis *defect*). Nilai defet per unit ini bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$DPU = \frac{\text{defect}}{\text{unit}} \dots\dots\dots(1)$$

Jumlah cacat keseluruhan di bagi dengan jumlah produksi semuanya. Dan pada tabel di bawah yaitu tabel 4.3 ini dapat dilihat jumlah masing-masing *defect* yaitu ram bersih, ram kotor dan lubang pada bulan Agustus dan September 2016 serta hasil *defect* per unit dari bulan Agustus dan September serta rata-rata dari *defect* per unit bulan Agustus-September 2016.

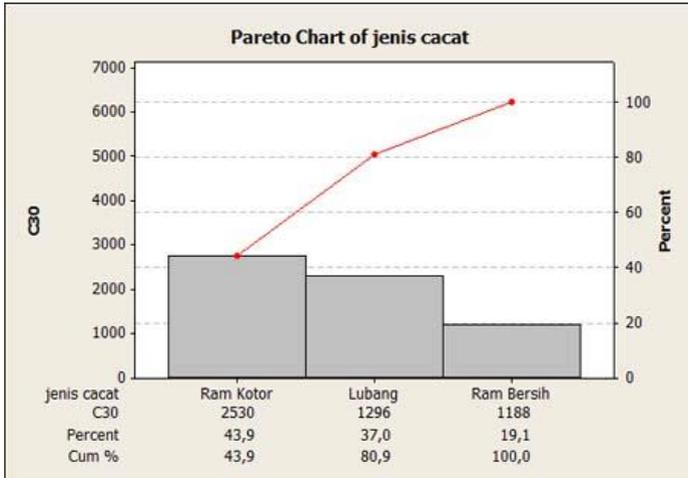
Tabel 4.3 Jumlah yang diperiksa dan jumlah cacat bulan Agustus
September 2016

Bulan	Jumlah yang diperiksa	Jumlah Cacat
Agustus	158.615	4.200
September	52.541	814
	Total : 211.156	Total : 5014

Pada bulan Agustus terdapat produksi sebanyak 158.615 buah *grid* akan tetapi pada proses produksi tersebut terdapat cacat sebanyak 4200 buah *grid*. Tingkat defect/unit sebelum dilakukan proses perbaikan adalah sebesar 4,197%. Untuk bulan September 2016 ini menghasilkan produksi sebanyak 52541 buah *grid* dengan jumlah cacat total sebanyak 814 buah *grid*.

IV.5 Analyze

IV.5.1 Pareto Chart



Gambar 4.4 Pareto Chart

Grafik pareto adalah diagram batang yang dipadukan dengan diagram garis untuk merepresentasikan suatu parameter yang di ukur sehingga dapat diketahui parameter mana yang lebih dominan. Diagram ini sendiri juga sering digunakan sebagai *tool* untuk mencari penyebab atau faktor yang paling dominan pada suatu masalah. Dalam proses produksi, sering kali kita menemukan banyak masalah yang berpengaruh terhadap *cost*, *loss*, *machine efficiency* dan lain sebagainya. Untuk mengatasi masalah tersebut kita tidak harus memukul rata dan menyelesaikan semua masalah tersebut secara bersamaan. Melainkan kita harus menyelesaikan dari faktor dominannya terlebih dahulu. Dengan pareto chart, kita bisa melihat manakah faktor dominan tersebut. Menurut Pareto, untuk menentukan faktor dominan kita dapat menggunakan prinsip 80-20. Artinya, 80% dari akumulasi prosentase faktor adalah merupakan faktor dominan yang harus diprioritaskan

Gambar 4.2 menunjukkan diagram pareto cacat pada proses pasting. Cacat pada proses pasting ada tiga yaitu ram bersh, ram kotor dan lubang. Dapat dilihat bahwa yang menyumbang cacat terbanyak ada pada ram kotor dan lubang. Berdasarkan penjelasan diatas bahwa 80% dari akumulasi prosentase faktor adalah faktor yang dominan maka disini akan di bahas mengenai ram kotor dan lubang saja karena total kumulatif 80% berada sampai cacat lubang.

IV.5.2 FMEA

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), adalah suatu prosedur terstruktur yang mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Melalui menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut. Namun, penggunaan FMEA akan lebih efektif apabila diterapkan pada produk atau proses baru sehingga dapat mempengaruhi keandalan dari produk atau proses tersebut.

1. *Severity* (Pengaruh buruk), merupakan suatu estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut.

2. *Occurence* (Kemungkinan)

Occurence menunjukkan nilai keseringan suatu masalah yang terjadi karena *potential Cause*.

3. *Detection rate* (Metode pencegahan)

Detection rate merupakan alat *control* yang digunakan untuk mendeteksi *potential cause*. Identifikasi metode – metode yang diterapkan untuk mencegah atau mendeteksi penyebab mode kegagalan

4. *Risk Potential Number* (RPN)

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential cause*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan. Segera lakukan

terhadap *potential cause*, alat *control* dan efek yang diakibatkan. Nilai RPN didapat dari perkalian antara nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection rate*.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil analisa menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dari defect yang ada pada proses pasting. Pada proses pasting ini komponen yang dianalisa adalah grid pasting yang terkena pasta dan yang belum terkena pasta. Sub waste adalah jenis cacat yang timbul pada proses pasting ada ram bersih, ram kotor dan lubang. Pada tahap ini ram bersih juga di bahas tetapi tidak terlalu mendalam. Yang lebih mendalam yaitu ram kotor dan lubang (sesuai pareto chart sebelumnya).

