

LAPORAN PENELITIAN

DOSEN MUDA



**PEMBUATAN PROTOTIPE MESIN PENGUPAS LIMBAH
KABEL YANG DIRANCANG MEMPERHITUNGGAN
*FAILURE MODE AND EFFECT ANALISYS (FMEA)***

Oleh :

**Dede Lia Zariatn, ST,MT
I Gede Eka Lesmana, ST.MT**

**DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASILA
SEPTEMBER 2010**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Judul | : Pembuatan Prototipe Mesin Pengupas Limbah Kabel Yang Dirancang Memperhitungkan <i>Failure Mode And Effect Analisis (FMEA)</i> |
| 2. Bidang Penelitian | : Rekayasa |
| 3. Ketua Peneliti | |
| a. Nama | : Dede Lia Zariatin,ST,MT. |
| b. Jenis Kelamin | : Perempuan |
| c. NIP | : 430110262 |
| d. Jabatan Struktural | : Kepala Lab Mekanika |
| e. Jabatan Fungsional | : Lektor |
| f. Fakultas/Jurusan | : Teknik/ Teknik Mesin |
| g. Pusat Penelitian | : Lembaga Penelitian, Universitas Pancasila |
| h. Alamat Kantor | : Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta, 12640 |
| i. Telpon/Faks. | : (021) 7864730 |
| j. Alamat Rumah | : Jl. Pengadegan Utara III No.7 RT. 7/007 |
| k. Telpon/Faks/Email | : (021) 71019566/021- 7272290 /
d_zariatin@yahoo.co.id |
| 4. Jumlah Anggota | : 1 orang |
| 5. Lokasi Penelitian | : DKI Jakarta |
| 6. Jumlah Biaya yang diusulkan | : Rp 9.777.000,- |

Jakarta, 22 September 2010

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pancasila

Peneliti Utama

(Ir. Fauzri Fahimuddin, M.Sc Eng,D.Eng)
NIP : 131853601

(Dede Lia Zariatin,ST,MT)
NIP : 430110262

Menyetujui
Pimpinan Lembaga Penelitian
Universitas Pancasila

(Dr. Ir. Riadika Mastra)
NIP : 4295210185

RINGKASAN DAN SUMMARY

Limbah kabel merupakan salah satu sampah daur ulang dengan harga ekonomis yang cukup tinggi. Untuk memisahkan tembaga kabel dari lapisan isolatornya, pemulung menggunakan dua cara. Yang pertama adalah menyayatnya dengan pisau dan cara lain adalah membakarnya. Cara pertama membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih besar, sedangkan cara kedua menimbulkan pencemaran udara di lingkungan sekitar.

Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menghasilkan sebuah mesin pengupas kabel (ME-010) agar proses pengupasan lebih efektif dan ramah lingkungan. Dengan menggunakan metode QFD dan HoQ, maka didapat varian ke-3 sebagai desain yang direalisasikan menjadi suatu prototipe.

Untuk menghasilkan desain yang lebih baik, digunakan pula metode FMEA. Dari hasil analisis FMEA diketahui terdapat 18 kemungkinan model kegagalan. Dari nilai tertinggi (720) maka diprediksikan bahwa kemungkinan terjadinya kegagalan terdapat pada terlalu banyaknya sambungan, bantalan poros penggerak terdeformasi sehingga dilakukan analisis dengan Pro-E, pisau tidak dapat menyayat kabel, bentuk mata pisau (desain awal persegi panjang yang akhirnya diubah menjadi bentuk lingkaran), jumlah pisau (desain awal 4, namun karena tidak efisien maka jumlah dikurangi menjadi satu mata pisau), penyayatan tidak sempurna, motor tidak menggerakkan sistem, puli dan belt slip.

PRAKATA

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran ALLAH Subhanahuwata'ala, karena dengan pertolongan-Nya lah maka penelitian pembuatan prototipe mesin pengupas limbah kabel yang kami beri nama ME-010 dapat berlangsung dengan lancar dan laporan ini dapat kami susun dengan baik.

Penelitian ini adalah sebuah usaha untuk dapat memecahkan permasalahan yang timbul di masyarakat terutama yang terkait dengan industri kecil dan masalah lingkungan. Semoga saja, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dengan baik.

Kami ucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini lewat Hibah Penelitian Dosen Muda, serta berbagai pihak yang telah membantu keseluruhan penelitian ini.

Kami merasa bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, segala kritik, saran dan pengembangan lebih lanjut akan sangat membanggakan kami. Akhir kata, mohon maaf bila terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penulisan laporan kami.

Hormat kami,

Peneliti

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. kategori utama FMEA (<i>Failure Modes and Effect Analysis</i>).....	17
Tabel 2.2 Penilaian <i>Occurrence</i> (Tingkat Kejadian)	19
Tabel.2.3. Penilaian Kriteria Evaluasi <i>Severity</i> (<i>Efek Serius</i>).....	20
Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi Penilaian Deteksi	21
Tabel 2.5 Contoh Form DFMEA	25
Tabel 2.6 Contoh Form Potensial Mode Kegagalan	27
Tabel 2.7. Contoh Form Efek Potensial	28
Tabel 2.8 Contoh Form Evaluasi Kriteria <i>Severity</i>	28
Tabel 4.1 Prinsip Solusi Sub Fungsi	38
Table 4.2 Evaluasi alternatif-alternatif mesin pengupas limbah kabel	42
Tabel 4.3. Keterangan Gambar Mesin Pengupas Limbah Kabel	44
Tabel 5.1. Analisa Desain FMEA Subsistem Rangka	55
Tabel 5.2 Analisa Desain FMEA Subsistem Poros Penggerak	56
Tabel 5.3. Analisa Desain FMEA Subsistem Poros Pengupas	57
Tabel 5.4. Analisa Desain FMEA Subsistem Sistem Penggerak	58
Tabel 5.5 Hasil perhitungan RPN Desain Mesin Pengolah Limbah Kabel	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah Kabel	1
Gambar 1.2 (a) Kabel Lidi dan (b) Kabel Serabut	2
Gambar 1.3 Proses Pemanfaatan Limbah Kabel	3
Gambar 2.1 Tahapan QFD	8
Gambar 2.2 <i>House Of Quality</i>	9
Gambar 4.1 Metode Penelitian	33
Gambar 4.2 House of Quality	35
Gambar 4.3 Diagram fungsi keseluruhan	36
Gambar 4.4. Diagram sub fungsi keseluruhan	37
Gambar 4.5 (a) Varian 1 (b) Varian 2	39
Gambar 4.6 Varian 3	40
Gambar 4.7 Mesin Pengupas Kabel	43
Gambar 4.8. Mata pisau	44
Gambar 4.9 Pegas tekan	45
Gambar 4.10 Poros penggerak	46
Gambar 4.11 Poros Pengupas	46
Gambar 4.12 Bantalan poros (<i>Pillow block</i>)	46
Gambar 4.13 Bantalan Poros penggerak	46
Gambar 4.14 Motor DC	47
Gambar 4.15 <i>Timing belt</i>	47
Gambar 4.16 <i>Timing Puli</i>	47
Gambar 4.17 <i>Timing Puli</i>	48
Gambar 4.18 <i>Puli</i>	48
Gambar 4.19 Rangka	48
Gambar 4.20 Batang berulir	49
Gambar 4.21 Baut	49
Gambar 4.22 Mur	49
Gambar 4.23 Pandangan Depan Mesin Pengupas Limbah Kabel	50
Gambar 5.1 Prototipe Mesin Pengupas Limbah Kabel ME-010	51

Gambar 5.2 Subsistem I Rangka	52
Gambar 5.3 Subsistem II Poros Penggerak	52
Gambar 5.4 Subsistem III Poros Pengupas	53
Gambar 5.5 Subsistem IV Sistem Penggerak	53

DAFTAR ISI

RINGKASAN DAN SUMMARY	i
PRAKATA.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. PERUMUSAN MASALAH	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. QFD (Quality Function Deployment).....	6
2.1.1. Manfaat Penerapan QFD.....	7
2.1.2. Keunggulan QFD	7
2.1.3. Hierarkhi Matrik QFD	8
2.1.4. House of Quality	9
2.1.5. Matriks House Of Quality (HOQ)	13
2.2. Pengertian FMEA (Failure Modes and Effect Analysis).....	15
2.2.1. Occurrence (O).....	17
2.2.2. Severity (S)	20
2.2.3. Detection (D)	20
2.2.4. Menentukan Angka-Angka Prioritas Resiko (RPN).....	22
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	32
BAB IV METODE PENELITIAN	33
4.1. Tahap QFD Desain	33
4.1.1. Identifikasi Kebutuhan.....	34

4.1.2.	Penyusunan Spesifikasi Teknis.....	34
4.2.	Perancangan Konsep Mesin Pengupas Limbah Kabel.....	36
4.3.	Pengembangan Mesin Pengupas Limbah Kabel	40
4.4.	Perancangan Wujud Mesin Pengupas Limbah Kabel Tipe Me-010.....	43
4.5.	Komponen Mesin Pengupas Limba Kabel	44
4.6.	Cara Kerja Mesin Pengupas Limbah Kabel.....	49
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		50
5.1.	Prototipe Mesin Pengupas Limbah Kabel.....	50
5.2.	Analisa Kegagalan pada Perancangan dengan Metode FMEA	51
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		60
6.1.	KESIMPULAN.....	60
6.2.	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61

BAB I PENDAHULUAN

Pelestarian lingkungan adalah salah satu bagian penting yang saat ini menjadi perhatian banyak pihak. Bumi, sebagai satu-satunya tempat tinggal peradaban manusia harus selalu dijaga sebagai titipan bagi kehidupan manusia selanjutnya. Lingkungan yang bersih dan nyaman adalah idaman bagi semua orang. Namun, cara hidup manusia lah yang sering membuat lingkungan menjadi tidak bersih dan tidak nyaman, bahkan seringkali membuat kerusakan di muka bumi ini. Salah satunya adalah sampah yang tiap hari diproduksi oleh manusia untuk memenuhi kehidupannya. Pada perkembangannya saat ini. Sampah atau limbah kemudian didaur ulang untuk dapat dimanfaatkan kembali oleh manusia.

Pemulung adalah salah satu bagian dari masyarakat yang selama ini menjadikan sampah daur ulang sebagai mata pencaharian hidup mereka. Mereka, secara tidak langsung ikut menjaga kelestarian lingkungan hidup dari pencemaran dengan memanfaatkan kembali sampah atau limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga, perkantoran, industri dan sektor lainnya. Salah satu limbah non-organik tersebut adalah limbah kabel, yang terutama dihasilkan dari sektor rumah tangga/properties, sektor industri dan jasa layanan masyarakat seperti Perusahaan Listrik Negara.

Pemulung memanfaatkan tembaga atau alumunium yang terdapat di dalam kabel tersebut (terlihat pada Gambar 1) untuk didaur ulang. Tembaga atau alumunium ini memiliki harga jual yang ekonomis, sekitar Rp.22.000,-/kg. Tentu saja hal ini cukup menggiurkan, selain dapat melestarikan lingkungan sekitar sekaligus memperoleh keuntungan.



Gambar 1.1 Limbah Kabel

Terdapat dua jenis kabel yaitu kabel lidi dan kabel serabut. Kabel lidi hanya memiliki satu helai alumunium atau tembaga sebagai penghantar listrik, namun dengan diameter yang cukup besar (Gambar 2.(a)) . Sedangkan kabel

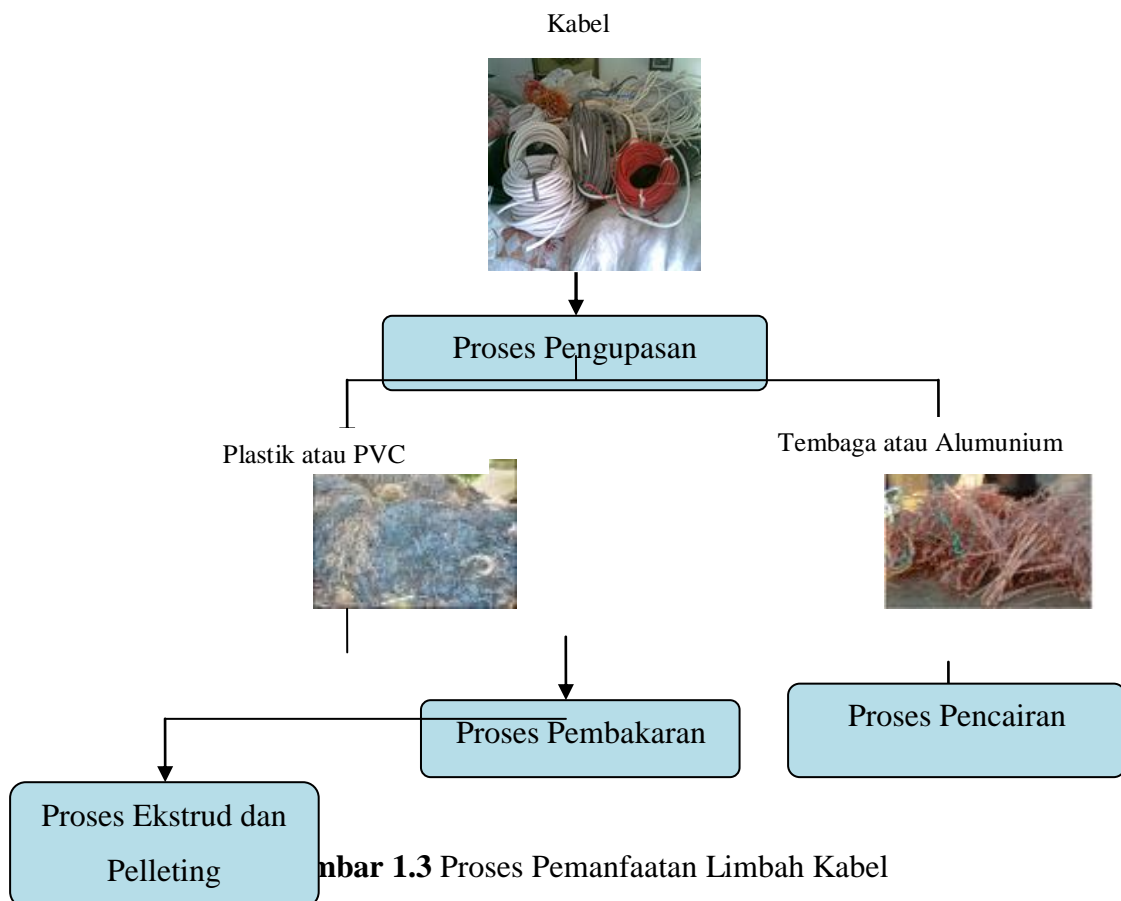
serabut, memiliki helai penghantar listrik yang lebih banyak namun dengan diameter yang lebih kecil (Gambar 2.(b)). Kabel lidi umumnya digunakan untuk menghantarkan dengan daya yang besar, sedangkan serabut menghantarkan daya yang lebih kecil. Harga kabel lidi lebih mahal dari kabel serabut.



