

PENGEMBANGAN PRODUK TERINTEGRASI SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF UNTUK MENGURANGI BIAYA PRODUKSI

I Made Londen Batan

Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS
Kampus ITS Sukolilo Surabaya
Email: londbatan@me.its.ac.id

Abstrak

Dana terbatas, pengembangan industri macet, penelitian kualitas akan produk tidak ada, dan kesulitan mencari alternatif lain adalah wajah industri manufaktur di Indonesia sejak krisis multidimensi 1998. Sebagai alternatif untuk dapat keluar dari krisis tersebut, dikembangkan sebuah metode pengembangan produk terintegrasi, yang memanfaatkan metode Root Cause Analysis (RCA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) secara bersama dalam aplikasi metode Reverse Engineering (RE), sehingga mulai dana penelitian (research cost) dan dana perancangan (design cost) yang seharusnya dikeluarkan oleh industri dapat diminimalisi, yaitu dengan optimalisasi langkah perbaikan dan pengembangan produk itu sendiri. Dari hasil uji coba mesin kemasan, dapat disimpulkan integrasi beberapa metode pengembangan produk, sangat membantu desainer mencari solusi kerusakan komponen mesin, tanpa banyak melakukan penelitian khusus komponen mesin yang rusak. Hal ini mengakibatkan biaya riset untuk pembuatan komponen tidak dibutuhkan. Demikian pula biaya penelitian dan desain (research and design cost) tidak tinggi, karena dapat dilakukan dengan cara reverse engineering secara mudah. Dengan demikian biaya produksi suatu produk dapat diturunkan. Metode pengembangan terintegrasi ini diharapkan dapat membantu industri dalam negeri mencari solusi teknis dan ekonomis untuk mengembangkan suatu produk.

Kata kunci : Pengembangan produk, RCA, FMEA, RE, research dan design costs

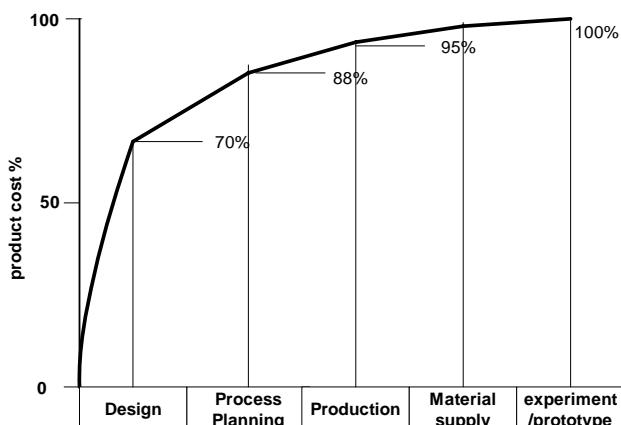
1. PENDAHULUAN

Sejak krisis ekonomi melanda tanah air tahun 1998, banyak industri manufaktur di indonesia yang bangkrut, tidak bisa lagi memenuhi kebutuhan minimal industri, seperti biaya buruh (*labor cost*), biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya operasional (*operation cost*). Mereka tidak bisa bangkit dari keterpurukan dan tidak mempunyai kemampuan untuk bersaing pada era globalisasi ini. Hal ini banyak disebabkan kebijakan pengembangan produk hampir tidak ada. Para industri tidak mempunyai kompetensi untuk mendesain sendiri produk yang mereka hasilkan, karena tersangkut masalah lisensi, metode desain yang tidak baku, desainer yang tidak inovatif, tidak kompetitif dan kurang kreatifitas. Banyak mesin produksi yang dibeli dari luar negeri tidak berfungsi lagi, akibat dari kerusakan kecil yang tidak bisa diperbaiki. Hal ini bisa disebabkan, karena tidak adanya *spare part* pengganti, atau pengetahuan desain untuk merancang *spare part* tersebut tidak dimiliki. Sehingga untuk memperbaiki mesin, *spare part* harus di-import dan biaya *spare part* ini jadi mahal. Menurut data pada Jawa Post (terbitan jumat 21 Juli 2006), industri otomotif Indonesia terhambat oleh pengadaan komponen. Hal ini disebabkan karena industri logam (baja) dalam negeri masih sangat terbatas, baik dari segi kuantitas, kualitas maupun spesifikasinya. Kurangnya riset yang mengarah ke subsitusi komponen di industri memicu juga terjadinya kehancuran industri manufaktur di Indonesia. Disamping itu desain produk belum menjadi bagian penting industri manufaktur. Industri jarang mempunyai inisiatif untuk merancang produk kemudian mengembangkannya, kecuali untuk pemeliharaan dan perbaikan/kerusakan. Hal ini disebabkan, karena ilmu perdagangan masih dominan dibandingkan dengan ilmu keteknikan.

