

ANALISIS KEGAGALAN PRODUK *INTEGRATED CIRCUIT* (IC) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT “X” BANDUNG

Yani Iriani

Jurusan Teknik Industri , Fakultas Teknik, Universitas Widyatama
Jl. Cikutra No. 204 A Bandung 40133
E-mail : yani.iriiani@widyatama.ac.id

Abstrak

PT “X” merupakan perusahaan perakitan (*assembly*) *integrated circuit* atau yang lebih dikenal dengan nama IC. Proses produksi yang dilakukan di PT. “X” terbagi menjadi dua area proses yang besar, yaitu *Front Of Line* (FOL) dan *End Of Line* (EOL). Hingga saat ini, pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan masih belum maksimal, karena persentase kegagalannya masih cukup tinggi, melebihi angka persentase maksimum kegagalan yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 2%. Dengan demikian, perlu dilakukan evaluasi terhadap proses produksi yang berlangsung.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor kegagalan produk *integrated circuit* di PT. “X” yang diawali dengan identifikasi permasalahan kegagalan produk pada proses perakitan *integrated circuit*, kemudian dianalisis dengan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA).

Metode ini akan menentukan dan mengalikan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi, sehingga diperoleh *Risk Priority Number* (RPN). Moda kegagalan dengan RPN terbesar merupakan prioritas dalam dilakukannya tindakan korektif. Kegagalan produk jenis *Incomple Mold* merupakan moda kegagalan dengan RPN terbesar yang terjadi pada PT “X”. Moda kegagalan ini terjadi pada proses *molding*. Berdasarkan hasil analisis kegagalan produk, diperoleh bahwa kegagalan produk IC yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu keausan suku cadang mesin, kurangnya kesadaran operator dalam menjalankan prosedur kerja sesuai dengan spesifikasi yang ada, kesalahan teknisi dalam set up mesin dan deteksi kegagalan yang telah dilakukan kurang optimal.

Kata kunci: *integrated circuit*, kegagalan produk, FMEA

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dipicu oleh perkembangan tuntutan kebutuhan konsumen yang semakin beragam dan kompleks. Demikian pula dengan produk *integrated circuit* (IC), dengan spesifikasi produk yang saat ini masih banyak tuntutan konsumen yang belum dapat terpenuhi, baik dari segi kesesuaian antara desain dengan produk maupun desain dengan tuntutan – tuntutan konsumen. Kualitas produk yang akan dibeli merupakan faktor yang utama bagi konsumen tentunya disamping harga yang kompetitif. Konsumen selalu memperhitungkan untung ruginya membeli barang yang dibutuhkan.

Untuk dapat mengambil tindakan korektif atas kegagalan yang terjadi, para pelaku bisnis harus memperhatikan faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan – kegagalan yang timbul. Faktor – faktor tersebut dapat dilihat dari berbagai sudut pandang, yakni material atau bahan baku, mesin, dan metode yang digunakan maupun tenaga kerja yang ada pada perusahaan itu sendiri. Setelah melihat faktor – faktor penyebab kegagalan, hal yang perlu dilakukan selanjutnya adalah menilai dan meranking masing – masing penyebab kegagalan menurut tingkat keparahan dan frekuensi kejadiannya. Dengan demikian perusahaan dapat mencapai tindakan korektif yang efektif dan efisien. *Tools* yang dapat membantu kegiatan tersebut adalah *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang dapat terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor pada masing – masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995)

PT “X” merupakan perusahaan perakitan (*assembly*) *integrated circuit* atau yang lebih dikenal dengan nama IC. Proses produksi yang dilakukan di PT. “X” terbagi menjadi dua area proses yang besar, yaitu *Front Of Line* (FOL) dan *End Of Line* (EOL). Pada area FOL meliputi beberapa stasiun kerja yang melibatkan proses perakitan IC bagian dalam. Sedangkan area EOL meliputi beberapa stasiun kerja yang melibatkan proses perakitan IC bagian luar atau *finishing*.