Gambar 1.2 (a) Kabel Lidi dan (b) Kabel Serabut

Proses dari pemanfaatan limbah kabel terbagi menjadi beberapa tahapan seperti terlihat pada Gambar.3. Yang pertama adalah pengumpulan limbah kabel yang dilakukan pemulung dengan mencarinya pada proyek pembangunan, pabrik, kontraktor instalasi pemasangan listrik dan sektor lain yang menghasilkan limbah tersebut. Setelah itu, limbah kabel dikupas, dipisahkan antara Plastik (PVC) yang merupakan isolator dari kabel dan tembaga atau aluminium yang merupakan konduktor atau penghantar listrik kabel tersebut.

Selanjutnya, limbah plastik atau PVC ini yang telah dipisahkan, di proses ekstrud dan pelleting atau dibakar. Sedangkan tembaga atau aluminium, dicairkan untuk dimanfaatkan dengan proses lebih lanjut.



gambar 1.3 Proses Pemanfaatan Limbah Kabel

Untuk memisahkan tembaga atau alumunium kabel tersebut dengan plastik atau PVC, dapat dilakukan dengan dua cara. Cara yang pertama adalah mengupas kulit kabel dengan menggunakan sebuah pisau, mengikat kabel tersebut pada suatu tempat kemudian lapisan plastik atau PVC ditarik sehingga terlepas dari konduktornya (tembaga atau alumunium). Namun hanya jenis limbah kabel lidi yang dapat dikupas dengan cara ini. Untuk limbah kabel serabut, para pemulung cenderung untuk memilih cara yang kedua yaitu membakar sampah kabel sehingga kulitnya terkupas karena terbakar. Cara kedua ini lebih mudah dilakukan karena tidak membutuhkan tenaga, hanya sedikit minyak tanah dan sebatang korek api. Sehingga, selain limbah kabel serabut, limbah kabel lidi pun dikupas dengan cara ini.

Tapi pembakaran sampah kabel ini menghasilkan asap dengan bau yang sangat menyengat dan menimbulkan polusi bagi lingkungan. Alih-alih, menjaga lingkungan hidup, tindakan ini malah mengakibatkan efek pencemaran yang lebih terasa. Selain dapat menimbulkan gangguan pernapasan bagi orang yang tinggal

di sekitar proses pembakaran, tindakan ini juga dapat mengurangi lapisan ozon, menyumbangkan pemanasan global, tentu saja dengan efek lain yang semakin panjang.

Untuk itu, maka perlu adanya suatu mesin sebagai alat bantu untuk proses pengupasan limbah kabel yang mudah dioperasikan, murah, efisien dan yang pasti ramah lingkungan.

Pada suatu perancangan mesin dikenal salah satu metode analisis resiko yaitu *Potential Failure Mode and Effect Analysis* atau dapat disingkat dengan FMEA. FMEA adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk memastikan pontesi masalah pada suatu pengembangan produk dan proses. FMEA memperhitungkan setiap kemungkinan terjadinya kesalahan atau masalah pada produk tersebut mulai dari komponennya, hubungan antar komponen, proses manufakturnya hingga perawatannya. FMEA pada perancangan suatu produk dilakukan sejak konsep produk tersebut dibangun hingga produk tersebut tidak dipergunakan lagi. FMEA memprioritaskan keselamatan bagi pengguna dan pembuat produk (operator pada line produksi).

Mengingat pentingnya keselamatan pengguna dari Mesin Pengupas Limbah Kabel ini, maka pada proses perancangan Mesin Pengupas Limbah Kabel dilakukan pula analisis potensi kemungkinan terjadinya kesalahan serta efek yang ditimbulkan (*Potential Failure Mode and Effect Analysis*).

1.1. PERUMUSAN MASALAH

Pengolahan limbah kabel yang dilakukan oleh pemulung selama ini mengakibatkan terjadinya polusi udara. Oleh karena itu, diperlukan sebuah mesin pengupas kabel yang didesain untuk pemulung sehingga dapat mengurangi polusi udara yang ditimbulkannya. Mesin pengupas kabel ini dirancang melalui proses perancangan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan bagi pengguna dan mesin itu sendiri, menggunakan analisis potensi kemungkinan terjadinya kesalahan serta efek yang ditimbulkan (*Potential Failure Mode and Effect Analysis*). Dari masalah tersebut, dapat dirumuskan :

1. Bagaimanakah permintaan (*demands*) pemulung terhadap suatu mesin pengupas kabel ?
2. Manakah varian-varian yang mungkin ada dari mesin pengupas kabel ini ?

3. Bagaimanakah rancangan untuk mesin pengupas kabel yang dapat direalisasikan ?
4. Bagaimanakah prototipe dari desain mesin pengupas limbah kabel ini?
5. Bagaimanakah analisis potensi kesalahan dan efek yang terjadi ?
6. Pada subsistem manakah timbul RPN tertinggi yang perlu diperhatikan pada desain selanjutnya ?

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *QFD (Quality Function Deployment)*

QFD adalah metodologi dalam proses perancangan dan pengembangan produk atau layanan yang mampu mengintegrasikan ‘suara-suara konsumen’ ke dalam proses perancangannya. QFD sebenarnya adalah merupakan suatu jalan bagi perusahaan untuk mengidentifikasi dan memenuhi kebutuhan serta keinginan konsumen terhadap produk atau jasa yang dihasilkannya. Berikut ini dikemukakan beberapa definisi *Quality Function Deployment* menurut para pakar :

- 1) QFD merupakan metodologi untuk menterjemahkan keinginan dan kebutuhan konsumen ke dalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu (Akao,1990; Urban,1993).
- 2) QFD adalah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen (Cohen ,1995).
- 3) QFD adalah sebuah system pengembangan produk yang dimulai dari merancang produk, proses manufaktur, sampai produk tersebut ke tangan konsumen, dimana pengembangan produk berdasarkan keinginan konsumen (Djati,2003).

Quality Function Deployment direpresentasikan sebagai sebuah perubahan dari arus utama pengendalian kualitas manufaktur tradisional sederhana ke pengendalian kualitas desain produk. Penggunaan QFD untuk membantu mendefinisikan “apa yang di lakukan“ (*what to do*) dan transformasi yang *progresif* apa yang di lakukan ke dalam “bagaimana harus” (*how to*) dengan berbagai cara sehingga didapatkan hasil *performance* yang konsisten didalam memuaskan konsumen.

Pendekatan dasar yang digunakan dalam QFD adalah konsep yang hampir sama dengan praktik yang dilakukan oleh perusahaan-perusahaan manufaktur Amerika. Dimulai dengan identifikasi kebutuhan konsumen yang selalu dinyatakan dalam item kualitatif seperti kelihatan bagus, mudah digunakan, bekerja dengan baik, aman, bertahan lebih lama atau mewah.

2.1.1. Manfaat Penerapan QFD

Penggunaan metodologi QFD dalam proses perancangan dan pengembangan produk merupakan suatu nilai tambah bagi perusahaan. Sebab perusahaan akan mempunyai keunggulan kompetitif dengan menciptakan suatu produk atau jasa yang mampu memuaskan konsumen.

Manfaat-manfaat yang dapat diperoleh oleh pererapan QFD dalam proses perancangan produk adalah (Dale, 1994):

1. Meningkatkan kehandalan produk
2. Meningkatkan kualitas produk
3. Meningkatkan kepuasan konsumen
4. Memperpendek *time to market*
5. Mereduksi biaya perancangan
6. Meningkatkan komunikasi
7. Meningkatkan produktifitas

2.1.2. Keunggulan QFD

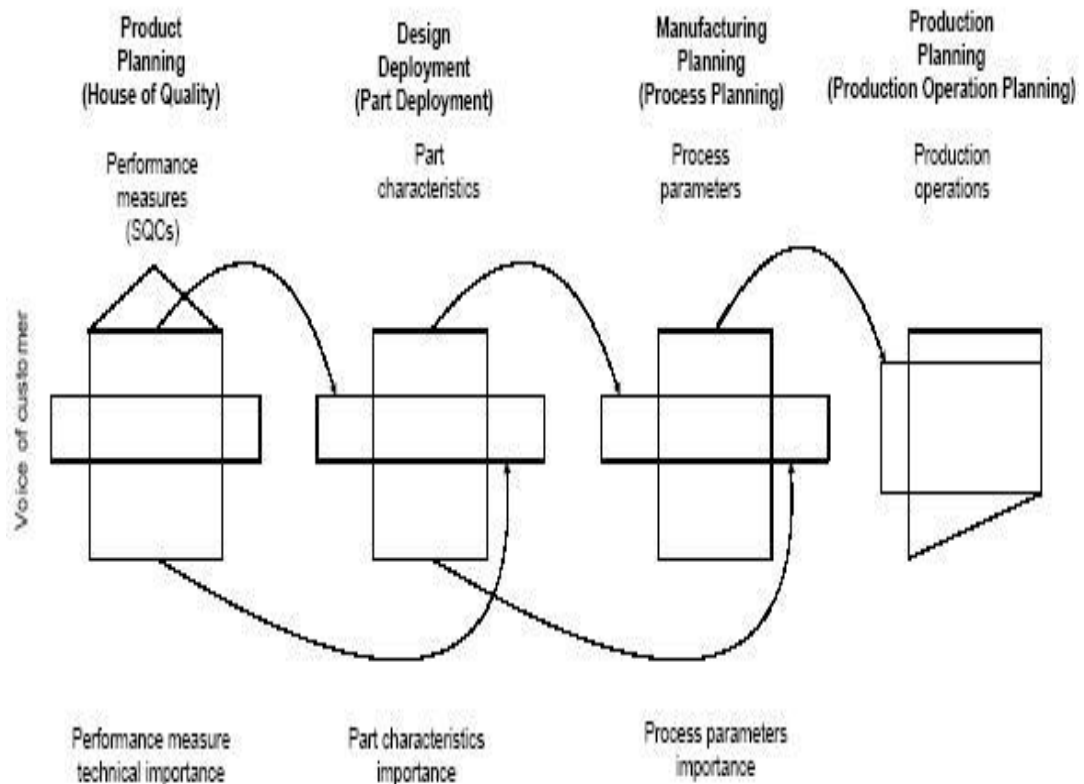
Keunggulan – keunggulan yang dimiliki QFD adalah :

1. Menyediakan format standar untuk menterjemahkan kebutuhan konsumen menjadi persyaratan teknis, sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen.
2. Menolong tim perancang untuk memfokuskan proses perancangan yang dilakukan pada fakta-fakta yang ada, bukan intuisi.
3. Selama proses perancangan, pembuatan keputusan “direkam” dalam matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang serta dimodifikasi dimasa yang akan datang.

2.1.3. Hierarki Matrik QFD

Dengan menggunakan metodologi QFD dalam proses perancangan dan pengembangan produk, maka akan dikenal empat jenis tahapan, yaitu masing-masing adalah :

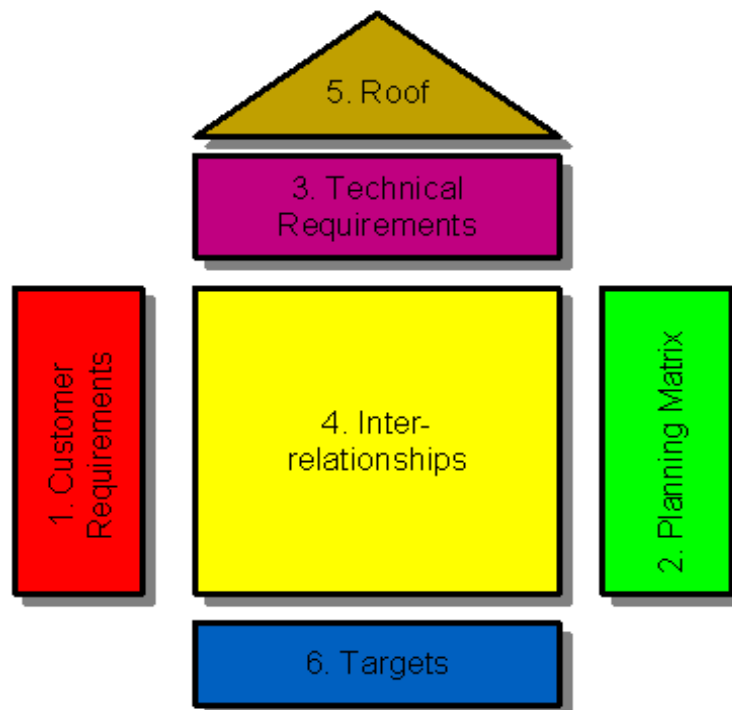
1. Tahap Perencanaan Produk (*House of Quality*) : menjelaskan tentang *customer needs, technical requirements, co-relationship, relationship, customer competitive evaluation, competitive technical assement, dan targets*. HOQ terdiri dari tujuh bagian utama tersebut.
2. Tahap Perencanaan Komponen (*Part Deployment*) : merupakan faktor-faktor teknis yang *critical* terhadap pengembangan produk.
3. Tahap Perencanaan Proses (*Process Planning*) : merupakan matriks proses pembuatan pengembangan suatu produk.
4. Tahap Perencanaan Produksi (*Production Planning*) : memaparkan tindakan yang perlu diambil didalam perbaikan kualitas produk.