Menurut [Pahl & Beitz] untuk membuat produk yang berkualitas dan berkarakter langkah penelitian awal desain produk dan prototipe harus dilakukan. Desain produk diawali dengan riset,

sehingga biaya riset termasuk didalam biaya desain (*cost design*). Hal ini menyebabkan biaya desain suatu produk menjadi tinggi. Sedangkan di Indonesia, biaya tersebut belum pernah diteliti. Umumnya biaya desain tidak dihitung secara eksplisit. Hal ini disebabkan, karena industri manufaktur di Indonesia masih bersifat pesanan, belum banyak melakukan desain baru (mandiri), kecuali untuk produk-produk rumah tangga, dimana kepresisan suatu produk tidak terlalu disyaratkan. Hal yang sama juga dilakukan di beberapa industri otomotif dan pendukungnya. Pembuatan komponen (*spare part*) didasarkan atas pesanan, dimana desainnya sudah ada [majalah otomotif 99]. Disisi lain, industri manufaktur indonesia mengalami multi krisis, sulit membuat produk yang berkualitas. Mereka tidak punya dana riset (sangat kecil), padahal untuk menghasilkan produk yang berkualitas harus dimulai dari riset.

Dalam pengembangan produk, diluar investasi mesin dan peralatan serta penyusutannya, biaya yang diperlukan untuk membuat suatu produk manufaktur sangat tergantung dari biaya desain, material, pembuatan dan perakitan, biaya prototipe dan biaya eksperimen (pengujian). Prosentase biaya tersebut dalam suatu biaya produksi sangat tergantung dari jenis produksi, apakah produksi satuan atau produksi massa (*single* atau *mass-product*). Menurut [Ehrlenspiel 99, Boothroyd 97], untuk biaya produksi *single product*, perbandingan biaya produksi mulai dari biaya desain, proses, material sampai pada prototipe (eksperimen) dapat dilihat pada gambar 1. Biaya desain adalah biaya yang paling besar, yaitu 70% dari total biaya suatu produk.



Gambar 1. Prosentase biaya suatu produk [Boothroyd 02, Ehrlenspiel 98]

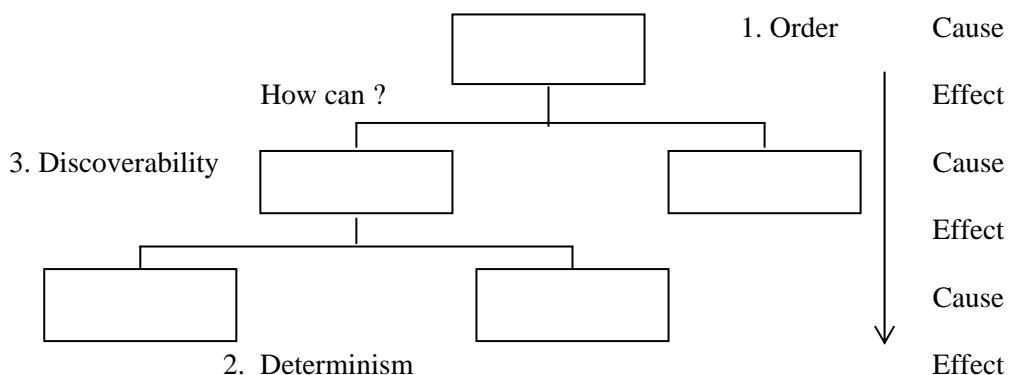
Metode yang banyak dimanfaatkan di negara industri maju (misalnya di Amerika, Eropa dan di Asia-Jepang dan Korea) untuk mengembangkan produk adalah *reverse engineering (RE)*. Metode ini sangat terkenal, karena dalam aplikasinya hampir tidak dibutuhkan dana riset awal. Dalam metode ini sebuah kelemahan suatu komponen dalam suatu produk dievaluasi, kemudian diperbaiki melalui sebuah pengembangan konsep dan diuji performansinya. Dari hasil pengujian akan dapat diketahui, apakah produk akan lebih berkualitas (handal) dan ekonomis. Metode ini banyak dimanfaatkan oleh industri otomotif dan manufaktur untuk mengurangi biaya desain. Riset dilakukan hanya untuk mengevaluasi, komponen yang rusak atau tidak handal, lalu mengembangkannya [Wood 2001]. Cara ini sesuai dengan industri manufaktur di Indonesia, dimana biaya produksi harus diminimalisasi, akibat dari krisis yang berkepanjangan.