Pada area FOL terbagi menjadi beberapa tahapan proses yang terdiri dari beberapa stasiun kerja, yaitu ; *Incoming Quality Control (IQC)* , *Die Bank*, *Kitting*, *Sawing*, *Die Attach*, *Lead Bond*, dan *Die Coat*. Sedangkan pada area EOL proses yang terjadi meliputi: *Molding*, *post mold cure*, *dambar removal*, *media deflash*, *marking*, *marking cure*, *plating*, *trim and form*, *final outgoing inspection* dan *shipping*. Hingga saat ini, pengendalian kualitas yang dilakukan oleh perusahaan masih belum maksimal, karena persentase kegagalannya masih cukup tinggi (4,4%), melebihi angka persentase maksimum kegagalan yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 2%.

Pada penelitian ini pengamatan hanya dilakukan pada produk IC jenis PLCC karena merupakan produk yang paling banyak mengalami *defect* atau kegagalan produk berdasarkan hasil produksi dari bulan April-Juni 2012. Tabel 1 menunjukkan frekuensi cacat produk untuk berbagai jenis IC PT “X”.

Tabel 1. Jumlah Kegagalan Produk IC (*integrated circuit*) jenis PLCC

No.	Jenis IC	Jumlah Material yang diproduksi (Pcs)	Jumlah Cacat(Pcs)	Persentase (%)
1.	PDIP	9,420,204	39,110	0.4151715
2.	PLCC	1,094,344	7,103	0.6490646
3.	SOIC	7,925,834	34,135	0.4306802
4.	SOJ	2,026,562	9,452	0.4664057
5.	SOT223	20,962,732	60,587	0.2890224
6.	T220	151,303	636	0.4203486
7.	T252	1,287,983	5,991	0.4651459
8.	T263	2,341,272	9,868	0.4214803
9.	TO92	538,909	2,179	0.4043354

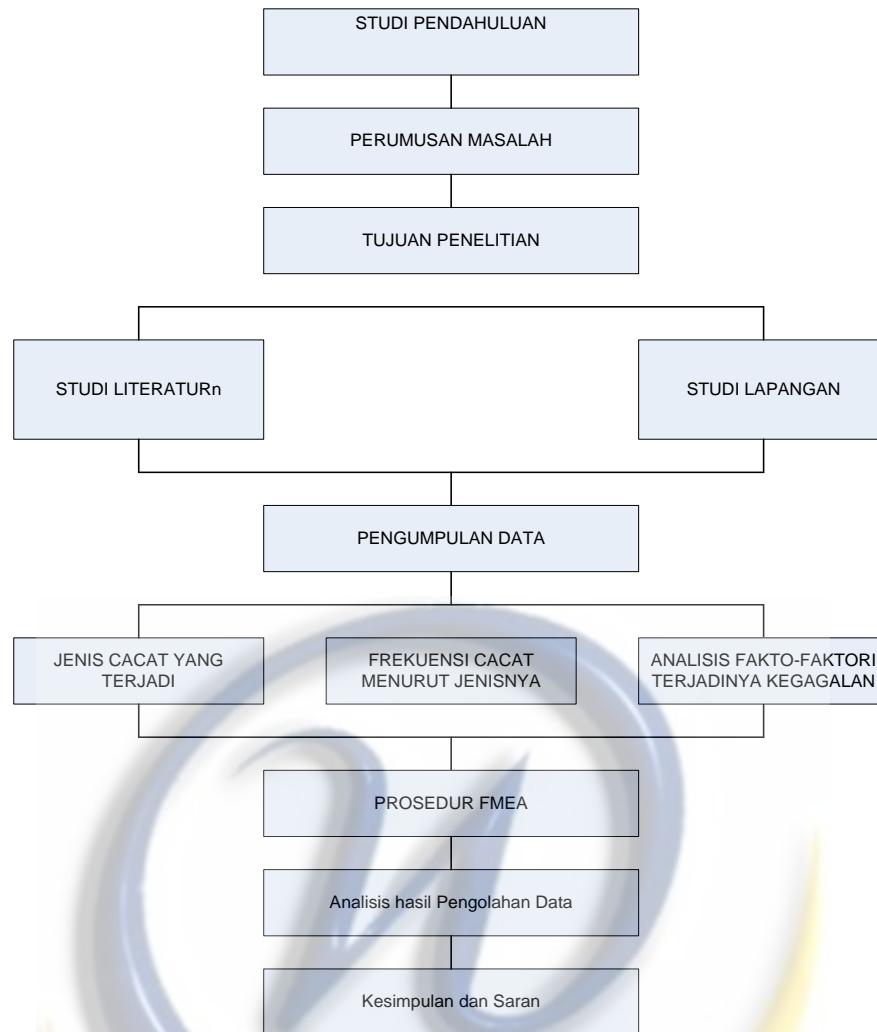
Berdasarkan uraian di atas, masalah pokok yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