Gambar 2.1 Tahapan QFD

2.1.4. House of Quality

Rumah kualitas atau biasa disebut juga *House of Quality* (HOQ) merupakan tahap pertama dalam penerapan metodologi QFD. Secara garis besar matriks ini adalah upaya untuk mengkonversi *voice of customer* secara langsung terhadap persyaratan teknis atau spesifikasi teknis dari produk atau jasa yang dihasilkan. Perusahaan akan berusaha mencapai persyaratan teknis yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan, dengan sebelumnya melakukan *benchmarking* terhadap produk pesaing. *Benchmarking* dilakukan untuk mengetahui posisi-posisi relative produk yang ada di pasaran yang merupakan competitor. Berikut ini adalah struktur matrik pada HOQ:



Gambar 2.2 *House Of Quality*

a. Bagian 1

Berisikan data atau informasi yang diperoleh dari penelitian pasar atas kebutuhan dan keinginan konsumen. “Suara konsumen” ini merupakan input dalam HOQ. Metode yang identifikasi kebutuhan konsumen yang biasa digunakan dalam suatu penelitian adalah wawancara, baik secara grup atau perorangan. Melalui wawancara, perancang dapat dengan bebas mengetahui lebih jauh kebutuhan konsumen. Wawancara secara perorangan dapat dianggap mencukupi, dalam arti cukup menggambarkan

kebutuhan konsumen sampai sekitar 90% adalah sebanyak 30 wawancara. Ini berdasarkan pada penelitian untuk suatu produk *picnic coolers* oleh Griffin dan Houser (Ulrich & Eppinger, 1995).

b. Bagian 2

Berisikan tiga jenis data yaitu:

1. Tingkat kepentingan dari tiap kebutuhan konsumen
2. Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk-produk yang dibandingkan.
3. Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru yang akan dikembangkan.

c. Bagian 3

Berisikan persyaratan-persyaratan teknis terhadap produk atau jasa baru yang akan dikembangkan. Data persyaratan teknis ini diturunkan berdasarkan “suara konsumen” yang telah diperoleh pada bagian A. Untuk setiap persyaratan teknis ditentukan satuan pengukuran, *Direction of Goodness* dan target yang harus dicapai. *Direction of Goodness* terdiri dari 3, yaitu:

1. *The More the Better* atau semakin besar semakin baik, target maksimal tidak terbatas.
2. *The Less the Better* atau semakin kecil semakin baik, target maksimal adalah nol.
3. *Target is Best* atau target maksimalnya adalah sedekat mungkin dengan suatu nilai nominal dimana tidak terdapat variasi disekitar nilai tersebut.

d. Bagian 4

Berisikan kekuatan hubungan antara persyaratan teknis dari produk atau jasa yang dikembangkan (bagian C) dengan “suara konsumen” (bagian A) yang mempengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan simbol tertentu atau angka tertentu. Berikut ini hubungan antara kepuasan pelanggan dengan persyaratan teknis, ada empat kemungkinan korelasi:

1. *Not linked (Blank)* diberi nilai nol. Perubahan pada persyaratan teknis, menurut *direction of goodness*-nya, tidak akan berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan.
2. *Possibly linked*, diberi nilai 1. Perubahan yang relatif besar pada persyaratan teknis, menurut *direction of goodness*-nya akan memberi sedikit perubahan pada kepuasan pelanggan.
3. *Moderate linked*, diberi nilai 3. Perubahan yang relative besar pada persyaratan teknis, menurut *direction of goodness*-nya, akan memberikan pengaruh yang cukup berarti pada kepuasan pelanggan.
4. *Strongly linked*, diberi nilai 9. Perubahan yang relative kecil pada persyaratan teknis, menurut *direction of goodness*-nya, akan memberikan pengaruh yang cukup berarti pada kepuasan pelanggan.

e. Bagian 5

Berisikan keterkaitan antar persyaratan teknis yang satu dengan persyaratan teknis yang lain yang terdapat pada bagian C. Korelasi antar persyaratan teknis tergantung pada *direction of goodness* dari setiap persyaratan teknis, ada lima kemungkinan:

1. *Strong Positive Impact* : perubahan pada persyaratan teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya, akan menimbulkan pengaruh positif kuat terhadap *direction of goodness* persyaratan teknis.
2. *Moderate Positive Impact* : perubahan pada persyaratan teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya, akan menimbulkan pengaruh positif yang sedang terhadap *direction of goodness* persyaratan teknis.
3. *No Impact* : perubahan pada persyaratan teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya, tidak akan menimbulkan pengaruh terhadap *direction of goodness* persyaratan teknis.
4. *Moderate Negative Impact (X)* : perubahan pada persyaratan teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya, akan menimbulkan pengaruh negatif yang sedang terhadap *direction of goodness* persyaratan teknis.

5. *Strong Negative Impact* (XX) : perubahan pada persyaratan teknis 1 ke arah *direction of goodness*-nya, akan menimbulkan pengaruh negative kuat terhadap *direction of goodness* persyaratan teknis.

f. Bagian 6

Berisikan tiga macam jenis data, yaitu :

1. Tingkat kepentingan (*ranking*) persyaratan teknis.
2. *Technical benchmarking* dari produk yang dibandingkan .
3. Target kinerja persyaratan teknis dari produk yang dikembangkan.

Dalam pembuatan *house of quality* (HoQ) dapat dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi semua kebutuhan dan keinginan pelanggan terhadap produk atau jasa yang ditawarkan.
2. Menterjemahkan kebutuhan pelanggan kedalam upaya perbaikan teknis atau karakteristik desain perusahaan (*hows*) yang menunjukkan bagaimana perusahaan memenuhi keinginan pelanggan.
3. Mencari hubungan antara setiap kebutuhan dan keinginan pelanggan dengan setiap usaha perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen (karakteristik desain).
4. Upaya perusahaan untuk memenuhi setiap karakteristik desain yang ditujukan untuk memenuhi keinginan kebutuhan pelanggan yang diberi nilai target berdasarkan tingkat kemudahan pelaksanaannya.
5. Menentukan hubungan antara setiap karakteristik desain dan disusun menjadi matriks korelasi yang terletak pada bagian atas (bagian 4) dari HOQ.
6. Menentukan tingkat kesulitan dari sudut pandang perusahaan, penerapan setiap karakteristik desain dapat dijabarkan dalam skala.
7. Membandingkan karakteristik desain dengan produk pesaing berdasarkan hasil identifikasi karakteristik pelanggan untuk menentukan karakteristik desain yang tepat, berdasarkan informasi langsung dari pelanggan.
8. Lakukan penilaian karakteristik produk yang telah dicapai oleh perusahaan juga bandingkan dengan pesaing.

9. Menghitung tingkat kepentingan dari setiap karakteristik pelanggan yang dinilai dalam angka dan tingkat kesulitan perusahaan menerapkan karakteristik desain untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dan absolute.

2.1.5. Matriks House Of Quality (HOQ)

Penilaian kinerja kualitas produk dilaksanakan dengan alat analisis *Quality Function Deployment* (QFD) yaitu suatu alat yang menggambarkan mekanisme terstruktur untuk menentukan kebutuhan pelanggan dan menterjemahkan kebutuhan-kebutuhan tersebut ke dalam kebutuhan teknis yang relevan. QFD mencakup monitor dan pengendalian yang tepat dari proses operasional menuju sasaran. Matriks *House Of Quality* adalah bentuk yang paling dikenal dari QFD (Gaspersz, 2001). Bentuk umum matriks.

Tahapan penggunaan QFD menurut Marimin (2004), sebagai berikut:

1. Mendengarkan suara konsumen dengan menentukan harapan pelanggan.
Caranya :
 - a. Penentuan konsumen ahli yang akan dilibatkan dalam identifikasi dan rating harapan pelanggan.
 - b. Wawancara dengan konsumen ahli, hasil wawancara berupa atribut kualitas, kemudian dilakukan pembobotan dengan menggunakan perbandingan berpasangan. Hasilnya berupa bobot yang kemudian dikonversikan dalam rangking.
2. Membuat matriks proses yang ada dalam perusahaan.
3. Menentukan hubungan keterkaitan antara atribut dengan karakteristik proses dengan nilai yang telah ditetapkan.
4. Menentukan kepuasan konsumen dan juga perbandingan kinerja perusahaan. Untuk kepuasan konsumen dengan perhitungan:

Perhitungan total nilai:

$$(N1 \times 1) + (N2 \times 2) + (N3 \times 3) + (N4 \times 4) + (N5 \times 5)$$

N1 = Jumlah Responden dengan jawaban “ sangat tidak memuaskan”

N2 = Jumlah Responden dengan jawaban “ tidak memuaskan”

N3 = Jumlah Responden dengan jawaban “ cukup”

N4 = Jumlah Responden dengan jawaban “ memuaskan”

N5 = Jumlah Responden dengan jawaban “ sangat memuaskan”

Total nilai yang diperoleh kemudian dibagi dengan jumlah interval kelas untuk memperoleh nilai indeks. Langkah untuk perumusan *customer rating* adalah :

1. Mencari nilai indeks maksimum (NA maks) dan indeks minimum (NA min) kemudian menghitung *range* (NA maks–NA min).
2. Membuat interval kelas.
Menentukan tingkat kepuasan dari setiap nilai yang diperoleh dari setiap atribut *customer requirement* berdasarkan nilai indeks masing-masing.
5. Menentukan trade roof atau keterkaitan antara karakteristik proses satu dengan lainnya dengan nilai hubungan yang ditetapkan
6. Menentukan tingkat kepentingan dan nilai relatif.

Nilai tingkat kepentingan karakteristik proses ke-y :

=Bobot konversi tiap atribut x Nilai keterkaitan karakteristik proses ke-y.

Nilai relatif Karakteristik proses ke-y :

= Tingkat kepentingan proses / jumlah total nilai kepentingan.

Keuntungan utama dari metode matriks QFD menurut Gaspersz (2001)

adalah sebagai berikut:

1. Memperjelas area dimana tim pengembangan produk perlu untuk memenuhi informasi dalam mendefenisikan produk atau jasa yang akan memenuhi kebutuhan konsumen.
2. Mempunyai bentuk yang jelas dan teratur serta kemampuan untuk penelusuran kembali pada kebutuhan konsumen dari seluruh data atau informasi yang tim produk butuhkan untuk membuat keputusan yang tepat dalam hal defenisi, desain, produksi dan penyediaan produk.
3. Menyediakan forum untuk analisa masalah yang timbul dari data yang tersedia mengenai kepuasan konsumen dan kemampuan kompetisi produk atau jasa.
4. Menyimpan perencanaan untuk produk sebagai hasil keputusan bersama.
5. Dapat digunakan untuk mengkomunikasikan rencana terhadap produk untuk mendukung manajemen dari pihak lainnya yang bertanggungjawab terhadap implementasi dari rencana tersebut.

Untuk pelaksanaan strategi, dengan *Quality Function Deployment*(QFD) digunakan teknik-teknik lain sebagai alat bantu, yaitu *pairwise comparisons* (perbandingan berpasangan) dan *benchmarking*. QFD untuk mengetahui kebutuhan dan harapan pelanggan atau mengadakan evaluasi dan hubungan antara variabel dengan kepuasan pelanggan. *Pairwise comparisons* untuk penetapan prioritas terhadap kebutuhan dan harapan pelanggan. *Benchmarking* untuk membantu para pengambil keputusan untuk mengetahui kondisi pasar dan kondisi pesaing sehingga perusahaan dapat memberikan yang terbaik bagi pelanggan.

2.2. *Pengertian FMEA (Failure Modes and Effect Analysis)*

FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) adalah suatu metoda untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan kegagalan yang sering terjadi dari suatu produk atau proses. FMEA terdahulu menggunakan tiga faktor antara lain adalah *occurrence* (kemungkinan sering terjadi kesalahan), *severity* (bahaya yang timbul), dan *detection* (pendeteksian), ketiga unsur tersebut digunakan untuk menentukan angka-angka prioritas resiko ($RPN = Risk Priority Number$)

FMEA adalah suatu aktifitas yang penting di dalam suatu perusahaan atau masyarakat dalam membuat suatu produk. Sebab FMEA adalah suatu aktifitas yang mempengaruhi keseluruhan proses. Mengenai perwujudan produk, proses atau caranya perlu dengan baik direncanakan untuk menjadi efektif secara menyeluruh.

Ada beberapa alasan mengapa perlu menggunakan FMEA salah satunya adalah lebih baik mencegah terjadinya kegagalan dari pada memperbaiki kegagalan, meningkatkan peluang untuk dapat mendeteksi terjadinya suatu kegagalan, mengidentifikasi penyebab kegagalan terbesar dan mengeliminasinya, mengurangi peluang terjadinya kegagalan dan membangun kualitas dari produk dan proses.

FMEA akan sangat berguna sebagai suatu aktifitas *before the event*. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan FMEA diantaranya meningkatkan keamanan, kualitas dan keandalan, nama baik perusahaan, kepuasan konsumen, biaya pengembangan yang lebih murah dan adanya catat historis dari peristiwa kegagalan.