Berdasarkan berbagai manfaat dan kelebihan metode *RE* serta permasalahan industri manufaktur seperti uraian diatas, dikembangkan metode pengembangan produk terintegrasi, yang melibatkan berbagai metode pengembangan produk, seperti *Roots Caused Analysis (RCA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Kedua metode tersebut tersebut diintegrasikan kedalam metode *RE*. Metode yang dikembangkan ini diharapkan dapat dipakai sebagai pegangan dalam pengembangan komponen dan produk manufaktur, dan dapat dipakai sebagai alternatif solusi untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh industri manufaktur di Indonesia.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Roots Caused Analysis

Roots Caused Analysis (RCA) adalah suatu metode yang dapat membantu desainer untuk menganalisa dan mengkaji secara total “apa yang menyebabkan terjadinya sesuatu (kesalahan)” dan “bagaimana membuat hal tersebut tidak akan terjadi lagi”. *RCA* dibagi menjadi 3 jenis, yaitu *Physical Roots Cause*, *Human Roots Cause* dan *Laten Roots Cause*. *Physical Roots Cause* adalah penyebab yang dapat dilihat dan dapat diukur dalam beberapa kondisi. *Human Roots Cause* adalah kekeliruan keputusan yang mengakibatkan kesalahan. adalah sesuatu yang hampir selalu menjadi pemicu suatu *physical roots cause* terjadi. Sedangkan *Laten Roots Cause* adalah suatu sistem organisasi yang memberi fasilitas kepada seseorang untuk membuat keputusan yang mengakibatkan keputusan yang salah / keliru. Contoh dari sistem organisasi tersebut meliputi *policy*, prosedur operasi, prosedur *maintenance*, praktik pembelian, penyimpanan, dan lain-lain. Dalam *RCA* dipelajari penyebab terjadinya sesuatu kegagalan dengan bantuan sebuah diagram yang disebut dengan “logika pohon” (*logic tree*). Dari logika pohon dapat dilakukan penelusuran kembali (*trace back*), bagaimana hal tersebut dapat ditanggulangi [Latino 1999]. Diagram *logic tree* dapat dilihat pada gambar 2. Untuk mengaplikasikan metode *RCA*, ada 3 langkah yang harus dilakukan, yaitu: Langkah pertama adalah menentukan permasalahan yang terjadi (*order cause*). Dari permasalahan tersebut dilakukan pendataan (*determinism*) penyebab terjadinya permasalahan tersebut dengan melihat bukti fisik yang diperoleh atau kemungkinan-kemungkinan lain, pendataan tersebut dimulai dengan menggunakan kalimat tanya “ mengapa hal tersebut terjadi“. Dari pertanyaan tersebut dituliskan beberapa hipotesa yang memungkinkan hal tersebut terjadi, dan sudah tentu hipotesa-hipotesa tersebut memerlukan pembuktian kebenarannya (*discoverability*).