- Mengidentifikasi faktor – faktor yang berpengaruh pada kualitas *integrated circuit* dengan metode FMEA.
- Untuk mengurangi jumlah produk cacat atau kegagalan produk pada proses perakitan *integrated circuit* (IC) jenis PLCC.
- Memberikan usulan perbaikan terhadap pengendalian mutu dengan metode FMEA

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor – faktor kritis yang sangat berpengaruh pada kualitas produk *Integrated Circuit* (IC) jenis PLCC yang dihasilkan selama proses produksi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan cacat produk atau kegagalan produk, sehingga faktor – faktor dalam proses produksi dapat dikendalikan dan pada akhirnya kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan oleh pelanggan.

Pelaksanaan penelitian ini mengacu pada prinsip - prinsip yang terdapat di dalam metode *Failure Metode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA adalah merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang dapat menyebabkan kegagalan produk. FMEA bersifat proaktif, yaitu digunakan untuk mengantisipasi terjadinya permasalahan atau timbulnya cacat produk atau kegagalan pada suatu proses dan kemungkinan pengaruhnya terhadap pelanggan. Skema dari metodologi penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

3. Hasil dan Perancangan

3.1 Proses Produksi

PT. “X” merupakan perusahaan perakitan (*assembly*) *integrated circuit* atau yang lebih dikenal dengan nama IC. Proses produksi yang dilakukan perusahaan terbagi menjadi dua area proses yang besar, yaitu *Front Of Line* (FOL) dan *End Of Line* (EOL).

Pada area FOL meliputi beberapa stasiun kerja yang melibatkan proses perakitan IC bagian dalam. Sedangkan area EOL meliputi beberapa stasiun kerja yang melibatkan proses perakitan IC bagian luar atau *finishing*. Dua area tersebut meliputi stasiun kerja yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. *Front Of Line* (FOL)

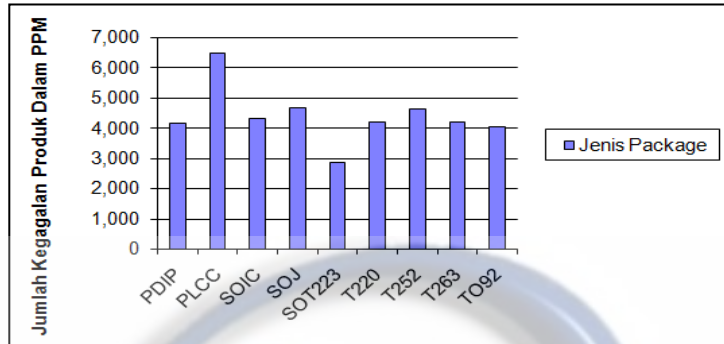
Pada area ini terbagi menjadi beberapa tahapan proses yang terdiri dari beberapa stasiun kerja, yaitu ; *Incoming Quality Control* (IQC), *Die Bank*, *Kitting*, *Sawing*, *Die Attach*, *Lead Bond*, dan *Die Coat*. Pada area *Front of line* standar debu yang terkandung dalam udara tidak boleh melebihi 10000 partikel per kubik foot. Hal ini bertujuan untuk menjaga supaya *wafer* ataupun *die* tidak terkontaminasi oleh partikel lain yang berakibat dapat merusak fungsi maupun kondisi visualnya. Untuk menjaga kondisi sesuai dengan spesifikasi maka setiap orang yang masuk area *front of line* harus menggunakan pakaian yang khusus dan menggunakan masker. Sebelum memasuki area ini diharuskan melewati ruangan khusus untuk dibersihkan dari debu – debu yang menempel dengan system penyemprotan dengan udara.