Jika FMEA pada suatu produk tidak diperhatikan maka akan mengakibatkan produk yang sudah jadi mengalami banyak masalah yang berakibat fatal pada pembuat produk tersebut. Suatu mode kegagalan adalah semua yang termasuk dalam kecacatan, kondisi diluar spesifikasi yang ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk. Tahapan FMEA sendiri adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi mode-mode kegagalan potensial selama proses/ *failure mode*.
2. Mengidentifikasi akibat kegagalan yang dialami pelanggan/ *failure effect*.
3. Tentukan nilai *severity* .
4. Mengidentifikasi penyebab – penyebab dari kegagalan/ *causes*.
5. Tentukan nilai *occurence*.
6. Mengidentifikasi pengendalian proses *detection* dan *prevention/ current* proses kontrol.
7. Tentukan nilai *detection*.
8. Hitung nilai RPN untuk menentukan prioritas tindakan yang harus diambil.
9. Tentukan tindakan yang harus diambil.
10. Hitung nilai *occurence*, deteksi dan RPN yang baru.

Tabel 2.1. kategori utama FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*)

Tugas FMEA	Hasil
Identifikasi kegagalan	Mengurangi kegagalan Penyebab→Model kegagalan→Efekt
Prioritas kegagalan	Menilai Angka-Angka Prioritas Resiko (RPN) $RPN = Occurrence \times Severity \times Deteksi$
Mengurangi resiko	Mengurangi resiko melalui : keandalan, menguji rencana, memproduksi perubahan, pemeriksaan, dll.

Disain FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*)

Disain FMEA adalah suatu proses untuk menganalisa beberapa jenis variasi dari suatu produk yang ingin di produksi dan kemungkinan kegagalan dari masing-masing variasi tersebut.

Dalam disain FMEA harus memperhatikan beberapa hal diantaranya adalah keinginan pelanggan, kerja sama tim, diagram blok dan parameter diagram.

- a. Keinginan pelanggan

Dalam membuat produk yang diinginkan pelanggan harus membuat tanya jawab ke lapangan beberapa kali.

Dalam tanya jawab ke konsumen di dapatkan suatu kesimpulan apa yang diinginkan oleh para konsumen. Kemudian dibuatlah variasi- variasi produk tersebut.

b. Pendekatan Tim

Pendekatan dan kerjasama tim sangat diperlukan dalam membuat suatu rancangan produk, karena dari masing-masing tim mempunyai ide-ide dari pertanyaan yang di tanyakan ke lapangan.

c. Blok diagram

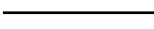
Blok diagram adalah suatu gambar yang menampilkan hubungan antara komponen yang satu dengan yang lainnya, Indikasi blokdiagram mempunyai interaksi antara component dan subsistem dalam lingkup disain.


Kuncinya:

Satu jalur fungsi = 

Dua jalur fungsi = 

Garis batas = 

Alat penghubung = 

Penggabungan = 

d. Parameter diagram

Parameter diagram adalah suatu struktur alat untuk menolong tim dalam memahami fungsi dari disain produk tersebut.

Tim dapat menganalisis masukan dan keluaran apa yang diharapkan untuk disain tersebut dan apa-apa saja fakto-faktor yang mengendalikan dan dikendalikannya serta dampaknya.

2.2.1. Occurrence (O)

Occurrence adalah seberapa sering terjadinya kesalahan atau kegagalan. Kemungkinan dari *occurrence* memiliki maksud yang relatif dari pada nilai *absolute*.

Bayangkan kemungkinan dari *occurrence* dari penyebab potensial dari kegagalan dengan nilai 1 sampai 10 dari skala. Sistem peringkat *occurrence* yang

konsisten dapat digunakan untuk menjamin suatu yang berkelanjutan. Nomor peringkat *occurrence* merupakan peringkat relatif pada kemampuan FMEA

Insiden per unit digunakan untuk mengidentifikasi banyaknya kegagalan yang dapat diantisipasi selama proses eksekusinya. Jika data statistik tersedia pada proses yang sama, data tersebut seharusnya digunakan untuk menentukan peringkat *occurrence*. Pada kasus lain, penilaian subjektif dapat dibuat menggunakan kalimat deskripsi pada bagian kiri tabel, sepanjang masukan dari sumber informasi yang sesuai.

Kriteria evaluasi yang diusulkan adalah tim seharusnya setuju dengan kriteria evaluasi dan system peringkat dan menjalankannya secara konsisten, jika dimodifikasikan untuk analisa proses secara individu, *occurrence* harus diestimasikan menggunakan skala 1 sampai 10 berdasarkan table 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Penilaian *Occurrence* (Tingkat Kejadian)

Bentuk Kegagalan	Kriteria: Kejadian dari Penyebab – DFMEA (Rancang usia/kehandalan dari bagian/Mesin)	Kriteria: Kejadian dari Penyebab – DFMEA (Kejadian per bagian/Mesin)	Nilai
Sangat Tinggi	Teknologi/rancangan baru dengan tidak ada sejarah	Teknologi/rancangan baru dengan tidak ada sejarah	10
Tinggi	Kegagalan tidak dapat dihindari dengan rancangan baru, aplikasi baru, atau perubahan dalam siklus kerja/kondisi beroperasi	50 per seribu 1 dalam 20	9
	Kegagalan kelihatannya dihindari dengan rancangan baru, aplikasi baru, atau perubahan dalam siklus kerja/kondisi beroperasi	20 per seribu 1 dalam 50	8
Tinggi	Kegagalan kelihatannya dihindari dengan rancangan baru, aplikasi baru, atau perubahan dalam siklus kerja/kondisi beroperasi	10 per seribu 1 dalam 100	7
Cukup	Kegagalan yang sering dikaitkan dengan rancangan yang sama atau dalam simulasi rancangan atau pengetesan	2 per seribu 1 dalam 500	6
	Kegagalan yang jarang dikaitkan dengan rancangan yang sama atau dalam simulasi rancangan atau pengetesan	0.5 per seribu 1 dalam 2000	5
	Kegagalan yang terisolasi dikaitkan dengan rancangan yang sama atau dalam simulasi rancangan atau pengetesan	0,1 per seribu 1 dalam 10000	4
Rendah	Hanya kegagalan yang diisolasi yang dikaitkan dengan rancangan yang hamper identik	0,01 per seribu 1 dalam 100000	3

	atau dalam simulasi rancangan dan pengetesan		
	Tidak ada kegagalan yang diobservasi yang dikaitkan dengan rancangan yang hampir identik atau dalam simulasi rancangan dan pengetesan	$\leq 0,001$ per seribu 1 dalam 1000000	2
Sangat Rendah	Kegagalan dihilangkan dengan pengaturan preventif	Kegagalan dihilangkan dengan pengaturan preventif	1

2.2.2. Severity (S)

Severity adalah suatu nilai yang berhubungan dengan efek paling serius untuk gaya kegagalan dan merupakan nilai relatif pada ruang lingkup FMEA.

Suatu kelompok harus setuju pada kriteria evaluasi dan sistem peringkat serta menerapkan secara konsisten, bahkan jika dimodifikasi pada proses analisa individu.

Tidak direkomendasi untuk memodifikasi peringkat yang di kreteriakan dari nilai 9 dan 10. Mode kegagalan dengan peringkat *severity* 1 seharusnya tidak dianalisa lebih jauh, karena produk tersebut sudah aman. Untuk lebih jelas nya bisa di lihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel.2.3.Penilaian Kriteria Evaluasi *Severity*(Efek Serius)

Efek	Kriteria: Efek Serius Pada Produk	Tingkat
Kegagalan memenuhi keamanan dan/atau kebutuhan aturan	Mode kegagalan potensial mempengaruhi keamanan operasi mesin dan/atau termasuk ketidakterpenuhinya dengan peraturan pemerintah tanpa peringatan	10
	Mode kegagalan potensial mempengaruhi keamanan operasi mesin dan/atau termasuk ketidakterpenuhinya dengan peraturan pemerintah dengan peringatan	9
Kerugian atau Degradasi dari Fungsi Utama	Kerugian dari fungsi utama (mesin yang tidak beroperasi, tidak mempengaruhi keamanan pengoperasian mesin)	8
	Degradasi dari fungsi utama (mesin dapat beroperasi, tetapi pada level kinerja yang berkurang)	7
Kerugian atau Degradasi dari Fungsi Kedua	Kerugian dari fungsi kedua (mesin dapat beroperasi, tetapi fungsi kenyamanan tidak dapat beroperasi)	6
	Degradasi dari fungsi kedua (mesin dapat beroperasi, tetapi fungsi kenyamanan berada pada level kinerja yang berkurang)	5
Gangguan	Gangguan yang tampak atau kedengaran, mesin dapat beroperasi, bagian tidak dicocokkan atau diperhatikan kebanyakan pelanggan (> 75%)	4
	Gangguan yang tampak atau kedengaran, mesin dapat beroperasi, bagian tidak dicocokkan atau diperhatikan banyak pelanggan (50%)	3
	Gangguan yang tampak atau mesin, kendaraan dapat beroperasi, bagian tidak dicocokkan atau diperhatikan pelanggan teliti (< 25%)	2
Tidak ada efek	Tidak ada efek yang dapat dilihat	1

2.2.3. Detection (D)

Detection adalah peringkat yang berhubungan dengan kriteria baik dan terdapat pada kolom kontrol deteksi. Ketika lebih dari satu kontroll dikenali,

direkomendasikan dalam deteksi dari masing-masing kendali kemudian dimasukkan sebagai bahan dari penjelasan kontrol tersebut. Simpan nilai peringkat terendah pada kolom deteksi.

Pendekatan yang direkomendasikan untuk deteksi kontrol *current design* adalah untuk mengasumsikan kegagalan yang terjadi dan kemudian menetapkan kemampuan dari kontrol disain dalam mendeteksi model kegagalan.

Jangan menentukan lebih dahulu bahwa peringkat deteksi menjadi rendah karena *occurrence* rendah. Sangat penting untuk menentukan kemampuan dari kontrol disain untuk mendeteksi frekuensi kegagalan yang rendah atau mengurangi resiko yang akan terjadi selama prosesnya.

Deteksi merupakan peringkat relatif dengan pendekatan FMEA. Untuk menentukan peringkat terendah, secara umum kontrol disain harus dievaluasi. Kriteria evaluasi yang diusulkan adalah tim seharusnya setuju dengan kriteria evaluasi dan sistem peringkat dan menjalankannya secara konsisten, jika dimodifikasikan untuk analisa proses secara individu, deteksi harus diestimasi menggunakan skala 1 sampai 10 berdasarkan tabel 2.4 di bawah ini:

Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi Penilaian Deteksi

Kesempatan untuk Mendeteksi	Kriteria: Bentuk Deteksi melalui Kontrol Rancang	NILAI	Bentuk Deteksi
Tidak ada kesempatan mendeteksi	Tidak ada kontrol rancang. Tidak dapat mendeteksi atau dianalisa	10	Hampir Tidak Mungkin
Kelihatannya tidak dapat dideteksi di setiap tahap	Analisa rancang/ kontrol deteksi memiliki suatu kemampuan deteksi yang lemah.	9	Sangat Remote
Penghentian Rancangan Akhir yang mengacu pada peluncuran (Launching)	Verifikasi/validasi produk setelah penghentian rancangan yang mengacu pada peluncuran dengan pengetesan lulus/gagal	8	Remote
	Verifikasi/validasi produk setelah penghentian rancangan yang mengacu pada peluncuran dengan pengetesan gagal (Tes kegagalan dari interaksi sistem, dll)	7	Sangat Rendah
	Verifikasi/validasi produk setelah penghentian rancangan yang mengacu pada peluncuran dengan pengetesan degradasi (test daya tahan, seperti pengecekan fungsi)	6	Rendah

Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi Penilaian Deteksi (Lanjutan)

Kesempatan untuk Mendeteksi	Kriteria: Bentuk Deteksi melalui Kontrol Rancang	NILAI	Bentuk Deteksi
Mengacu pada Penghentian Rancang	Validasi produk (pengetesan daya tahan, pengembangan atau test validasi) mengacu pada penghentian rancangan menggunakan test lulus/gagal (misal, kriteria penerimaan untuk kinerja, pengecekan fungsi, dll)	5	Cukup
	Validasi produk (pengetesan daya tahan, pengembangan atau test validasi) mengacu pada penghentian rancangan menggunakan test gagal (misal, hingga bocor, karat, retak, dll)	4	Cukup Tinggi
	Validasi produk (pengetesan daya tahan, pengembangan atau test validasi) mengacu pada penghentian rancangan menggunakan test gagal (misal, hingga bocor, karat, retak, dll)	3	Tinggi
Analisa Virtual – Yang dikorelasikan	Kontrol deteksi analisa rancang memiliki kemampuan deteksi yang kuat. Analisa virtual (missal, CAE, FAE, dll) dikorelasikan tinggi dengan kondisi operasi aktual yang diharapkan yang mengacu pada penghentian rancangan	2	Sangat Tinggi
Deteksi tidak dapat dideteksi: Pencegahan gagal	Penyebab kegagalan atau mode kegagalan tidak dapat terjadi karena sudah dihindari melalui solusi rancang (misal standar rancang yang dibuktikan, praktek yang terbaik atau material umum, dll)	1	Hampir Pasti

2.2.4. Menentukan Angka-Angka Prioritas Resiko (RPN)

Satu pendekatan untuk membantu dalam memprioritaskan kegiatan yaitu menggunakan angka-angka prioritas resiko. RPN (*Risk Priority Number*) digunakan oleh banyak FMEA memeriksa prosedur untuk menilai resiko yang menggunakan tiga ukuran-ukuran ini : *occurrence, severity, detection*.