Gambar 2. Langkah Dalam Logic Tree

2.3 Failure Mode and Effect Analysis

Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah suatu metode atau teknik analisis yang digunakan oleh tim desain dan pengembangan produk untuk mengidentifikasi, mengeliminasi dan mencegah kemungkinan suatu kerusakan yang potensial dari suatu sistem [Wood, Stamatis 1996, Eubanks, Kmenta and Ishii 1997]. Teknik *FMEA* telah dimanfaatkan lebih dari 30 tahun, dan belakangan ini banyak digunakan pada industri otomotif seperti: General Motor, Ford, Chrysler, Mazda, Toyota, Opel, VW, Audi, Marcedes Benz, dll. [Wood & Otto, 2001], mengembangkan *FMEA* sebagai suatu metode lanjutan dalam membuat suatu *concept embodiment* untuk pengembangan produk. Sedangkan [Pahl & Beitz, 1996], menyatakan *FMEA* adalah suatu metode analisa formal untuk identifikasi sistem dan estimasi dari efek yang akan terjadi. Selanjutnya identifikasi dan estimasi tersebut digunakan sebagai informasi yang berharga dalam pengukuran keberhasilan dari produk berikutnya. Hal ini dilakukan melalui suatu perhitungan nilai prioritas risiko (*risk priority number - RPN*). Semakin kecil nilai *RPN* tersebut, potensi kegagalan fungsi suatu produk semakin kecil -artinya produk semakin handal. Rekomendasi (perbaikan atau perencanaan baru) adalah sebuah langkah yang

menonjol dalam aplikasi FMEA. Setelah dilakukan perbaikan atau perubahan desain, dilakukan evaluasi kembali, apakah potensi kesalahan komponen atau sistem dapat diturunkan atau dicegah. Hal ini dapat dievaluasi dari adanya uji prototipe dan menghitung nilai prioritas risiko akhir (*RPN-result*).

3. METODE PENGEMBANGAN PRODUK TERINTEGRASI

Metode pengembangan produk yang dikembangkan berdasarkan metode *reverse engineering (RE)* dan dibagi menjadi 5 langkah, seperti terlihat pada gambar 3.

Langkah	Deskripsi
1	Evaluasi dan Analisa Penyebab Kesalahan Produk
2	Rekomendasi Perbaikan Desain Produk
3	Perancangan Komponen
4	Pembuatan dan Pengujian Prototipe
5	Pengujian Prototipe



Gambar 3. Langkah Pengembangan Produk Terintegrasi

Sebagai langkah awal adalah langkah evaluasi penyebab kesalahan/kerusakan produk. Hal ini dilakukan dengan pembongkaran produk (*disassembly*). Setelah diketahui bagian (komponen) kerusakannya, dilakukan analisa kemungkinan akibat dari kerusakan yang mungkin terjadi. Metode yang dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi dan menganalisa penyebab kesalahan/kerusakan suatu produk adalah *Root Cause Analysis (RCA)*. Sedangkan metode yang aplikatif untuk menganalisa akibat dari suatu kerusakan dan akibatnya adalah *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Pada langkah kedua ini akan dikeluarkan rekomendasi perbaikan atau perancangan produk yang diperlukan. Rekomendasi didasarkan atas hasil analisa dan evaluasi sebelumnya. Setelah ada rekomendasi dilakukan perancangan komponen. Pembuatan prototipe adalah suatu realisasi dari rekomendasi dan dapat dijadikan sebuah evaluasi, apakah rancangan sudah memenuhi aspek kualitas produk, yaitu kualitas, biaya produksi dan waktu pembuatan/pengiriman. Seluruh langkah dalam metode ini, yaitu mulai dari langkah awal sampai pada langkah akhir adalah langkah yang tidak terlepas satu dengan yang lainnya dan menjadi satu kesatuan dalam suatu kegiatan pengembangan produk manufaktur yang terintegrasi.

4. CONTOH APLIKASI METODE

Sebagai aplikasi dari metode yang dikembangkan, dipilih sebuah pengembangan mesin kemasan (*packaging machine*) bubuk kopi, dimana dalam operasinya, berbagai komponen mengalami kerusakan. Menurut *maintenance book record* sebuah industri manufaktur mesin kemasan bubuk kopi tersebut menunjukkan, bahwa bantalan pengatur volume kemasan (*bearing volumetric rotary*) adalah komponen yang paling sering mengalami kerusakan, yaitu 26% dari total kerusakan mesin. Untuk mengembangkan mesin kemasan tersebut, langkah-langkah pengembangan produk terintegrasi akan diaplikasikan sesuai dengan langkah-langkahnya.