Tabel 4.4 *Failure Mode Effect Analysis*

<i>Sub waste</i>	<i>Potential effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurance</i>	<i>Current control</i>	<i>Detection</i>
Ram bersih	Banyak grid belum terkena pasta terbuang	7	Good grid saling lengket (sebelum loading)	3	Visual	4
Ram kotor	Grid lengket saat keluar dari oven	8	Temperatur dryer terlalu rendah	3	Lab analysis	3
			Desain packing vertikal	5	Visual	4

		8	Gap antara bagian satu dan lainnya tidak sama	4	Visual	3
Lubang	Arus listrik terhambat	8	Kain roller kotor	3	Visual	4
			Keluarnya pasta tidak bersamaan	3	Visual	4
			Jumlah pasta yang keluar tidak sama	5	Visual	3
Variasi tebal	Grid retak/rusak	8	Tidak adanya alat ukur untuk mengukur ketinggian hopper	4	Visual	3
			Tidak adanya alat pengunci hopper	4	Visual	3

IV.5.3 5 Why's Analysis

Analysis 5 Why (analisa lima-kenapa) adalah suatu metode yang digunakan dalam root cause analysis dalam rangka untuk menggali penyebab masalah atau penyebab dari defect yang lebih mendalam secara sistematis untuk menemukan cara penanggulangan yang lebih dalam pula. Pemecahan masalah yang sebenarnya membutuhkan identifikasi akar penyebab. Akar penyebab terletak tersembunyi dibalik sumber masalah. Terkadang untuk sampai pada akar masalah bisa pada pertanyaan kelima atau bahkan bisa lebih atau juga kurang tergantung dari tipe masalahnya.

Pada penelitian ini dilakukan analisa 5 *why* untuk mengetahui penyebab timbulnya ram bersih, ram kotor, dan lubang. Sama seperti penjelasan FMEA bahwa ram bersih disini juga akan dibahas tetapi tidak terlalu mendalam. Untuk ram kotor dan lubang akan di bahas secara mendalam lagi pada bab selanjutnya mengenai perbaikan dan implementasinya. Variasi ketebalan juga akan dibahas mengenai analisa 5 *why* nya karena variasi ketebalan ini juga mempengaruhi kualitas produksi nantinya dan akan berpengaruh pada proses selanjutnya.

Tabel 4.5 Analisa 5 why's ram bersih

Ram Bersih		
Problem	Why's	Cause
Grid masuk secara bersamaan	W1	Penghisap plat mengambil 2 plat saat proses loading
	W2	Good grid saling lengket (sebelum loading)

	W3	Terdapat plat yang berlubang pada salah satu grid saat proses loading
	W4	Grid lubang lolos dari casting saat proses inspeksi
	W5	Operator inspeksi kurang aware terhadap kualitas produksi dari proses casting

Ram bersih memiliki masalah *grid* yang masuk secara bersamaan lalu dianalisa dengan 5 why dan didapatkan akar permasalahan dari masalah tersebut yaitu operator inspeksi yang kurang *aware* terhadap kualitas *grid* produksi dari *casting*. *Defect* ram bersih ini berada pada bagian awal proses *loading*.

Tabel 4.6 Analisa 5 why's ram kotor

Ram Kotor			
Problem	Why's	Cause 1	Cause 2
Grid berpasta lengket satu dan yang lain di paking konveyor	W1	Kadar air yang masih tinggi	Penataan grid berpasta pada packing paste saling bertumpukan
	W2	Air yang menguap sedikit	Desain packing vertikal
	W3	Temperatur dryer terlalu rendah	-

	W4	-	-
	W5	-	-
Problem	Why's	Cause 1	
Grid rusak saat di proses rolling	W1	Gap antara hopper dan konveyor terlalu kecil	
	W2	Pengaturan ketinggian hopper menggunakan perkiraan	
	W3	Tidak adanya alat ukur kerataan	
	W4	-	
	W5	-	

Selanjutnya adalah pembahasan ram kotor dengan masalah *grid* lengket satu dengan yang lainnya disini terdapat dua akar permasalahan yang pertama disebabkan dari rendahnya temperatur pada *dryer* sehingga plat yang keluar dari *dryer* masih basah dan menjadi lengket. Yang kedua adalah penataan *grid* berpasta saat *packing* membuat *grid* bertumpuk sehingga akar permasalahannya didapat desain mesin paking vertikal.