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D)$$

Pada ruang lingkup individu FMEA, nilai ini mencakup antara 1 – 1000. Penerapan RPN seharusnya diasumsikan pada resiko ukuran relatif dan peningkatan yang terus-menerus tidak diperlukan. Sebagai contoh, jika pelanggan menerapkan suatu ambang sembarang dari 100 seperti berikut ini , pemasok perlu bereaksi terhadap karakteristik B dengan RPN 112.

Nama Barang	Severity	Occurence	Detection	RPN
A	9	2	5	90
B	7	4	4	112

Di dalam contoh ini, karakteristik B mempunyai RPN lebih tinggi, padahal seharusnya prioritas kerja adalah pada A karena mempunyai nilai *severity* 9, walaupun RPN nya adalah 90, yang mana lebih rendah dan dibawah dari nilai ambang. Untuk mengetahui analisa kegagalan perancangan produk dengan menggunakan sistem FMEA di bawah ini diperlihatkan contoh tabel 2.5 form pengisian data.

Keterangan contoh tabel 2.5 Desain Failure Mode And Efeck Analysis

***Header* dari form disain FMEA (A_H)**

Berikut ini menggambarkan informasi yang dimasukan pada form. *Header* harus dengan jelas mengidentifikasi fokus dari FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) sebagai informasi yang berkaitan dengan pengembangan dokumen dan proses kontrol. Hal ini harus termasuk nomor FMEA, identifikasi dari bidang, respon desain, tanggal penyelesaian dan seterusnya. *Header* mengandung elemen-elemen sebagai berikut:.

Nomor FMEA (A)

Masukan bilangan alfa numerik yang digunakan untuk mengidentifikasi dokumen FMEA. Hal ini digunakan untuk kontrol dokumen.

Sistem, Subsistim atau nama komponen dan Nomor (B)

Masukkan nama dan nomor dari sistem, subsistem dan komponen yang sedang dianalisis.

Respon Disain (C)

Masukan OEM, organisasi dan departemen atau grup yang merespon desain. Masukan juga nama organisasi cadangan, jika dapat diaplikasikan.

Tahun Model/ Program (D)

Masukan tahun model dan program yang akan digunakan atau dipengaruhi oleh desain selama analisis.

Respon Disain (C)

Masukan OEM, organisasi dan departemen atau grup yang merespon desain. Masukan juga nama organisasi cadangan, jika dapat diaplikasikan.

Tahun Model/ Program (D)

Masukan tahun model dan program yang akan digunakan atau dipengaruhi oleh desain selama analisis.

Tanggal Kunci (E)

Masukan tanggal inisial DFMEA, yang tidak melebihi dari tanggal terbit desain produksi yang direncanakan

___ System
 ___ Subsystem
 ___ Komponen **B**
 Tahun Model **D**
 Tim Inti **G**

**POTENSIAL
 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS
 (DESAIN FMEA)**

Respon Desain **C**
 Tanggal **E**

No FMEA **A**
 Hal _____
 Persiapan **H**
 Tgl FMEA **F**

Tabel 2.5 Contoh Form DFMEA

NAMA FUNGSI	KEBUTUHAN	MODEL KEGAGALAN	POTENSI EFEK KEGAGALAN	SEVERITY	KLASIFIKASI	POTENSI PENYEBAB KEGAGALAN	CURRENT DESIGN				RPN	TINDAKAN REKOMENDASI	RESPON DAN TANGGAL TARGET	HASIL KERJA				
							KONTROL DESIGN	OCCURENCE	DETEKSI KONTROL DESIGN	DETEKSI				TANGGAL EFEKTIF	SEVERITY	OCCURENCE	DETEKSI	RPN
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

Tanggal FMEA (F)

Masukan tanggal asli DFMEA yang telah selesai dan tanggal revisi yang terakhir.

Tim inti (G)

Masukan respon tim untuk mengembangkan DFMEA. Sumber informasi(contoh, nama, organisasi, no telpon dan email) mungkin termasuk dalam bahan yang direferensikan.

Persiapan (H)

Masukan nama dan info kontak termasuk organisasi(perusahaan) dari respon teknik untuk menyiapkan DFMEA.

Bagian tubuh dari form DFMEA (a-n)

Bagian tubuh dari FMEA mengandung analisis resiko yang berkaitan dengan kegagalan potensial dan penambahan aksi yang diambil.

Bagian/ Fungsi/ Kebutuhan (a)

Bagian/fungsi dapat dipisahkan menjadi 2 kolom atau dikombinasikan menjadi satu kolom yang meliputi elemen ini. Keduanya dapat digabungkan atau dipisah. Komponen mungkin dapat didaftar pada kolom dan dapat ditambahkan bagan pada fungsi atau

kebutuhan yang mengandung bagian itu. “Bagian”, “fungsi”, dan “ Kebutuhan” dijabarkan dibawah ini:

Bagian (a1)

Masukan bagian yang telah diidentifikasi pada diagram blok, P-diagram, skema dan gambar lainnya serta analisis lainnya yang dipengaruhi oleh tim.

Termilogi yang digunakan harus konsisten dengan kebutuhan pelanggan dan digunakan pada dokumen pengembangan disain serta analisis untuk menjamin kemampuan duplikat.

Fungsi (a1)

Masukan nilai fungsi dari bagian yang sedang dianalisis yang dibutuhkan untuk menentukan desain pada kebutuhan pelanggan dan didiskusikan oleh tim. Jika bagian tersebut memiliki lebih dari satu fungsi dengan potensi kesalahan yang berbeda hal tersebut sangat direkomendasikan bahwa masing-masing fungsi ini dan mode kegagalan dipisahkan.

Kebutuhan (a2)

Kolom tambahan Kebutuhan, mungkin ditambahkan analisis selanjutnya dari kegagalan. Masukan kebutuhan untuk masing-masing fungsi yang sedang di analisis. Jika fungsi tersebut memiliki lebih dari satu kebutuhan dengan tingkat kegagalan

yang berbeda, hal tersebut sangat di rekomendasikan bahwa masing-masing kebutuhan dan fungsi telah dipisahkan.

Mode Kegagalan Potensial (b)

Pada kolom ini dituliskan potensi kegagalan yang mungkin terjadi pada komponen, subsistem atau sistem.

Identifikasi kegagalan yang timbul terhadap fungsi yang dibutuhkan. Kegagalan harus digambarkan pada kondisi teknik dan suatu yang tidak harus diketahui oleh pelanggan.

Potensial kegagalan sering terjadi hanya pada kondisi operasi(contoh :panas, dingin, kering, debu dan lain-lain) dari pada kondisi lain, hal ini harus diperhitungkan.

Kegagalan potensial mungkin juga disebabkan oleh kegagalan potensial pada tingkat subsistem,sistem yang lebih tinggi atau efek dari salah satu tingkat komponen yang lebih rendah.

Contoh kegagalan berhubungan pada kebutuhan yang berbeda seperti digambarkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.6 Contoh Form Potensial Mode Kegagalan

Nama barang	Fungsi	Kebutuhan	Mode Kegagalan

Efek Potensial kegagalan (c)

Efek potensial kegagalan ini adalah suatu efek yang digambarkan yang menyangkut gaya kegagalan pada fungsi ketika suatu produk dirasakan oleh pelanggan.

Menyatakan dengan jelas jika kegagalan dapat berdampak pada keselamatan. Efek yang dinyatakan dalam kaitan dengan sistem yang spesifik, subsistem, atau komponen yang sedang dianalisa. Tetapi yang harus diingat pula bahwa suatu hubungan hirarkis ada diantara komponen, subsistem dan tingkat sistem.

Tabel 2.7. Contoh Form Efek Potensial

Nama Barang	Mode Kegagalan	Efek

Severity (d)

Severity adalah suatu nilai yang berhubungan dengan efek paling serius untuk gaya kegagalan dan merupakan nilai relative pada ruang lingkup FMEA.

Nilai severity yang telah dijelaskan pada bagian 2.2.2 di tuliskan pada kolom ini.

Untuk memudahkan perhitungan severity dapat digunakan tabel bantu seperti dibawah ini

Tabel 2.8 Contoh Form Evaluasi Kriteria *Severity*

Efek	Efek Pelanggan	Nilai

Clasifikasi (e)

Kolom ini dapat digunakan sebagai *high light* (tanda) terhadap kegagalan dengan prioritas tertinggi dan penyebab-penyebabnya.

Mekanisme penyebab potensial mode kegagalan(f)

Dalam membuat FMEA mengidentifikasi semua potensi penyebab mode kegagalan adalah kunci dari suatu analisis program.

Occurrence (g)

Occurrence adalah seberapa sering terjadinya kesalahan atau kegagalan.

Kemungkinan dari *occurrence* memiliki maksud yang relatif dari pada nilai *absolute*.

Nilai *severity* yang telah dijelaskan pada bagian 2.2.1 di tuliskan pada kolom ini.

Control design current (h)

Control design current adalah sebuah aktifitas yang telah dilaksanakan sebagai bagian dari proses disain yang telah diselesaikan atau diputuskan dan akan memastikan kecukupan disain sebagai fungsi disain dan kebutuhan-kebutuhan yang *reliable* dengan berapa pertimbangan

Terdapat 2 tipe kontrol desain :

- Pencegahan

Mencegah dari mekanisme kegagalan atau model kegagalan dari seringnya terjadi atau pengurangan dari *occurrence*.

- *Detection*

Mengidentifikasi adanya suatu penyebabnya, yang menimbulkan mekanisme kegagalan atau model kegagalan , baik dengan analisis atau metode fisis, sebelum komponen tersebut diluncurkan untuk diproduksi.

Pendekatan yang disukai pertama-tama gunakan kontrol pencegahan, jika dimungkinkan. Peringkat *occurrence* akan dipengaruhi oleh kontrol pencegahan yang disediakan akan menjadi bagian dari desain.

Detection (D) (i)

Nilai *detection* yang telah dijelaskan pada bagian 2.2.3 di tuliskan pada kolom ini.

Evaluasi Resiko ;

Risk Priority Number (RPN) (j)

Nilai RPN yang telah dijelaskan pada bagian 2.2.4 di tuliskan pada kolom ini.

Pekerjaan Yang Dianjurkan (k)

Pada umumnya, aksi pencegahan lebih baik digunakan untuk deteksi. Sebuah contoh dalam hal ini adalah penggunaan standard disain terbaik lebih dari verifikasi produk setelah disain selesai.

Maksud dari kerja yang dianjurkan adalah untuk memperbaiki disain. Dalam melakukan identifikasi harus mempertimbangkan penggunaan peringkat pada hal berikut: *severity*, *occurrence* dan *detection*. Contoh pendekatan untuk mengurangi hal ini dijelaskan dibawah ini :

Untuk mengurangi peringkat *severity* (s) :hanya refisi disain yang dapat menyebabkan reduksi peringkat ini

Peringkat *severity* yang tinggi kadang-kadang dapat dikurangi dengan membuat revisi disain untuk mengimbangi atau mengurangi kegagalan dari *severity* contohnya: kebutuhan ban untuk penggunaan tekanan angina. Kemungkinan dari efek kegagalan adalah kehilangantekanan udara secara cepat akan berdampak pada kempis ban.

Perubahan disain tidak hanya menjelaskan bahwa *severity* akan berkurang. Perubahan disain lainnya harus dilihat kembali oleh tim untuk menetapkan efek pada fungsi produk dan proses.

Untuk efektifitas maksimum dan efisiensi dari pendekatan ini, perubahan pada produk dan disain proses harus diimplementasikan lebih awal pada proses pengembangan, contohnya material alternatif mungkin dibutuhkan untuk mengembangkan dan mengurangi korosi *severity*.

Untuk mengurangi peringkat *occurrence* (o) : pengurangan peringkat *occurrence* dapat disebabkan dengan menghilangkan atau mengontrol satu bahkan lebih penyebab dari kegagalan dengan revisi disain. Hal dibawah ini dapat dipertimbangkan:

- Ketahanan terhadap kesalahan disain untuk mengurangi kegagalan.
- Revisi geometri disain dan toleransi.
- Revisi disain untuk mengurangi tegangan atau membuang komponen yang rusak.
- Menambah ketahanan.
- Revisi spesifik material.

Untuk mengurangi peningkatan detection (D) : metode yang disukai adalah menggunakan ketahanan terhadap kesalahan . Peningkatan pada validasi disain harus menghasilkan reduksi dari peringkat *detection*. Pada beberapa kasus, perubahan disain pada komponen khusus mungkin dibutuhkan untuk meningkatkan *detection*. Dalam hal ini perlu mempertimbangkan:

- Disain dari eksperimen.
- Revisi perancangan tes.

Jika tidak direkomendasikan untuk kombinasi kegagalan yang spesifik, indikasikan hal ini dengan memasukkan “none” pada kolom ini . Hal ini mungkin dapat berguna jika “none” dimasukkan khususnya pada kasus *severity* yang tinggi. Untuk disain dapat dipertimbangkan dengan menggunakan hal dibawah ini :

- Hasil disain DOE atau tes.
- Analisis disain yang harus mengkonfirmasi bahwa solusi adalah efektif dan tidak membawa potensi kegagalan yang baru.
- Gambar atau model untuk konfirmasi perubahan fisis dari fitur yang ditargetkan.
- Hasil dari disain sebelumnya.
- Ubah pada petunjuk desain standard yang diberikan.
- Hasil analisis yang *reliable*.

Respon Dan Target Yang Harus Diselesaikan (I)

Masukan nama dari masing-masing individu dan respon organisasi untuk menyelesaikan rekomendasi sendiri-sendiri termasuk target yang harus diselesaikan. Respon disain teknisi adalah untuk aksi yang direkomendasikan telah diimplementasikan atau yang telah ditetapkan.

Hasil Kerja (m-n)

Pada bagian ini identifikasi hasil dari beberapa kerja yang diambil dan tanggal selesaikannya.