b. End Of Line (EOL)

Proses yang terjadi pada area ini meliputi: *Molding, post mold cure, dambar removal, media deflash, marking, marking cure, plating, trim and form, final outgoing inspection dan shipping.*

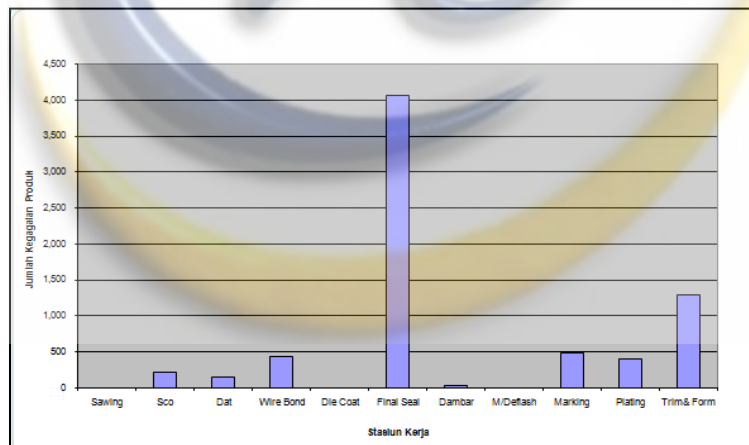
3.2 Perancangan FMEA

Berdasarkan data kegagalan produk yang didapat dari perusahaan pada saat penelitian kemudian data tersebut dibuat ppm untuk mengetahui *package* mana yang paling banyak cacatnya atau kegagalannya kemudian diolah dengan menggunakan diagram pareto untuk mendapatkan produk yang lebih spesifik untuk diteliti.



Gambar 2. Grafik Kegagalan Produk Semua Package

Hasil pengolahan data dalam ppm dan dengan menggunakan diagram pareto, maka terlihat bahwa *package* jenis PLCC merupakan *package* yang paling banyak mengalami *defect* berdasarkan hasil antara bulan April sampai bulan Juni 2012. Dari data jenis kegagalan produk jenis PLCC kemudian dibuat diagram pareto untuk mengetahui stasiun kerja mana yang paling banyak menghasilkan cacat produk atau produk gagal. Diagram pareto tersebut, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kegagalan Produk PLCC Untuk Setiap Stasiun Kerja

Berdasarkan Gambar 3 jumlah kegagalan produk di stasiun kerja *final seal* memiliki kontribusi kegagalan produk paling besar, sehingga *final seal* sebagai stasiun kerja kritis, yaitu stasiun kerja yang akan dijadikan obyek penelitian. Dari data jenis kegagalan produk yang terjadi dan proses yang dilalui, diperoleh data bahwa proses *molding* yang terdapat di salah satu stasiun kerja di area EOL memiliki kontribusi kegagalan produk yang paling tinggi dibandingkan dengan proses–proses yang lain. Proses *molding* adalah proses penutupan *die* dengan menggunakan *compound* dengan sistem *injection molding*. Sistem *injection molding* adalah proses *molding* dengan cara mencairkan *compound* terlebih dahulu pada temperatur tertentu, kemudian dengan tekanan tertentu *compound* yang telah mencair ditekan keseluruh bagian IC yang akan ditutup dengan *compound*. Proses ini terjadi pada suhu dan tekanan tertentu dalam suatu cetakan IC yang disebut dengan *chase*, sesuai dengan jenis *package* yang diinginkan oleh pelanggan.