4.1 Evaluasi dan Analisa Penyebab Kesalahan

Untuk mengevaluasi dan menganalisa penyebab kesalahan yang terjadi pada *bearing volumetric rotary*, dibuat logika pohon (*logic tree*), seperti terlihat pada gambar 4 (lampiran). Logika pohon diverifikasi dengan model logaritmik (tabel log-verifikasi – seperti tabel I pada lampiran), yang ditujukan untuk menguji hipotesa-hipotesa yang ada pada *logic tree*. Dalam *tabel log verifikasi* hipotesa diuji dengan pemberian nilai *confidence factor* pada masing-masing *logic tree*. Nilai

confidence factor menunjukkan seberapa besar nilai prosentase kebenaran dari hipotesa tersebut. Hasil analisa penyebab kesalahan yang terjadi pada bantalan tersebut adalah tidak adanya pelindung bantalan, sehingga bubuk kopi dapat masuk kedalam bantalan pada saat mesin beroperasi.

4.2 Rekomendasi Perbaikan Desain Produk

Dari identifikasi masalah dengan metode RCA, dapat diketahui penyebab kerusakan yang terjadi pada sistem *volumetric rotary* baik penyebab yang secara fisik dapat dilihat, *human error* maupun prosedur yang memicu terjadinya kesalahan atau kerusakan. Langkah selanjutnya adalah membuat table kerja FMEA. Tabel ini dipakai sebagai media untuk memprediksi potensi kerusakan, potensi efek dari kerusakan tersebut, penyebab dan tindakan yang harus dilakukan untuk mencegah bahkan mengeliminasi kerusakan tersebut. Seluruh tindakan tersebut dirangkum dalam sebuah rekomendasi, yaitu membuat desain ulang *volumetric rotary* untuk produk jenis bubuk dengan memfokuskan desain yang melindungi *bearing volumetric rotary* dari resiko terkena bubuk jatuh. Disamping itu untuk celah antara poros dan silinder dibuat minimal, tetapi mudah dikontrol.

4.3 Perancangan Komponen

Volumetric rotary adalah sub sistem yang berfungsi sebagai media untuk menimbang dan memasukkan bubuk dari hopper ke film yang sudah terbentuk. Hal yang paling utama dari sistem ini adalah kestabilan berat produk yang dikeluarkan. Berdasarkan atas persyaratan yang ditetapkan melalui sebuah *list of requirement*, dirancang dan dikembangkan konsep *volumetric rotary*, seperti terlihat pada gambar 5 (lampiran). *Top volumetric base* dan *middle volumetric base* berputar pada *base volumetric*. Pada kedua komponen terdapat 6 (enam) *volumetric* yang diisi bubuk kopi. Pada *volumetric base* hanya terdapat satu lubang. Karena *top volumetric* dan *middle volumetric* berputar thd *volumetric base*, maka bubuk kopi akan keluar melalui lubang tersebut. Untuk penyetelan volume dari *volumetric* dilakukan dgn memutar *adjuster* pada bagian atas kekanan atau ke kiri sehingga *top volumetric base* naik / turun (bila *top volumetric base* naik, maka *volume volumetric* akan bertambah).

4.4 Pembuatan dan Pengujian Prototipe

4.4.1. Pembuatan Prototipe Komponen

Prototipe *volumetric rotary* direalisasi dari rancangan melalui proses pembuatan. Prototipe komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Prototipe *volumetric rotary* hasil pengembangan desain

4.4.2 Pengujian Prototipe

Untuk mengevaluasi, apakah komponen dari mesin kemasan yang dirancang dan dibuat, dapat memenuhi aspek kualitas, yaitu spesifikasi, biaya dan waktu penyelesaian, dilakukan pengujian terhadap prototipe. Sebagai komponen (*sub-system*) dari mesin, *volumetric cup* diuji fungsinya, setelah

diperiksa secara terpisah sebelum dirakit. Selanjutnya seluruh komponen digerakan, untuk mengevaluasi gerak transmisi. Uji fungsi sebagai sebuah system (mesin kemasan –*packaging machine*) dilakukan uji kestabilan panjang packing. Uji akhir untuk menentukan performansi dari mesin adalah uji kestabilan berat produk.