Kerja Yang Diambil Dan Tanggal Penyelesaian (m)

Setelah kerja diimplementasikan, masukkan deskripsi dari aksi yang diambil dan tanggal yang harus diselesaikan.

Severity, Occurrence, Detection Dan RPN (n)

Setelah koreksi selesai dilakukan, tentukan dan simpan hasil dari *severity*, *occurrence* dan peringkat *detection*. Hitunglah dan simpan hasil indikator prioritas (RPN).

Semua peringkat revisi harus di ulang. Kerja individu tidak menjamin bahwa masalah tersebut dapat dipecahkan, kemudian analisis atau tes harus diselesaikan sebagai verifikasi. Jika kerja kedepannya dipertimbangkan, ulangi analisis. Fokus harus selalu terus ditambah.

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menghasilkan prototipe dari suatu desain mesin pengupas limbah kabel dengan memperhitungkan potensi kegagalan dan analisis efek yang ditimbulkan (*Failure Mode and Effect Analysis*). Mesin pengupas kabel ini harus mengakomodasi kebutuhan dari pemulung untuk memudahkan proses daur ulang limbah kabel.

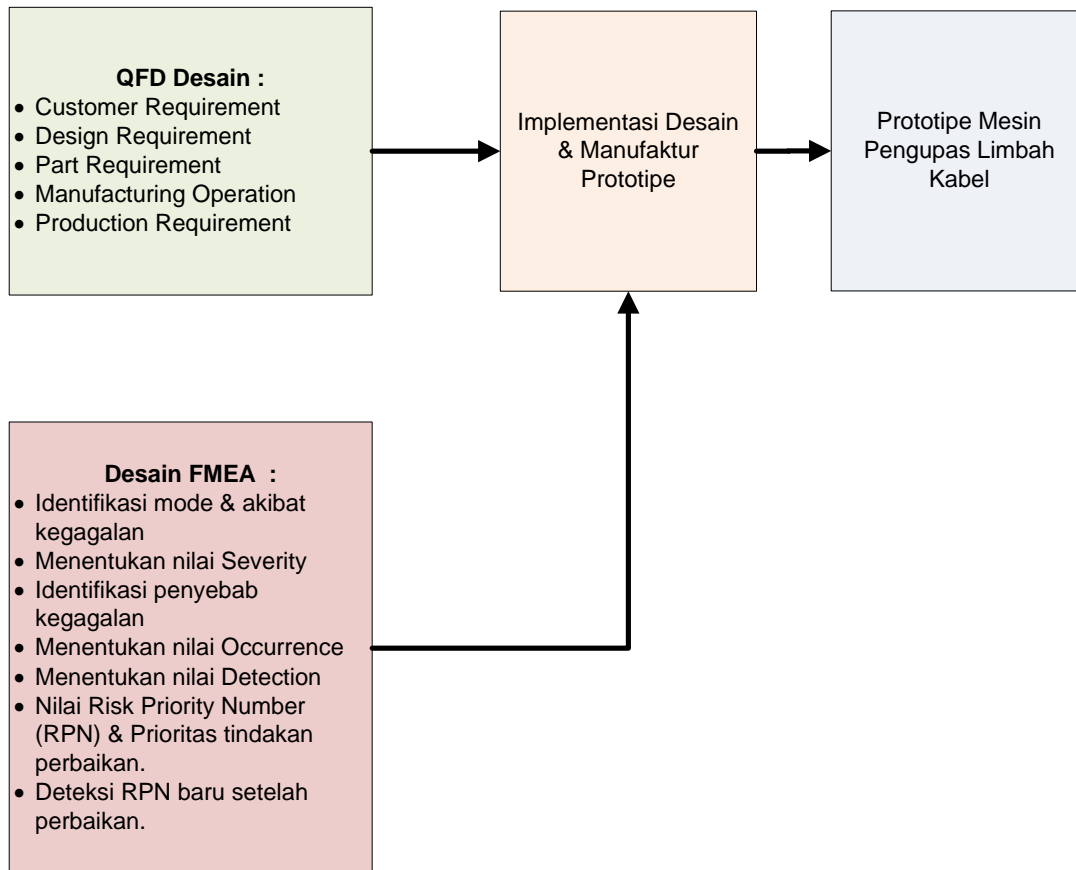
Untuk mendapatkan desain yang terbaik dan sesuai dengan keinginan dari pemulung dan teknologi yang telah berkembang, maka proses perancangan prototipe mesin pengupas limbah kabel ini dilakukan dengan menggunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*) dan dengan menggunakan HOQ (*House Of Quality*).

Kemungkinan kegagalan dari mesin pengupas limbah kabel yang dapat membahayakan operator, mengurangi unjuk kerja, atau memperpendek usia mesin dapat diprediksi dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Untuk menyempurnakan desain, metode desain FMEA melengkapi dan menyimpulkan hasil desain serta perancangan wujud dalam bentuk prototipe dari mesin pengupas limbah kabel ini, serta pengembangan selanjutnya.

BAB IV METODE PENELITIAN

Kerangka konsep perancangan dan penelitian dari mesin pengupas limbah kabel terdiri dari 4 (empat) tahapan, yang digambarkan dalam suatu aliran berikut ini :



Gambar 4.1 Metode Penelitian

4.1. Tahap QFD Desain

Perancangan proses pembuatan mesin pengupas limbah kabel memerlukan proses yang baik, agar mesin dapat berfungsi dengan seoptimal mungkin. Proses pembuatan mesin pengupas limbah kabel dapat dilakukan dengan cara proses pengelasan dan proses permesinan. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu pemilihan material yang sesuai, efisien dan ekonomis.

Perancangan mesin pengupas kabel ini terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan yang di sebut fase–fase perancangan. Urutan proses fase–fase perancangan mesin pengupas limbah kabel adalah sebagai berikut:

4.1.1. Identifikasi Kebutuhan

Setelah di lakukan survey lapangan dalam hal :

1. Interview langsung dengan para pemulung
2. Melihat langsung ke tempat pengolahan limbah kabel

Dari hasil survey lapangan maka di dapat beberapa informasi dari proses pengupas limbah kabel seperti data di bawah ini:

1. Dalam mengupas kabel pemulung melakukannya dengan cara disayat atau dibakar
2. Proses pengupasan akan memakan waktu yang lama
3. Jika kabel dibakar akan menimbulkan polusi udara yang mengakibatkan terganggunya pernafasan penduduk sekitar.

Dari data di atas maka akan dirancang mesin pengupas limbah kabel yang dapat membantu para pemulung dalam melakukan proses pengupasan kabel.

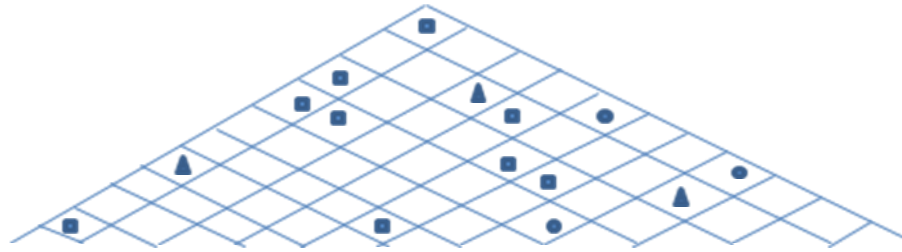
4.1.2. Penyusunan Spesifikasi Teknis

Perancangan dan proses pembuatan dari mesin pengupas limbah kabel ini di lakukan oleh Tim Peneliti. Berdasarkan dasar ide mesin di atas maka perlu di bentuk tim perancangan yang terdiri dari:

1. Peneliti Utama
2. Peneliti
3. Tim Mahasiswa

Utuk dapat mendefinisikan kebutuhan dari desain mesin pengupas kabel, maka dengan menggunakan **Gambar 4.2** *House of Quality* (HOQ) di bawah ini, akan dapat diketahui kebutuhan utama, kebutuhan pendukung dan kebutuhan tambahan dari perancangan dan proses pembuatan mesin pengupas kabel.

Berdasarkan *House of Quality* (HOQ) mesin pengupas kabel diatas kemudian dapat ditentukan daftar spesifikasi teknis mesin pengupas kabel yang akan dirancang dan dibuat mesinnya. Di bawah ini ditunjukkan tabel spesifikasi teknis mesin pengupas limbah kabel:



Pengguna Mesin	Maintenance Engineer	MESIN PENGUPAS KABEL		BAGAIMANA												
				Mata Pahat	Tenaga Penggerak	Tinggi Mesin	Panjang Mesin	Lebar Mesin	Lebar Kerja	Pengatur Sudut	Berat Mesin	Jumlah Komponen	Waktu Pemeliharaan	Pemakaian Energi		
		Arah Perbaikan		↓	↓	=	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓		
4	3	APA	Kinerja	1. Kabel bisa terkelupaas	■	■				■					■	
4	3			2. Mudah dioperasikan			■	■	■							■
3	3			3. Hemat Energi	▲	▲										▲
2	2		Perawatan	4. Dapat dirawat berkala									●	▲		
2	2			5. Ketersediaan spare part									▲	●		
2	2			6. Mudah dibersihkan									▲	●		
2	2			7. Komponen mudah diganti									●			
4	4		Kehandalan	8. Mesin dapat dipindahkan			■	■	■							
4	4			9. Tahan lama										●		
4	4			10. Mesin dapat digunakan dimana saja	■							■			▲	

Keterangan simbol-simbol yang menunjukkan kekuatan hubungan

Keterangan nilai-nilai tingkat pemenuhan terhadap persyaratan pelanggan



■ = Hubungan yang kuat

1 = sama sekali tidak memuaskan

4.2. Perancangan Konsep Mesin Pengupas Limbah Kabel

Pada dasarnya mesin pengupas limbah kabel mempunyai fungsi untuk melepaskan tembaga yang terdapat didalam kabel dari PVC atau pembungkus kabel.

❖ Metode Morfologi

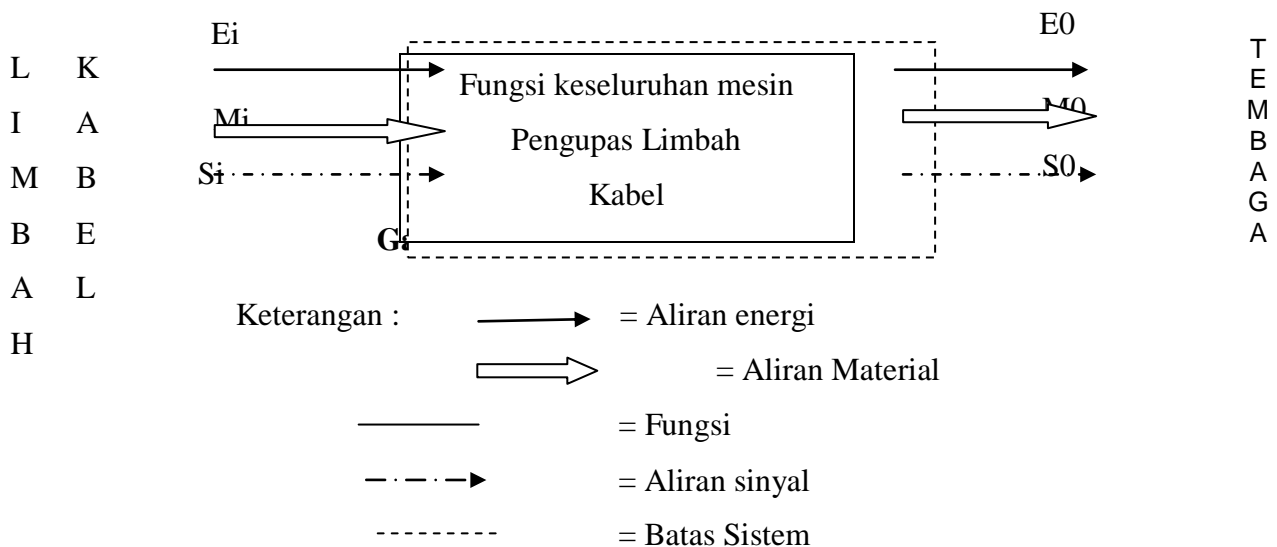
Metode *morfologi* menggunakan struktur fungsi untuk menemukan beberapa alternatif konsep produk mesin pencacah sampah organik.

Struktur fungsi disusun mulai dari fungsi keseluruhan mesin pencacah sampah organik yang kemudian diuraikan menjadi beberapa sub fungsi, dan jika sub fungsi diuraikan lagi menjadi beberapa sub-sub fungsi. Tidak semua sub fungsi dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sub fungsi dan hak ini disebut sub fungsi yang tak teruraikan. Pada proses pencarian solusi sub fungsi yang tak teruraikan hendaknya ikut dicarikan solusi-solusinya sebagaimana halnya sub-sub fungsi.