Tabel 4.7 Analisa 5 why's lubang

Lubang

Problem	Why's	Cause
Kain roller pasting kotor	W1	Tidak ada pengecekan kain roller secara berkala
	W2	Kain roller tidak diganti
	W3	-
	W4	-
	W5	-
Problem	Why's	Cause 1
Jumlah pasta yang keluar tidak sama	W1	Volume pasta pada hopper tidak menentu
	W2	Keluarnya pasta tidak rata tiap bagian
	W3	Gap antara bagian satu dan yang lain tidak sama
	W4	Terdapat bagian yang gapnya kekecilan
	W5	Tersumbat pasta yang sudah kering

Defect lubang ini terdapat tiga masalah yaitu kain *roller pasting* yang kotor dan akar permasalahannya adalah tidak adanya pengecekan kain roller secara berkala, lalu masalah yang kedua adalah keluarnya pasta tidak secara bersama dan akar permasalahannya adalah tidak adanya alat ukur kerataan, dan yang ketiga adalah masalah jumlah pasta yang keluar tidak sama

dan akar permasalahannya adalah lubang untuk mengeluarkan pasta tersumbat oleh pasta yang sudah kering. Cacat lubang ini berada pada bagian *hopper* dan pada bagian *roller* setelah plat di *press pasta*.

Tabel 4.8 Analisa 5 why's variasi tebal grid berpasta

Variasi Tebal		
Problem	Why's	Cause
Ketinggian hopper dengan konveor tidak sama	W1	Pengaturan ketinggian hopper manual
	W2	Tidak adanya alat untuk mengukur ketinggian hopper
	W3	-
	W4	-
	W5	-
Problem	Why's	Cause 1
Terjadi vibrasi di area belt pasting	W1	Hopper mengalami getaran saat pasting
	W2	Tidak adanya alat pengunci hopper
	W3	-
	W4	-
	W5	-

Variasi ketebalan memiliki dua permasalahan yang pertama adalah ketinggian hopper dengan konveyor tidak sama akar permasalahannya adalah tidak adanya alat ukur ketinggian pada hopper serta yang kedua adalah terjadi vibrasi di area *belt pasting* dan akar permasalahannya adalah tidak adanya alat pengunci pada *hopper*. Pada tabel 4.5 sampai 4.8 yang diberi warna hijau adalah *root cause* dari setiap cacat

IV.6 Improve

IV.6.1 Perumusan Usulan Perbaikan

Pada tahap ini akan dilakukan upaya-upaya perbaikan berdasarkan hasil analisa yang sudah dilakukan sebelumnya. Dengan hasil yang didapat pada analisa diatas maka dapat dilakukan langkah *improvement* guna memperbaiki proses *pasting* sehingga dapat mengurangi *defect* produksi perusahaan akibat proses ini. Pada proses *pasting* ini yang terdapat *waste* yang berupa *defect*. Pemborosan berupa *defects* atau produk yang dihasilkan baik tidak memenuhi spesifikasi ataupun memerlukan pengerjaan ulang merupakan hal yang perlu ditanggulangi pada proses *pasting* ini. Pada kondisi di lapangan proses *pasting* selalu menimbulkan *defect* yang banyak.

Berdasarkan analisa-analisa yang telah dilakukan sebelumnya maka ditentukan langkah-langkah perbaikan yang akan dilakukan. Upaya-upaya perbaikan tersebut untuk meminimasi masalah yang terjadi agar masalah tersebut berkurang pada proses *pasting* ini.

Tabel 4.6 Gambaran Solusi

Jenis cacat	No	Root Cause	Usulan Perbaikan

Ram bersih	1	Operator inspeksi kurang aware terhadap kualitas produksi dari proses casting	Meningkatkan awareness operator inspeksi dan koordinasi dengan bagian casting
Ram kotor	2	Temperatur dryer terlalu rendah	Pembuatan SOP baru
	3	Desain mesin packing dari vertikal	Penggantian mesin packing menjadi horizontal
	4	Tidak adanya alat ukur kerataan	Pemasangan dial indicator
Lubang	5	Kain roller tidak diganti	Penggantian kain roller secara berkala
	7	Tersumbat pasta yang sudah kering	Pembersihan secara berkala
Variasi ketebalan	8	Tidak adanya alat untuk mengukur ketinggian hopper	Pemasangan dial indicator
	9	Tidak adanya alat pengunci hopper	Pemasangan pengunci hopper

Pada sub bab sebelumnya di jelaskan mengenai analisa masalah dari tiap *defect* dan variasi ketebalan sehingga didapatkan akar permasalahannya satu per satu. Dari akar permasalahan tersebut bisa didapatkan usulan perbaikan yang cocok dan tepat untuk tiap permasalahan. Usulan perbaikan untuk ram bersih adalah meningkatkan *awareness* operator inspeksi dan koordinasi