Tahapan yang harus dilakukan pada metode FMEA adalah sebagai berikut:

- Menentukan komponen dari sistem/alat yang akan dianalisa
- Mengidentifikasi moda kegagalan dari proses yang diamati
- Mengidentifikasi akibat/*(potential effect)* yang ditimbulkan *potential failure*
- Mengidentifikasi penyebab dari moda kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung
- Menetapkan nilai-nilai (dengan cara observasi lapangan dan *brainstorming*)
- Menentukan nilai RPN, yaitu nilai yang menunjukkan keseriusan dari *potential failure*

Pada tahap ini mengidentifikasi kegagalan produk yang terjadi pada proses *molding*. Berikut Jenis kegagalan produk yang terjadi pada proses *molding* adalah:

- Mismatch* atau *Offset*, adalah terjadi pergeseran antara *package* bagian bawah dan bagian atas, jadi bagian atas dan bawah *package* tidak sama persis menempelnya.
- Void* atau *porosity*, yaitu terjadi lubang-lubang kecil yang dalam pada permukaan *package* baik bagian atas maupun bagian bawah.
- Broken wire* atau *damage wire*, yaitu benang emas penghubung antara die dan kaki (*Lead*) terputus atau letaknya sudah tidak sesuai dengan spesifikasi.
- Crack package*, yaitu terjadi retak pada sambungan antara bagian atas dan bagian bawah *package*.
- Incomplete mold*, yaitu *package* tidak terbentuk sempurna karena *compound* tidak penuh mengisi cetakan *package*.
- Mold flash*, yaitu adanya sisa *compound* yang menempel pada kaki – kaki IC.
- Delamination*, yaitu *compound* tidak menempel sempurna pada permukaan die.
- Peel of compound*, yaitu lapisan *compound* pada permukaan yang terangkat.
- Intrusion or protution*, yaitu adanya tonjolan pada *package* baik pada ujung maupun pada permukaan
- Mix device*, yaitu tercampurnya material yang berbeda *device* atau kode masing - masing jenis program yang ada pada die, pada saat proses di stasiun kerja final seal.

Setelah ditentukan moda kegagalan, kemudian menghitung nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*, dan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai RPN untuk masing – masing moda kegagalan tersebut. Tabel 2 merupakan urutan moda kegagalan berdasarkan nilai RPN terbesar. Moda kegagalan dengan nilai RPN terbesar merupakan prioritas untuk dilakukan tindakan korektif.

Tabel 2. Ranking RPN untuk Masing–Masing Moda Kegagalan

Part/Process	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Potential Cause of Failure	RPN	RANK
Mismatch atau Offset	Terjadi pergeseran antara <i>package</i> bagian bawah dan bagian atas	Akibat dari <i>mismatch</i> atau <i>offset</i> adalah terjadinya chip atau <i>crack package</i> pada proses dambar ataupun proses trim and form.	Teknisi kurang teliti dalam set up mesin	120	4
<i>Void</i> atau <i>porosity</i>	Terjadi lubang – lubang kecil yang dalam pada permukaan <i>package</i> baik bagian atas maupun bagian bawah	Akibat dari <i>void</i> atau <i>porosity</i> adalah terjadinya illegible marking pada proses marking atau tanda marking menjadi tidak jelas karena permukaan <i>package</i> tidak rata, dan penampilan <i>package</i> secara visual menjadi kurang menarik .	plunger sudah aus (macet)	280	2
<i>Broken wire</i> atau <i>damage wire</i>	Benang emas penghubung antara die dan kaki (<i>Lead</i>) terputus atau letaknya	Akibat dari <i>broken wire</i> atau <i>damage wire</i> adalah terjadi open circuit atau IC menjadi tidak berfungsi karena	Wire tersentuh tangan	90	7