4.4.3 Pengujian Kestabilan Berat Produk

Uji kestabilan berat produk adalah tes akhir dari rangkaian pengujian performansi suatu mesin kemasan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan data-data berat rata-rata produk yang dikemas, yang dihasilkan oleh prototipe.

Ketentuan tes kestabilan berat produk adalah sbb:

- *Volumetric cup* diset untuk produk kopi sesuai dengan atndar (pada mesin ini berat 32 gr).
- Mesin dijalankan pada kecepatan 60 ppm.
- Pengambilan *sampling* secara acak sebanyak 20 kali.
- *Sampling* yang diambil ditimbang.

Hasil Pengujian

Dari pengujian dengan berbagai jenis bubuk kopi dalam rentang waktu 2 shift kerja (16 jam kerja), hasil uji coba kestabilan berat pack ditunjukkan dalam tabel II (lampiran). Selain berat bubuk kopi tiap pack, hal lain yang diamati adalah panjang dan kebocoran pack, hasil lipatan. Hasil uji coba ini secara umum dapat ditunjukkan dalam tabel III pada lampiran.

Analisa Hasil Pengujian

Berat rata-rata bubuk kopi yang dikemas dengan bantuan mesin yang dikembangkan adalah 32,13 gr. Sedangkan standar berat yang ditetapkan adalah 32 gr. Sehingga selisih maksimum hasil pengembangan desain *volumetric* adalah 0.8 gr atau 2.5 %. Akan tetapi perbedaan berat rata-rata adalah 0,13 (0,4%). Berdasarkan kriteria uji coba diatas, maka dapat dinalisa dan ditunjukkan, bahwa secara umum hasil uji coba mesin yang dikembangkan dapat memenuhi harapan dan memuaskan, karena performansinya lebih baik dari mesin yang lama (lihat table III lampiran).

5. KESIMPULAN

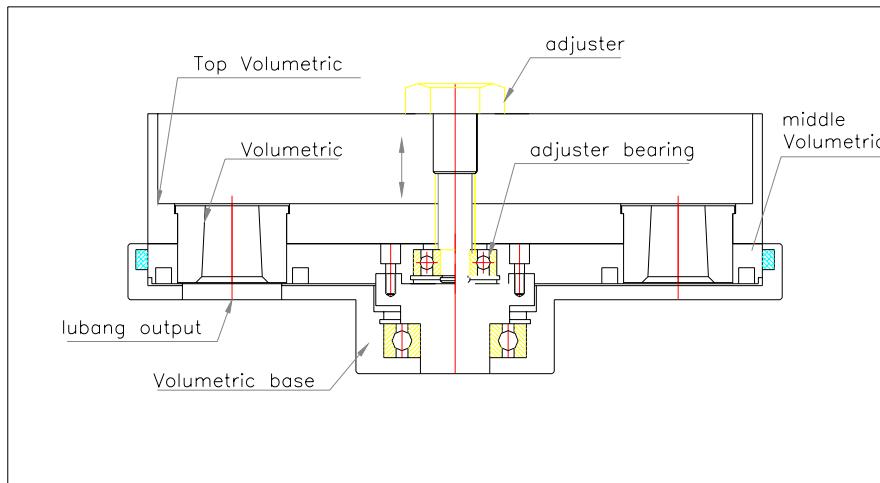
Dari analisa yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan, bahwa metode pengembangan produk terintegrasi dapat dipakai sebagai alternatif yang efisien pada industri untuk berinovasi, tanpa harus mengeluarkan biaya riset awal, sehingga biaya desain (*design cost*) dapat diturunkan. Akibatnya adalah biaya produksi dapat dikurangi.