dengan bagian *casting* karena akar permasalahan rem bersih adalah operator inspeksi kurang *aware* terhadap kualitas produksi dari proses *casting*. Ram kotor memiliki beberapa akar permasalahan yang pertama adalah temperatur *dryer* terlalu rendah sehingga dilakukan perbaikan mengenai pembuatan SOP baru untuk temperature *dryer*. Lalu yang kedua akar permasalahannya adalah penggantian mesin *packing* menjadi horizontal dan akar permasalahan yang terakhir adalah tidak adanya alat ukur kerataan dan diusulkan perbaikan pemasangan alat ukur kerataan yaitu *dial indicator*. Yang terakhir adalah bagian dalam *hopper* ada yang tersumbat pasta yang sudah kering sehingga dilakukan perbaikan berupa pembersihan secara berkala. Disini juga akan dibahas mengenai akar permasalahan yang ada pada variasi ketebalan yaitu yang pertama tidak adanya alat ukur untuk mengukur ketinggian *hopper* dilakukan perbaikan berupa pemasangan *dial indicator* dan yang kedua adalah tidak adanya alat pengunci *hopper* yang mengakibatkan *hopper* bergetar sehingga dirumuskan perbaikan pemasangan pengunci *hopper*.

IV.6.2 FMEA Improve

Pada bagian ini terdapat FMEA Improve dan bedanya dengan FMEA pada sub bab analyze adalah pada bagian ini terdapat kolom recommended action yang akan di lakukan dan RPN (Risk Priority Number). Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai recommended action apa dan total nilai RPN dari recommended action ini. Risk Priority Number (RPN) adalah ukuran yang digunakan ketika menilai risiko untuk membantu mengidentifikasi "*critical failure modes*" terkait dengan desain atau proses. Nilai RPN berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (absolut terburuk). RPN FMEA adalah umum digunakan dalam industri dan agak mirip dengan nomor kekritisian yang digunakan. Di bawah ini menunjukkan faktor-faktor yang membentuk RPN dan bagaimana hal itu dihitung untuk setiap "*failure modes*"

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

S = *severity* (pengaruh buruk *range* 1-10)

O = *occasion* (seberapa sering terjadi *range* 1-10)

D = *detection* (metode pencegahan *range* 1-10)

Tabel 4.7 Tabel FMEA *Improve*

<i>Sub waste</i>	<i>Potential effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurance</i>	<i>Current control</i>	<i>Detection</i>	<i>Recommended Action</i>	<i>RPN</i>
Ram bersih	Banyak grid belum terkena pasta terbuang	7	Good grid saling lengket (sebelum loading)	3	Visual	4	Meningkatkan awareness operator inspeksi dan koordinasi dengan bagian casting	64
Ram kotor	Grid lengket saat	8	Temperatur dryer terlalu rendah	5	Visual	4	Pembuatan SOP baru	160

	keluar dari oven		Desain packing vertikal	3	Visual	3	Penggantian mesin packing menjadi horisontal	72
		8	Gap antara bagian satu dan lainnya tidak sama	4	Visual	3	Pemasangan dial indikator	96
Lubang	Arus listrik terhambat	8	Kain roller kotor	5	Visual	3	Penggantian kain roller secara berkala	120
			Keluarnya pasta tidak bersamaan	3	Visual	4	Pemasangan dial indikator	96
			Jumlah pasta yang keluar tidak sama	3	Visual	4	Pemberihan secara berkala	96
Variasi tebal	Perbedaan ketebalan grid	8	Tidak adanya alat ukur untuk	5	Visual	3	Pemasangan dial	120

	tiap sisinya		mengukur ketinggian hopper				indikator	
			Tidak adanya alat pengunci hopper	4	Visual	3	Pemasangan pengunci hopper	96

Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential cause*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Maka harus segera dilakukan perbaikan terhadap nilai RPN yang tinggi tersebut. Di tabel 4.7 pada kolom RPN terdapat nilai RPN yang tinggi (diberi warna merah) sebesar 160 pada masalah desain paking vertikal untuk *sub waste* ram kotor, sebesar 120 untuk *sub waste* lubang dengan akar permasalahan ram kotor dan yang terakhir adalah *sub waste* variasi tebal dengan akar permasalahan tidak adanya alat ukur ketinggian hopper dengan RPN sebesar 120. Ketiga akar permasalahan itu akan di bahas nantinya pada bab selanjutnya karena sesuai dengan pembahasan diagram pareto bahwa yang menyumbang defect terbesar adalah ram kotor dan lubang sampai 80,9% sedangkan untuk variasi ketebalan tidak termasuk defect tetapi juga membuat efisiensi produksi rendah.

BAB V

USULAN PERBAIKAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dilakukan analisis dari data-data serta masalah yang telah terkumpul dan sudah dilakukan pengolahan pada bab sebelumnya. Dari pembahasan bab sebelumnya telah diketahui akar permasalahan yang paling tinggi pengaruhnya sesuai RPN (*risk priority number*) pada FMEA sehingga akan dilakukan perbaikan apa saja untuk mengurangi munculnya cacat pada proses pasting. Metodologi yang dipakai sebelumnya adalah metode DMAIC (*Define – Measurement – Analyze –Improve–Control*). Setelah dilakukan analisa terhadap masalah dan pemborosan yang terjadi langkah selanjutnya adalah menentukan *improve* sebagai solusi dari setiap masalah dan mengaplikasikan usulan perbaikan yang direncanakan.