Part/Process	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Potential Cause of Failure	RPN	RANK
	sudah tidak sesuai dengan spesifikasi.	penghubung antara atau die dan kaki (lead) terputus.			
<i>Crack package</i>	Terjadi retak pada sambungan antara bagian atas dan bagian bawah <i>package</i>	Akibat dari crack package adalah reability dari IC menjadi jelek karena bagian dalam IC menjadi terbuka karena adanya retakan.	Temperatur cavity terlalu rendah	80	8
<i>Incomplete mold</i>	<i>Package</i> tidak terbentuk sempurna karena compound tidak penuh mengisi cetakan <i>package</i> .	Akibat dari <i>incomplete mold</i> adalah secara reability maupun visual menjadi jelek.	Kondisi chase kotor	360	1
<i>Mold flash</i>	Adanya sisa sisa compound yang menempel pada kaki – kaki IC.	Akibat dari <i>Mold flash</i> adalah pada proses plating, timah tidak dapat menempel pada kaki IC yang ada kotorannya.	Tekanan <i>clamping</i> tidak merata	112	5
<i>Delamination</i>	<i>Compound</i> tidak menempel sempurna pada permukaan die.	Akibat dari <i>delamination</i> adalah secara visual bagus, tetapi dapat mengakibatkan <i>lifted ball</i> atau <i>wire</i> yang menempel pada <i>bonding pad</i> terangkat	Tekanan transfer terlalu rendah	72	10
<i>Peel of compound</i>	Lapisan compound pada permukaan yang terangkat.	Akibat dari <i>peel of compound</i> adalah permukaan <i>package</i> tidak rata sehingga mengakibatkan <i>illegible marking</i> pada proses <i>marking</i>	Pin ejector atau pendorong <i>package</i> aus	192	3
<i>Intrusion or protution</i>	Adanya tonjolan pada <i>package</i> baik pada ujung maupun pada permukaan	Akibat dari protution adalah dapat terjadinya <i>illegible marking</i> atau tulisan kode IC tidak jelas pada saat proses <i>marking</i> .	Adanya lekukan pada permukaan cavity	75	9
<i>Mix device</i>	Tercampurnya material yang berbeda <i>device</i> atau kode masing - masing jenis program yang ada pada <i>die</i> , pada saat proses di stasiun kerja <i>final seal</i> .	Akibat dari <i>mix device</i> adalah material atau <i>package</i> pada saat ditest di tester pelanggan akan reject.	Satu lot dijalankan pada dua mesin	96	6

3.3 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan diberikan sebagai tindakan korektif yang dapat dilakukan pada proses produksi selanjutnya. Pelaksanaan tindakan ini diurutkan berdasarkan atas nilai RPN terbesar. Berdasarkan hasil perhitungan nilai RPN yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa *Incomplete mold* merupakan moda kegagalan yang memiliki nilai RPN terbesar.

Incomplete mold adalah kegagalan produk yang terjadi karena *package* terbentuk tidak sempurna karena *compound* tidak penuh mengisi cetakan atau *cavity*. Kegagalan produk jenis *incomplete mold* adalah kegagalan produk *void* atau *porosity* yang terus berlanjut dan semakin parah. Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan penyebabnya adalah:

a. Kehilangan *transfer pressure*

Kehilangan *transfer pressure* ini terjadi karena *plunger* yang berfungsi menekan *compound* ke dalam *cavity* macet. Akibatnya tekanan yang dibutuhkan untuk mengalirkan dan memadatkan *compound* dalam *cavity* berkurang, sehingga *compound* dalam *cavity* kurang padat dan tidak merata di seluruh bagian *cavity*. Macetnya *plunger* ini disebabkan karena adanya sisa - sisa *compound* yang masuk di sela - sela *plunger* karena adanya ruang yang tersisa antara *plunger* dengan *pot plunger*. bila hal ini terus berlanjut lama kelamaan sisa *compound* menjadi semakin banyak dan mengakibatkan *plunger* macet. Adanya ruang antara *plunger* ini terjadi karena *plunger* sudah aus.

b. *Transfer pressure* terlalu rendah

Transfer pressure terlalu rendah ini terjadi karena dua hal yaitu :

- Karena salah setting mesin

Kesalahan ini terjadi karena teknisi saat setting mesin kurang teliti, dan salah dalam pembacaan skala *transfer pressure*. Hal ini mengakibatkan besarnya *transfer pressure* tidak sesuai dengan spesifikasi.

- Karena pergerakan *plunger* yang terhambat oleh sisa - sisa *compound* yang masuk ke sela - sela *plunger*.