Daftar Pustaka

- [1] Batan, I Made Londen, 2001, *Software Perancangan Produk, the 4th Quality in Research Seminar, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.*
- [2] Batan, I Made Londen, 2005, *Pengembangan Produk. Manuscript Kuliah, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.*
- [3] Boothroyd, Geoffry & Dewhurst, Peter, 2002, *Product Design for Manufacture and Assembly. Second Edition Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc.*
- [4] Bralla, James G., 2003, *Design for Manufacturability Handbook, Second Edition, McGraw-Hill book.*
- [5] Chao,P Lawrence and Ishi, Kosuke, 2003, *Design Process Error Proofing: Failure Mode and Effect Analysis of Design Process, Proceding of DETC'03,Chicago Illinois.*
- [6] Ehrlenspiel, Klaus, Kiewert, Alfons, Lindemann, Udo, 1998, *Kostenguenstig Entwickeln und Konstruieren – Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung. 2. Auflage. Springer, Berlin.*

- [7] Latino, Robert J and Latino, Kenneth C, 1999, "Root Cause Analysis Improving Performance for Bottom Line Result", CRC Press.
- [8] Pahl and Beitz, 1996, *Engineering Design – A Systematic Approach*. Springer-Verlag, Munchen.
- [9] Sugeng Priyohandokohadi, *Aplikasi Metode RCA dan FMEA pada Pengembangan Mesin Automatic Packaging Bubuk Kopi*, Tesis Magister Teknik, Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.
- [10] Ulrich, Karl T, 2000, *Product Design and Development, Second Edition*, Irwin McGraw-Hill.
- [11] Wood, Kristin L. & Otto, Kevin N., 2001, *Product Design – Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*, Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458.