V.1 Root Cause dan Usulan Perbaikan Ram Kotor

Ram kotor adalah *grid* yang telah terkena pasta tetapi rusak karena lengket dengan *grid* berpasta lainnya. Pada ram kotor terdapat masalah mengenai *grid* lengket yang disebabkan permukaan *grid* berpasta masih basah. Proses drying pada pembuatan aki ada dua yaitu fast drying oleh mesin dryer yang berarti permukaan plat kering tetapi kadar airnya masih tetap tinggi sedangkan curing yaitu proses pengeringan plat secara keseluruhan. Maka dari itu dilakukan perbaikan meningkatkan temperatur dan kecepatan konveyor pada dryer agar permukaan kering tetapi kadar air tetap sesuai dengan keinginan perusahaan. Perusahaan sendiri juga menginginkan kadar air pada pasta sebesar 11%.

Tabel 5.1 Tabel *root cause* dan *action plan* untuk ram kotor

	NO	Root Cause	Action Plan
Ram Kotor	1	Temperatur dryer rendah	Pembuatan SOP temperatur dryer baru
	2	Desain mesin packing vertikal	Penggantian mesin packing menjadi horizontal

Temperatur dryer yang diatur saat mesin berjalan sudah sesuai dengan SOP yaitu sebesar 160°F tetapi setelah beberapa menit mesin berjalan temperatur turun menjadi 132°F dan naik turun dengan range 132°F – 136°F. Hal ini akhirnya menyebabkan timbulnya cacat ram kotor dengan akar permasalahan temperatur dryer terlalu rendah dan akhirnya grid yang dihasilkan menjadi lengket. Lalu dilakukan perbaikan dengan membuat SOP temperatur yang baru dengan temperatur sebesar 180°F dan kecepatan konveyornya di percepat agar grid berpasta tidak terlalu kering sesuai keinginan perusahaan yaitu sebesar 11% dan setelah dijalankan temperatur pada mesin memang turun tetapi tidak sebanyak sebelumnya yaitu sebesar 173°F - 175°F. Setelah dibuat SOP baru ram kotor yang dihasilkan lebih berkurang dari sebelumnya. Dari pihak perusahaan juga memiliki kebutuhan untuk membuat grid terlapsi pasta ini sebanyak 11% sedangkan saat masih menjalankan SOP lama kadar air yang ada adalah 12,58% dan itu masuk kategori lengket. Saat menggunakan SOP baru kadar air telah mencapai 11,10% sampai dengan 11,24% dan tidak lengket. Dengan di naikkan temperature yang baru maka kecepatan konveyor pun juga ikut dipercepat agar kadar air sesuai

dengan keinginan perusahaan yaitu sebesar 11% dengan kondisi permukaan sudah kering tetapi bagian dalam masih lembab.

Pada tabel 5.1 terlihat bahwa *root cause* desain mesin paking vertikal dengan *action plan* penggantian mesin paking menjadi horizontal. Mesin paking adalah belt konveyor yang berfungsi untuk mengumpulkan *grid* berpasta setelah keluar dari mesin *dryer* sebelum diletakkan di rak untuk menuju proses selanjutnya. Pada desain sebelumnya *grid* berpasta yang keluar dari mesin *dryer* berjalan menuju *belt* konveyor paking dengan posisi vertikal. Hal ini menyebabkan *grid* berpasta lengket satu dengan yang lainnya dan menjadi cacat ram kotor karena *grid* berpasta yang keluar dari *dryer* ini terkumpul secara bertumpukan. Setiap 25 *grid* yang jatuh dan bertumpuk ini akan diletakkan dirak untuk diproses selanjutnya. Agar *grid* berpasta ini tidak saling lengket maka diperlukan mesin konveyor dengan desain yang baru yaitu desain supaya *grid* berpasta ini terkumpul secara horizontal dan terkumpulnya tidak saling tumpuk. Desain yang baru adalah dengan rantai konveyor sebagai pengganti *belt* konveyor sehingga *grid* berpasta yang keluar dari *dryer* tersalurkan secara horizontal. Gambar 5.1 adalah gambar konveyor paking yang vertikal.



Gambar 5.1 Gambar konveyor paking vertikal

V.2 Root Cause dan Usulan Perbaikan Lubang

Cacat lubang adalah cacat grid yang telah terlapiasi oleh pasta dan terdapat lubang disana. Hal ini menyebabkan arus listrik jadi terhambat karena pasta sebagai penyalur listrik pada proses selanjutnya di *formation* (pengechargean). Cacat lubang ini biasa terjadi pada bagian roller dan pada bagian setelah diberi pasta (hopper). Pada cacat lubang ini terdapat akar permasalahan yang sudah dianalisa pada bab selanjutnya yang pertama ada akar permasalahan mengenai kain *roller* tidak diganti diberikan perbaikan penggantian kain *roller* secara berkala.