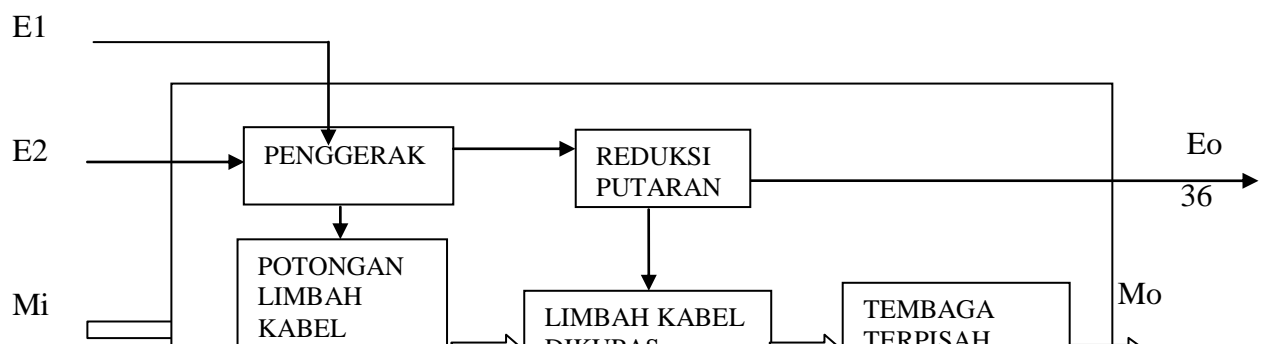
Fungsi, sub fungsi dan sub-sub fungsi direpresentasikan dengan sebuah blok fungsi, yang kemudian dialiri oleh aliran masuk dan keluar yang terdiri dari aliran :

1. Energi (gaya)
2. Material
3. Sinyal (informasi)

Di bawah ini digambarkan diagram blok fungsi keseluruhan dan sub fungsi untuk perancangan mesin pengupas limbah kabel:



Fungsi keseluruhan diuraikan menjadi sub fungsi keseluruhan:



Gambar 4.4. Diagram sub fungsi keseluruhan

Keterangan :

E1 = Motor Listrik

Mi = Kabel

Mo = Tembaga

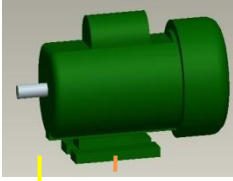


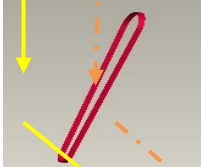



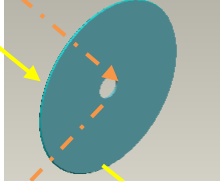

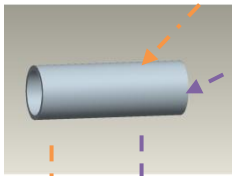
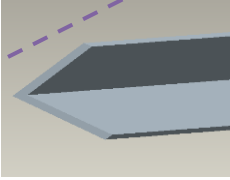
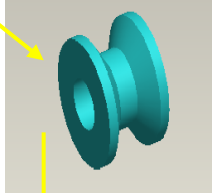
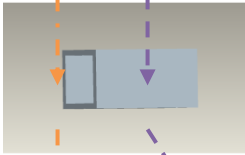
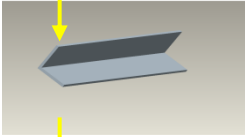
Metode morfologi terdiri dari dua langkah antara lain :

- a. Untuk setiap sub fungsi yang tak teruraikan, dan sub-sub fungsi dicari solusinya, bahkan diusahakan dicari sebanyak mungkin solusinya. Solusi-solusi tersebut berupa mekanisme yang dapat melaksanakan sub fungsi yang tidak teruraikan dan sub-sub fungsi.
- b. Untuk menemukan alternatif-alternatif konsep mesin, maka dibentuklah kombinasi-kombinasi solusi, yaitu setiap kombinasi terdiri dari satu solusi dari setiap sub fungsi yang tak teruraikan dan sub-sub fungsi. Jumlah kombinasi solusi yang dapat dibentuk bisa berjumlah banyak, tetapi ada juga kombinasi solusi yang tidak bisa disambung atau dihubungkan.

Dengan menggunakan gambar (ilustrasi) beberapa prinsip solusi, maka dapat disusun beberapa kombinasi prinsip solusi. Setiap kombinasi prinsip solusi yang mungkin dibuat merupakan satu alternatif konsep mesin pengupas limbah kabel.

Di bawah ini ditunjukkan matrik *morfologi* untuk pemilihan alternatif-alternatif konsep Mesin pengupas limbah kabel.

Tabel 4.1 Prinsip Solusi Sub Fungsi

Solusi / Sub Fungsi	1	2	3
1. Sumber Energi	Motor Listrik 	Motor Bensin 	Tangan 
2. Penerus Daya	Belt 	Engkol 	Roda Gigi 
3. Metode Penyayatan	Pahat Bubut 	Mata Gergaji 	Mata Pisau 
4. Alur Kabel	Corong 	Siku 	Puli 
5. Bentuk Rangka	Besi Kotak 		Besi Siku 

Varian I

Varian II

Varian III

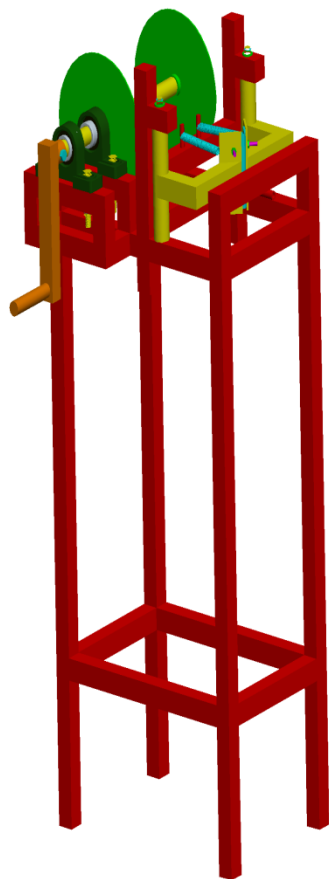
Berdasarkan Sub fungsi yang ada maka tercipta beberapa konsep, yaitu sebagai berikut :

KONSEP 1 : 1-3, 2-2, 3-3, 4-1, 5-1 (VARIAN I)

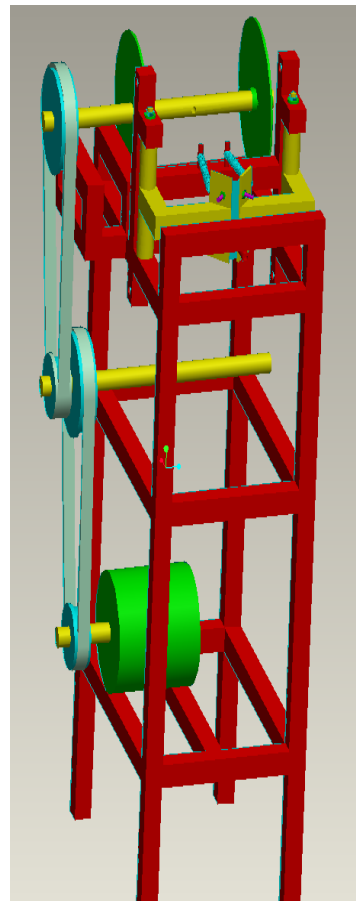
KONSEP 2 : 1-1, 2-1, 3-2, 4-1, 5-1 (VARIAN II)

KONSEP 3 : 1-1, 2-1, 3-2, 4-3, 5-3 (VARIAN III)

Dari beberapa varian maka seleksi varian menggunakan matriks penyaringan konsep. Matriks ini diciptakan dan digunakan untuk seleksi konsep, di bawah ini ditunjukkan seleksi desain dalam pemilihan konsep.

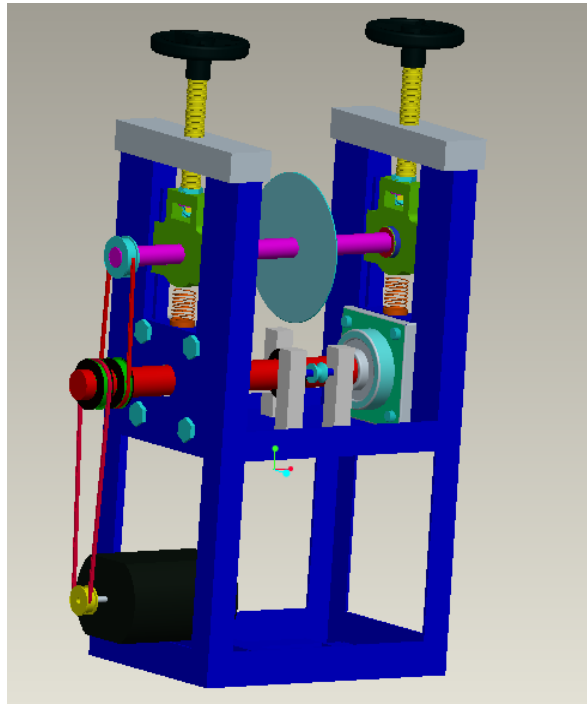


(a)



(b)

Gambar 4.5 (a) Varian 1 (b) Varian 2



Gambar 4.6 Varian 3

4.3. Pengembangan Mesin Pengupas Limbah Kabel

1. Secara teknis pengupasan dapat dipertanggungjawabkan, dalam hal ini mesin harus :
 - a) Mampu meningkatkan produktifitas bila di bandingkan dengan cara dan mesin yang terdahulu.
 - b) Mampu meningkatkan dalam proses pengupasan yang akan mengsilkan maksimal.
2. Secara ekonomi menguntungkan (ekonomis), hal ini terkait dalam:
 - a) Memiliki kualitas dan hasil pegupasan yang baik.
 - b) Proses pengupasan dapat dipercepat, sehingga dapat diperoleh hasil akhir yang lebih cepat
 - c) Adanya peningkatan mutu dan kualitas sehingga akan menguntungkan bagi konsumen
3. Secara sosial dapat diterima.

Hal ini disebabkan karena penggunaan dari mesin ini adalah pengupas limbah kabel. Oleh karenanya pemilihan kelas, daya beli dan volume kerja yang harus

ditangani dengan wawasan orientasi pasar yang ada dan harus diperhatikan pula harganya.

Atas dasar hal tersebut, maka dalam proses perancangannya dibatasi dalam hal:

- a) Parameter proses pengupasan, misalnya: alat penggerak, pahat, sistim mekanis yang dipakai dan sebabaginya
- b) Konstruksi dan hubungan kinematik, misalnya hubungan antara kecepatan dan percepatan
- c) Faktor lain seperti keahlian operator dan kondisi ruang kerja.

Evaluasi dan seleksi konsep terbaik mesin pengupas limbah kabel, pada bagian konsep mesin, dipilih satu konsep mesin terbaik untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi mesin, berdasarkan spesifikasi teknis mesin.

Di bawah ini ditunjukkan kriteria pembobotan evaluasi alternatif konsep mesin pengupas limbah kabel.

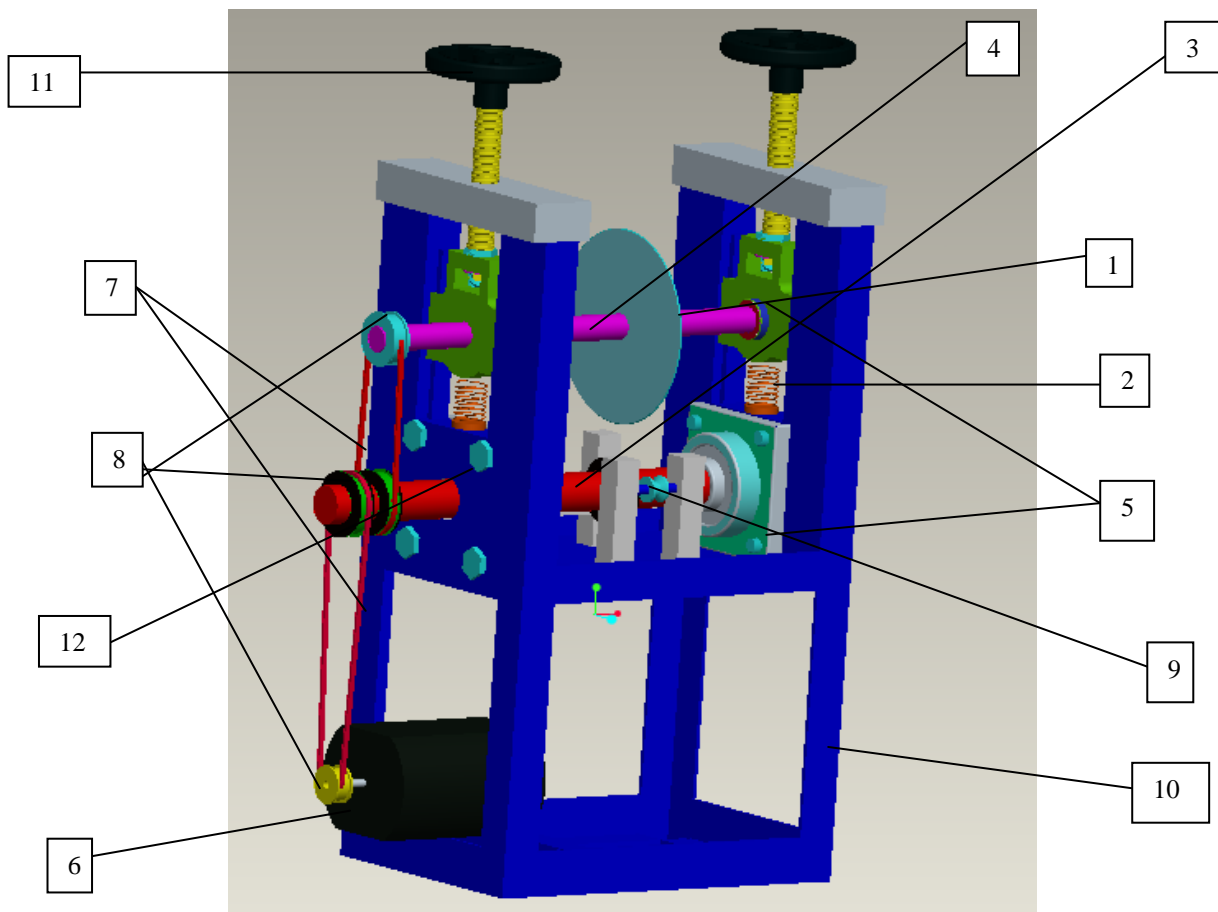
Table 4.2 Evaluasi alternatif-alternatif mesin pengupas limbah kabel

Kriteria Evaluasi	Bobot	Varian I		Varin II		Varian III	
		Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai	Nilai	Bobot Nilai
Kabel bisa terkupas	4	6	60	6	50	6	60
Mudah dioperasikan	4	7	70	7	60	7	70
Hemat energi	3	6	80	5	70	6	80
Dapat dirawat berkala	2	6	40	6	60	6	50
Ketersediaan spare part	2	6	40	6	50	6	60
Mudah dibersihkan	2	6	50	6	50	6	50
Komponen mudah diganti	2	7	40	7	40	7	40
Mesin dapat dipindahkan	4	8	50	8	80	8	80
Tahan lama	4	7	70	6	70	7	70
Mesin dapat digunakan dimana saja	4	7	60	6	60	8	60
Total Bobot Nilai	31		560		590		620
Ranking			3		2		1

Dari table alternatif-alternatif mesin pengupas limbah kabel diatas dapat disimpulkan bahwa alternatif mesin 3 (varian 3) menjadi alternatif mesin terbaik dan akan dikembangkan lebih lanjut dalam perancangan dan proses pembuatan mesin pengupas limbah kabel

4.4. Perancangan Wujud Mesin Pengupas Limbah Kabel Tipe Me-010

Tahap perancangan wujud adalah dimulai dari konsep teknik tersebut kemudian dikembangkan dengan menggunakan kriteria teknik dan ekonomi. Hasil tahap ini berupa gambaran (*lay out*) dengan jelas bentuk rangkaian dari elemen produk dan membuat solusi pemecahan untuk fungsi tambahan.