Adanya sisa *compound* ini menyebabkan pergerakan *plunger* menjadi tidak normal lagi dengan setting tekanan yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi, akibatnya tekanan yang seharusnya cukup untuk menekan dan memadatkan *compound* menjadi berkurang dan tidak sesuai dengan kebutuhan *plunger* untuk menekan *compound* menuju *cavity*.

c. Temperatur *cavity* terlalu tinggi

Temperatur *cavity* sangat mempengaruhi hasil dari proses molding. Hal ini berhubungan dengan waktu *gel time compound*. Akibat dari temperatur yang terlalu tinggi maka *gel time* dari *compound* akan berkurang, sehingga belum sampai *compound* memenuhi seluruh *cavity*, *compound* sudah mulai mengeras. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya kegagalan produk jenis *void* maupun *porosity*.

d. Kondisi *chase* kotor

Kondisi *chase* yang kotor dapat mengakibatkan tersumbatnya aliran *compound* yang akan menuju *cavity*. Karena adanya kotoran dari sisa - sisa *compound* maka aliran *compound* yang akan masuk ke *cavity* akan terhambat, sehingga belum sampai *compound* memenuhi seluruh *cavity*, *compound* sudah mulai mengeras. Hal inilah yang mengakibatkan kegagalan produk jenis *void* ini dapat terjadi.

Usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengatasi jenis kegagalan ini adalah dengan pemeriksaan oleh *quality control* tiga kali setiap shift yang disebut dengan *surveillance*. *Surveillance* ini dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir shift. Dengan adanya *surveillance* ini diharapkan adanya kegagalan produk dapat dideteksi lebih awal, sehingga kegagalan produk yang terjadi dapat diminimalkan. *Buy off* material setiap kali awal jalan di mesin, hal ini dilakukan supaya pada saat produksi tidak terjadi kegagalan produk atau cacat produk yang tidak diharapkan. Apabila hasil *buy off* sudah *accept* maka proses produksi boleh diteruskan, dan apabila hasilnya *reject* maka harus di berhentikan untuk diperbaiki mesinnya. Kontrol yang terakhir adalah pemeriksaan 100 % pada area FOI yang bertujuan untuk memisahkan produk yang cacat dengan produk yang bagus. Dengan inspeksi material secara keseluruhan kelolosan produk cacat sampai pada pelanggan diharapkan tidak akan terjadi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa data yang diperoleh dari perusahaan, masih banyak terjadi kegagalan produk atau cacat produk yang diakibatkan oleh beberapa faktor, baik dari segi sumber daya manusia maupun akibat dari mesin. Hasil pengolahan data cacat produk yang terjadi antara bulan April sampai dengan bulan Juni secara statistik menunjukkan bahwa kegagalan produk paling banyak terjadi akibat dari proses yang ada pada stasiun kerja *final seal*. Untuk mengurangi jumlah kegagalan produk di stasiun kerja *final seal* ini perlu adanya suatu tindakan

perbaikan. Hasil analisa kegagalan produk dengan *metoda failure mode and effect analysis* (FMEA), dapat diketahui bahwa kegagalan produk yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Keausan suku cadang mesin
- b. Kurangnya kesadaran operator dalam menjalankan prosedur kerja sesuai dengan spesifikasi yang ada.
- c. Kesalahan teknisi dalam set up mesin.
- d. Deteksi kegagalan yang telah dilakukan kurang optimal.

Tindakan perbaikan yang diusulkan untuk mengurangi kegagalan produk yang terjadi adalah :

- a. Sistem pengontrolan massa pakai suku cadang mesin (tool live monitoring).
- b. Pengontrolan temperatur secara otomatis dengan menggunakan digital control temperatur.
- c. Penggunaan *automatic frame loader* (AFL) untuk loading material.
- d. Pelaksanaan pelatihan operator dan teknisi secara berkala.
- e. Mengaktifkan kembali kegiatan gugus kendali mutu.
- f. Pemeriksaan hasil produksi oleh operator yang bersangkutan.

Daftar Pustaka

- [1] Gasperz, Dr. Vincent, DSc., CFPIM, CIQA. 2005, *Total Quality Management*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- [2] Kevin A. Lange, Steven C. Legget, and Beth Baker, 2001, *Potential Failure and Effect Analysis*, AIAG Press.
- [3] Stamatis, D. H. 1995, *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee : ASQC Quality Press
- [4] Gaspersz, V., 2001. *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*. Penerbit PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [5] Wilson, P.F., Dell, L.D., and Anderson, G.F., 1993, *Root Cause Analysis*, ASQC Press, Milwaukee.