Tabel 5.2 Tabel *root cause* dan *action plan* untuk cacat lubang

	NO	Root Cause	Action Plan
Lubang	1	Kain roller tidak diganti	Penggantian kain roller secara berkala

Grid berpasta yang telah terlapisi oleh grid akan jalan menuju mesin dryer dengan konveyor, sebelum masuk mesin oven grid ini di roll untuk membuang sisa pasta yang ada. Pada roller ini lah banyak terjadi lubang dan lubang ini dikarenakan kain roller yang kootor. Roller ini dilapisi kain yang biasanya benangnya sudah tidak rapi lagi dan ini mengakibatkan lubang dan selain itu sisa pasta kering yang tersangkut di kain roller yang rusak itu juga menyebabkan cacat lubang. Akar permasalahan pertama akan dibahas mengenai perbaikannya. Yaitu kain roller yang tidak diganti hal ini dikarenakan dari pihak perusahaan tidak melakukan pengecekan secara berkala mengenai kain roller ini dan tidak memiliki catatan mengenai kapan penggantian kain roller diganti. Maka di berikan perbaikan dengan penggantian kain roller secara berkala dan dicatat kapan penggantian itu dilakukan.

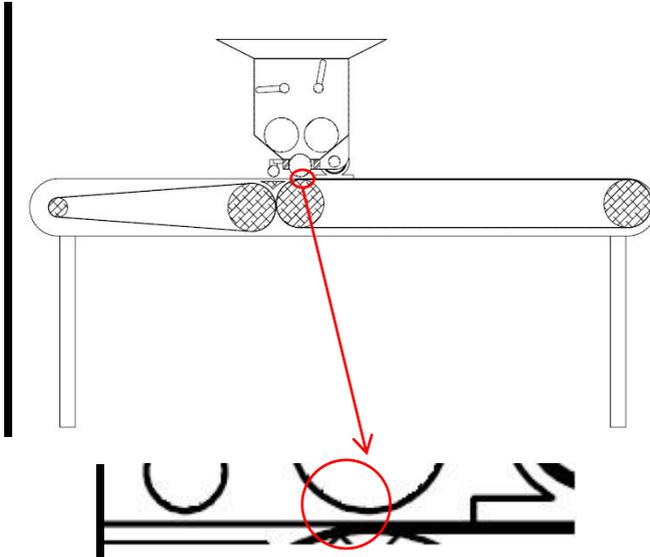
V.3 Root Cause dan Usulan Perbaikan Variasi Ketebalan

Variasi ketebalan grid yang telah terlapisi pasta terjadi pada bagian *hopper*. Hal ini berpengaruh pada proses selanjutnya dan berpengaruh saat proses pasting. Saat di roll grid ini jadi retak jika terlalu tebal dan pada proses selanjutnya jadi tidak bisa diproses misalkan pada assembly tidak bisa masuk kedalam kotak akinya. Masalah yang ada adalah ketinggian roller dan konveyor yang terlalu kecil sehingga grid yang masuk ke bawah hopper dan ke roller tadi jadi retak sehingga dilakukan perbaikan berupa

pemasangan dial indicator. Dan masalah yang kedua adalah terjadi getaran di sekitar area pasting sehingga hopper juga ikut bergerak dan hal ini membutuhkan pemasangan pengunci hopper.

Tabel 5.3 Tabel *root cause* dan *action plan* untuk variasi ketebalan

	NO	Root Cause	Action Plan
Variasi ketebalan	1	Tidak adanya alat untuk mengukur ketinggian hopper	Pemasangan dial indicator
	2	Tidak adanya alat pengunci hopper	Pemasangan pengunci hopper



Gambar 5.3 Gambar *hopper* tampak samping

Gambar 5.3 menunjukkan gap antara roller dan konveyor. Jika gap antara roller dan konveyor terlalu kecil bisa menyebabkan ketebalan grid tiap sisi tidak sama. Maka diperlukan persamaan gap bagian kanan dan kiri sehingga ketebalan grid di tiap sisi bisa sama. Selanjutnya adalah ram kotor yang rusak karena retak. Operator disana mengatur ketinggian hopper menggunakan manual dan hanya dikira kira saja sehingga tidak bisa tahu berapa ketinggian yang pas di sisi kanan kiri agar tebal grid sama. Maka dilakukan perbaikan dengan memasang dial indicator di bagian kanan dan kiri sehingga operator bisa melihat berapa ketinggian yang pas apakah sudah sama apa belum.

Yang kedua adalah getaran disekitar mesin pasting yang menyebabkan hopper juga bergetar menyebabkan keluarnya pasta di bagian kanan dan kiri tidak sama sehingga diperlukan pengunci hopper agar hopper tidak bergetar dan diam. Jika hopper diam maka ketebalan sisi kanan kiri kecil kemungkinannya untuk beda.