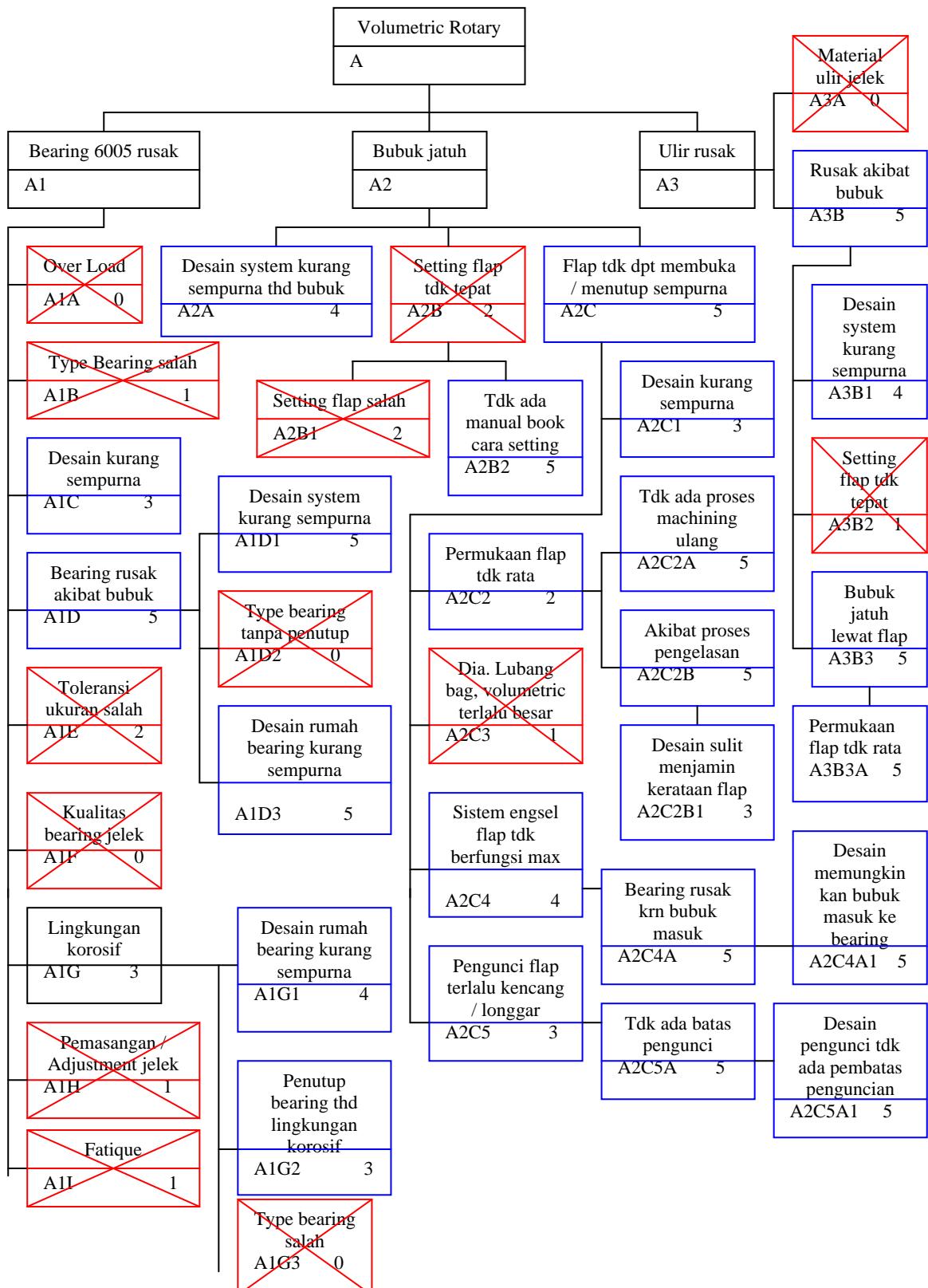
Lampiran



Gambar 4. Rancangan bearing volumetric rotary

Tabel I. Verifikasi log bearing volumetric rotary

Hypothesa	Verifikasi methode	Responsability	Completion Date	Outcome	Confidence
Bearing rusak akibat over load	Periksa ulang beban thd spesifikasi bearing		30/3/'05	Bearing mampu menahan beban	0
Tipe bearing salah	Periksa spesifikasi bearing thd beban		30/3/'05	Tipe bearing sesuai dgn beban	1
Desain kurang sempurna	Perbandingan dgn desain mesin lain		3/4/'05	Desain kurang sempurna utk kopi	4
Bearing rusak akibat bubuk	Analisa fisik bearing yang rusak		20/3/'05	Bearing rusak akibat bubuk	5
Toleransi ukuran salah	Ukur ulang dimensi as dan rumah bearing		22/3/'05	Ukuran relatif sesuai	2
Kualitas bearing jelek	Periksa spesifikasi dan kualitas dgn disbandingkan bearing lain		22/3/'05	Kualitas bearing cukup baik	1
Lingkungan korosif	Analisa kimia bubuk kopi thd kemungkinan penyebab korosi		20/3/'05	Bubuk kopi mengandung asam	3
Pemasangan / adjustment jelek	Pasang sesuai dgn setting pabrik		22/3/05	Pemasangan relatif baik	1
Bearing rusak akibat fatique	Periksa data tgl penggantian / pemasangan bearing		20/3/05	Umur bearing relatif pendek drpd spek	1



Catatan: Garis silang : bukan penyebab kesalahan

Gambar 5. Logic tree dari volumetric rotary

Tabel II. Hasil pengisian packing dengan volumetric rotary cylinder baru

Tes ke	Berat produk (gr)	Tes ke	Berat produk (gr)
1	32,0	11	32,0
2	31,8	12	32,8
3	32,3	13	32,0
4	32,0	14	32,0
5	32,0	15	32,8
6	32,0	16	32,5
7	32,3	17	32,0
8	32,0	18	32,0
9	32,0	19	32,0
10	32,0	20	32,0
Berat rata-rata		32,13	

Tabel III. Perbandingan performansi Mesin Lama dan Prototipe

Kriteria	Desain Awal	Desain Baru	Keterangan
<u>Panjang pack (Speed 60 ppm) :</u> Maksimal (mm) Minimal (mm) Selisih (mm)	115 110 5	113 109 4	Berpengaruh thd penampilan dan bentuk pack
<u>Berat Produk :</u> Penyimpangan berat maksimum :	4 %	2,5 %	Berpengaruh thd kepuasan pelanggan dan rasa
<u>Performansi komponen/sistem :</u> 1. <i>Horizontal Sealer</i> Selisih temperatur aktual dan yang tertera pd display (°C) 2. <i>Vertical Sealer</i> Selisih temperatur aktual dan yang terbaca di display (°C) 3. <i>Clutch & Brake</i> Clearance (mm)	4 - 9 7 - 8 0,2 - 0,3	2 - 3 2 - 3 0,2 - 0,3	Berkaitan dg standar temperatur mesin thd film / bungkus Berkaitan dg standar temperatur mesin thd film / bungkus Berpengaruh thd faktor slip