V.4 Hasil Sebelum dan Setelah Produksi

Tabel 5.4 Tabel perhitungan sebelum perbaikan (Agustus – September)

Bulan	Jumlah yang diperiksa	Jumlah Cacat
Agustus	158.615	4.200
September	52.541	814
	Total : 211.156	Total : 5014

Tabel 5.4 adalah tabel yang menunjukkan data sebelum dilakukan perbaikan pada bulan Agustus – September. Pada bulan Agustus jumlah produksi grid yang terlapisi pasta sebanyak 158.615 buah grid yang terlapisi pasta dari hasil produksi itu didapatkan jumlah cacat sebanyak 4200 buah. Pada bulan

September jumlah produksi grid yang terlapisi pasta sebanyak 52.541 buah grid yang terlapisi pasta dari hasil produksi itu didapatkan jumlah cacat sebanyak 814 buah. Total produksi pada bulan Agustus September 2016 adalah sebesar 211.156 dan total cacatnya 5.014 buah. Dari hasil tersebut didapat tingkat defect/unit sebelum dilakukan proses perbaikan adalah sebesar 4,197%

Tabel 5.5 adalah tabel yang menunjukkan data setelah dilakukan perbaikan pada bulan November Desember. Pada bulan November jumlah produksi grid yang terlapisi pasta sebanyak 53.142 buah grid yang terlapisi pasta dari hasil produksi itu didapatkan jumlah cacat sebanyak 584 buah. Pada bulan Desember jumlah produksi grid yang terlapisi pasta sebanyak 159.327 buah grid yang terlapisi pasta dari hasil produksi itu didapatkan jumlah cacat sebanyak 3.403 buah. Total produksi pada bulan Agustus September 2016 adalah sebesar : 212.469 dan total cacatnya 3.987 buah. Setelah proses perbaikan di implementasikan maka didapatkan penurunan tingkat defect/unit menjadi 0,948%.

Tabel 5.5 Tabel perhitungan setelah perbaikan (November – Desember)

Bulan	Jumlah yang diperiksa	Jumlah Cacat
November	53.142	584
Desember	159.327	3.403
	Total : 212.469	Total : 3.987

Dari kedua tabel 5.4 dan 5.5 dapat dilihat bahwa nilai defect/unit dari sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan turun dari 4,197% menjadi 0,948%. Jumlah cacat setelah dilakukan proses perbaikan sesuai analisa sebelumnya dapat berkurang sehingga nilai defect/unitnya juga ikut berkurang. Dan hal ini

menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan berjalan baik dan sesuai dengan root cause yang dianalisa dan ditemukan sebelumnya.

Pada gambar 5.4 dan 5.5 dapat di lihat terdapat hasil dari sebelum dan sesudah perbaikan di implementasikan. Untuk ram kotor terdapat tiga perbaikan yang pertama adalah pembuatan SOP baru karena akar permasalahannya temperature dryer terlalu rendah sehingga kadar air pada plat berpasta masih tinggi dan menyebabkan plat lengket satu dan yang lainnya. Di sisi lain pihak perusahaan menginginkan kadar air 11% dan itu termasuk dalam kategori tinggi maka dibuatlah pembuatan SOP yang baru agar temperature pada dryer sesuai dengan kadar air yang diinginkan perusahaan.

Yang kedua adalah gambar 5.6 yaitu pergantian paking konveyor dari posisi plat jatuh vertical menjadi horizontal. Plat yang jatuh dengan posisi vertical (tidur) menyebabkan lengket satu sama lain maka dilakukan perbaikan berupa pergantian konveyor horizontal dimana plat yang berjalan nantinya akan terkumpul secara horizontal (berdiri).

 PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI	
FORMULA PASTA POSITIF	
Lead Oxid	: 50 kg
Durafloc	: 50 gr
Carbon VXC 72	: 105 gr
Air	: 6,6 kg
Asam Sulfat 1,410	: 5,3 kg
Temp Puncak (65 °C)	: 68 °c
Temp akhir (< 50 °C)	: 54 46 42 °c
AD Pasta (4,05 - 4,35 gr/cc)	: 3,78 3,84 3,86 gr/cc
Penetrasi (28 - 32)	: 40
H2O Content Pasta	: 14,37 14,35 %
Pb. Pasta	: %
Total time	: 30 mnt
Type Grid	: CDV 1,5 cal (98)
Berat Grid	: 120 gr
Berat Plat	: 351 gr
Temp. Osi	: 160°F 132-136°F
Speed Osi	: 58
Pb. Content	: %
H2O Content	: 12,58 %
Fisik Plat	: LENGKET

Gambar 5.4 SOP lama sebelum perbaikan ram kotor

 PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI				
FORMULA PASTA POSITIF				
Lead Oxid	:	50	kg	
Durafloc	:	50	gr	
Carbon VXC 72	:	105	gr	
Air	:	6.6	kg	
Asam Sulfat 1,410	:	5.3	kg	
Temp Puncak (65 °C)	:	68	°c	
Temp akhir (< 50 °C)	:	54		46 42 °c
AD Pasta (4,05 - 4,35 gr/cc)	:	3.78		3.84 3.86 gr/cc
Penetrasi (28 - 32)	:			40
H2O Content Pasta	:	14.37		14.35 %
Pb. Pasta	:			%
Total time	:		30 mnt	
Type Grid	:	CDV +1,5 cal		
Berat Grid	:	120	gr	
Berat Plat	:	351	gr	
Temp. Osi	:	180 °F		
Speed Osi	:	65		
Pb. Content	:			%
H2O Content	:	11.24		%
Fisik Plat	:	TIDAK LENGKET		

Gambar 5.5 SOP baru setelah perbaikan ram kotor



Gambar 5.6 konveyor paking vertikal dan horizontal

Pada cacat lubang ini memiliki akar permasalahan yaitu kain roller yang kotor dan ada bagian didalam hopper yang tersumbat. Kain roller yang kotor ini diganti agar plat yang lewat tidak tersangkut oleh kain roller yang kotor karena sisa pasta mengering di kain roller. Untuk bagian dalam hopper terdapat sisa pasta yang mengering sehingga pasta yang keluar tidak rata dan pada bagian tersumbat pasta tidak bisa keluar dan jadi lubang. Gambar sebelum dan sesudah perbaikan pada gambar 5.7



Gambar 5.7 Penggantian kain roller sebelum dan sesudah perbaikan

Gambar 5.8 adalah gambar sebelum dan sesudah perbaikan pada variasi ketebalan. Variasi ketebalan ini penyebabnya adalah

hopper bergetar dan tidak adanya alat ukur kerataan antara hopper dan konveyor seperti pada ram kotor. Pada gambar 5.9 dijelaskan sebelum dan sesudah hopper bergetar. Hopper yang bergetar mengakibatkan ketebalan pada tiap sisi plat tidak sama sehingga dilakukan perbaikan dengan memasang pengunci hopper seperti digambar.



Gambar 5.8 Pemasangan *dial indicator* sebelum dan sesudah perbaikan



Gambar 5.8 Pemasangan kunci *hopper* sebelum dan sesudah perbaikan

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian reduksi cacat dan variasi ketebalan sesuai metode DMAIC (*define measure analyze improve control*) yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penyebab munculnya *defect* ram kotor adalah temperatur *dryer* terlalu rendah dengan perbaikan pembuatan SOP yang baru dengan meningkatkan temperature *dryer* dan kecepatan konveyor.
2. Penyebab munculnya *defect* lubang adalah kain roller yang kotor dan dilakukan perbaikan berupa penggantian kain roller secara berkala.
3. Penyebab munculnya variasi ketebalan tiap sisi grid adalah tidak adanya alat ukur untuk mengukur ketinggian hopper dan dilakukan perbaikan berupa pemasangan dial indicator sehingga permukaan hopper dan konveyor bagian kiri dan kanan sama dengan melihat angka pada dial indicator.
4. Penurunan nilai *defect/unit* dari sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan turun dari 4,197% menjadi 0,948%.

VI.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada pihak PT. Indobatt Industri Permai adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan hendaknya membuat database untuk semua kegiatan dan data agar aktivitas, hasil produksi dan cacat yang terjadi terekap secara lengkap.

2. Perusahaan hendaknya membuat standard work untuk semua area agar operator memiliki arahan dan target yang jelas
3. Perusahaan hendaknya membuat aturan menggunakan APD (alat pelindung diri) untuk di area pabrik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liker, Jeffrey K. (2006). *The Toyota Way*. Erlangga
- [2] Hines, Peter., David, Taylor (2002). *Going Lean : The Lean Vision and The Lean Principle*. Cardiff : Cardiff Bussiness School
- [3] Bimo Kusumo, Vristanto (2016). *Peningkatan Kapasitas Produksi dan Produktivitas Tenaga Kerja dengan Meminimasi Waste menggunakan metode Lean Six Sigma*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] Montgomery, Douglas C. 1991. *Introduction to Statistical Quality Control*. Third Edition. Canada: John Willy & Sons, Inc.
- [5] Gasperz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [6] Vanzant Stern, Terra (2015) *Lean Six Sigma International Standards and Global Guidelines*. Taylor and Francis Group.

TENTANG PENULIS



Lintang Anggarini dilahirkan pada tanggal 18 November 1993 di Surabaya. Merupakan anak kedua dari pasangan Gathot Dwi Winarto dan Sri Sapto Handari. Penulis sejak kecil hidup dan besar di Kota Surabaya. Penulis memulai pendidikan dari bangku taman kanak-kanak di TK Putra Brilian. Setelah berhasil lulus dari bangku taman kanak-kanak, penulis melanjutkan pendidikan lanjut di SDN Pucang Jajar 1, kemudian di SMP Intan Permata Hati (IPH), dan lalu melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Surabaya. Setelah lulus dari bangku sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan mengambil Jurusan Teknik Mesin.

Penulis mengambil bidang studi rekayasa sistem industri dengan Tugas Akhir spesifik pada arah lean six sigma. Semasa di bangku perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai bidang kegiatan perkuliahan seperti organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan. Organisasi Kemahasiswaan yang pernah diikuti oleh penulis adalah Himpunan Mahasiswa Mesin sebagai staff departemen umum (2013-2014) lalu sekretaris departemen umum (2014-2015). Kepanitiaan kegiatan kemahasiswaan yang pernah diikuti penulis antara lain sebagai *Chief Acara* pada acara Mechanical City (2015) yang dilaksanakan pada parkir timur Delta Plaza, IC Gerigi 2014. Penulis dapat dihubungi melalui *email* berikut :

lintanganggarini@gmail.com