Gambar 4.7 Mesin Pengupas Kabel

Tabel 4.3. Keterangan Gambar Mesin Pengupas Limbah Kabel

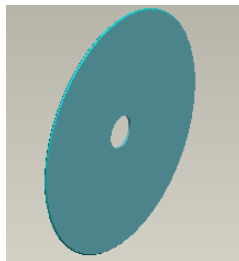
NO	KETERANGAN GAMBAR
1	Mata Pisau
2	Pegas Tekan
3	Poros Penggerak
4	Poros Pisau Pengupas
5	Bantalan poros
6	Motor Listrik
7	Timing Belt
8	Timing Puli
9	Puli
10	Rangka
11	Batang Berulir
12	Baut dan Mur

4.5. Komponen Mesin Pengupas Limba Kabel

Gambar komponen yang ditunjukkan memiliki skala gambar yang berbeda, seperti terlihat pada masing-masing gambar.

1. Mata pisau

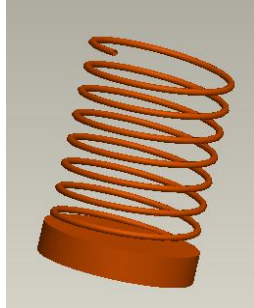
Berfungsi untuk menyayat bagian luar dari kabel. Mata pisau ini berbentuk seperti mata gergaji yang diletakan pada poros dan berputar mengikuti poros. Mata pisau akan menyayat sisi vertikal dari kabel yang artinya kabel akan terkupas sebagian untuk diambil tembaganya.



Gambar 4.8. Mata pisau

2. Pegas tekan.

Berfungsi untuk menahan gaya tekan bantalan poros pada saat diturunkan. Pada alat ini terdapat 2 buah pegas tekan yang masing-masing pegas diletakkan pada rangka.



Gambar 4.9 Pegas tekan

3. Poros Penggerak.

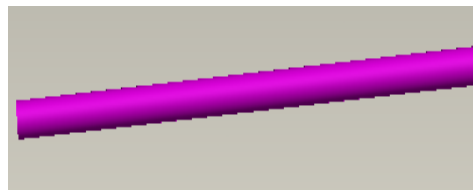
Poros penggerak atau poros tetap merupakan penggerak utama pada mesin tersebut. Karena poros ini juga menggerakkan poros pengupas. Poros ini mempunyai ukuran diameter sebesar 30 mm. Poros ini berfungsi meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran.



Gambar 4.10 Poros penggerak

4. Poros pengupas.

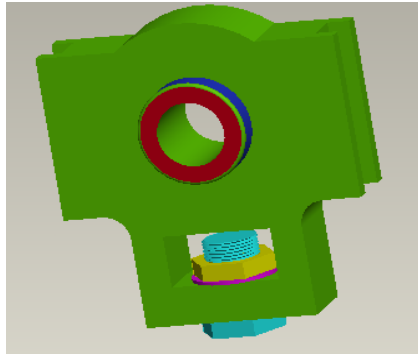
Poros pengupas berfungsi sebagai pengupas kabel dimana pada bagian poros terdapat mata pisau yang menyayat salah satu sisi kabel. Selain itu poros ini juga dapat di setting naik dan turun berdasarkan ukuran kabel yang akan di kupas. Poros ini memiliki ukuran diameter sebesar 20 mm.



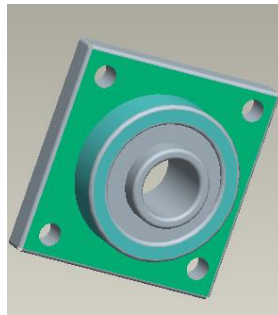
Gambar 4.11 Poros Pengupas

5. Bantalan poros

Berfungsi sebagai tumpuan poros dan sebagai tempat berputarnya poros pada sumbunya. Pada alat ini digunakan 4 buah bantalan poros yang memiliki diameter dalam sebesar 20 mm (2 buah) dan 30 mm (2 buah) atau sesuai dengan diameter poros agar poros dapat ditempatkan secara sempurna. Selain itu untuk ukuran bantalan diameter 20 mm dapat di setting naik dan turun berdasarkan ukuran kabel yang akan dikupas.



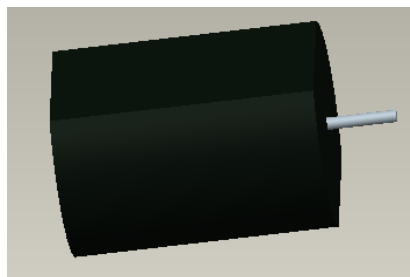
Gambar 4.12 Bantalan poros (*Pillow block*)



Gambar 4.13 Bantalan Poros penggerak

6. Elektromotor

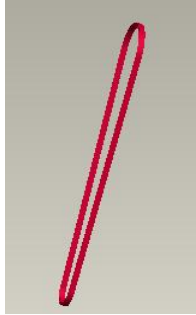
Berfungsi sebagai tenaga masukan untuk menggerakkan poros.



Gambar 4.14 Motor DC

7. Timming Belt.

Timming belt berfungsi untuk mentransfer daya dari motor untuk menggerakkan poros-poros yang ada dengan bantuan timming puli.



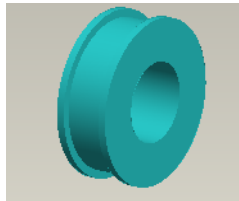
Gambar 4.15 *Timing belt*

8. Timing Puli.

Timing puli berfungsi untuk meneruskan daya yang di peroleh dari motor sehingga poros dapat berputar.



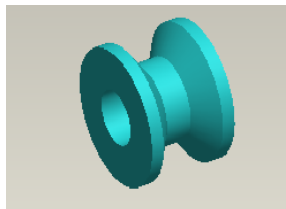
Gambar 4.16 Timing Puli



Gambar 4.17 Timing Puli

9. Puli

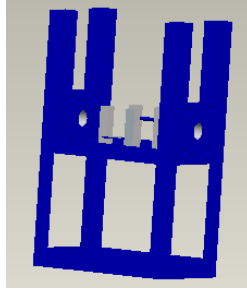
Berfungsi sebagai tempat awal masuknya kabel sehingga kabel tidak akan keluar jalurnya pada saat akan di kupas.



Gambar 4.18 Puli

10. Rangka

Berfungsi sebagai tempat topangan semua komponen penyusun alat. Rangka dibuat dari besi siku 30x30 mm dengan ketebalan 1.8 mm. Yang kesemuanya dilas agar lebih kompleks.



Gambar 4.19 Rangka

11. Batang berulir.

Berfungsi sebagai pengatur jarak bantalan pada poros pengupas sehingga mata pisau tepat mengenai bagian luar kabel yang akan di kupas. Batang berulir terdapat dua buah yang terletak pada masing-masing bantalan.



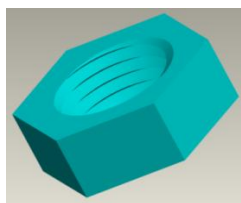
Gambar 4.20 Batang berulir

12. Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi sebagai penghubung komponen alat pengupas kabel, seperti : menghubungkan mata pisau dengan lengan dudukan pisau, lengan dudukan pisau dengan rangka, bantalan poros dengan rangka.



Gambar 4.21 Baut

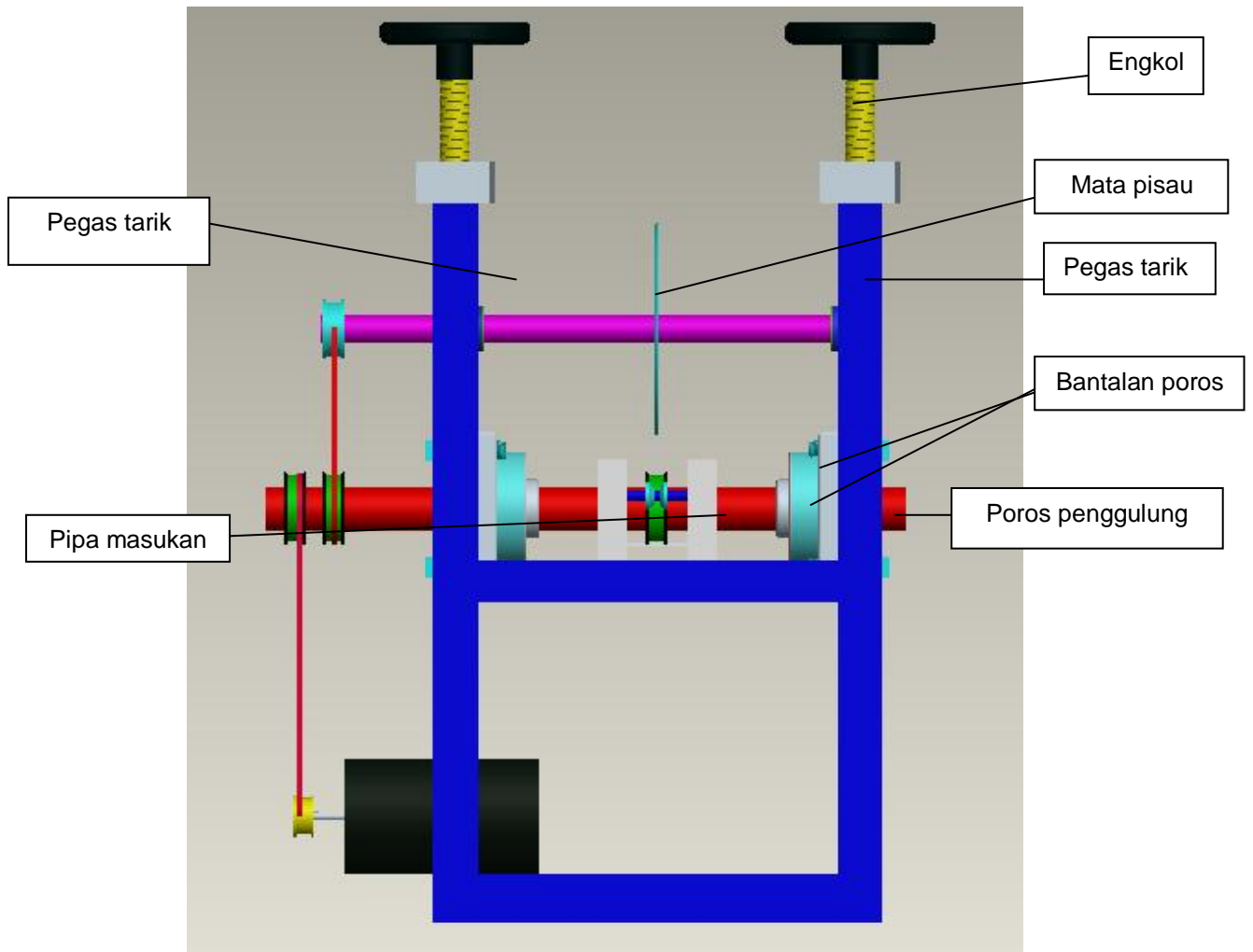


Gambar 4.22 Mur

4.6. Cara Kerja Mesin Pengupas Limbah Kabel

Cara kerja alat pengupas limbah kabel adalah dengan cara menyayat kulit terluar kabel dan kemudian akan diambil tembaganya. Adapun cara kerja dari alat ini adalah sebagai berikut :

1. Kabel yang akan dikupas akan melewati puli masukan seperti yang ditunjukkan oleh tanda panah pada gambar 4.23. Kabel yang telah melewati puli akan ditekan oleh pisau pemotong sesuai dengan ukuran kabel yang akan di kupas.
2. Akibat gaya tarik yang ditimbulkan oleh putaran poros penggerak, maka kabel akan melewati mata pisau dan kabel tersebut akan mengalami penyayatan oleh pisau yang juga berputar sesuai dengan poros. Akibat gaya dari pisau, maka kulit terluar kabel akan terkelupas pada sisi vertikal dari kabel.
3. Setelah kabel mengalami penyayatan pada mata pisau, maka yang tersisa dari kabel adalah kawat tembaga dan sebagian kulit kabel.



Gambar 4.23 Pandangan Depan Mesin Pengupas Limbah Kabel

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Prototipe Mesin Pengupas Limbah Kabel

Sebagai hasil dari tahap-tahapan perancangan QFD yang telah dilakukan serta proses perancangan wujud maka menghasilkan suatu prototipe mesin pengupas limbah kabel varian yang ketiga seperti terlihat pada gambar berikut ini.

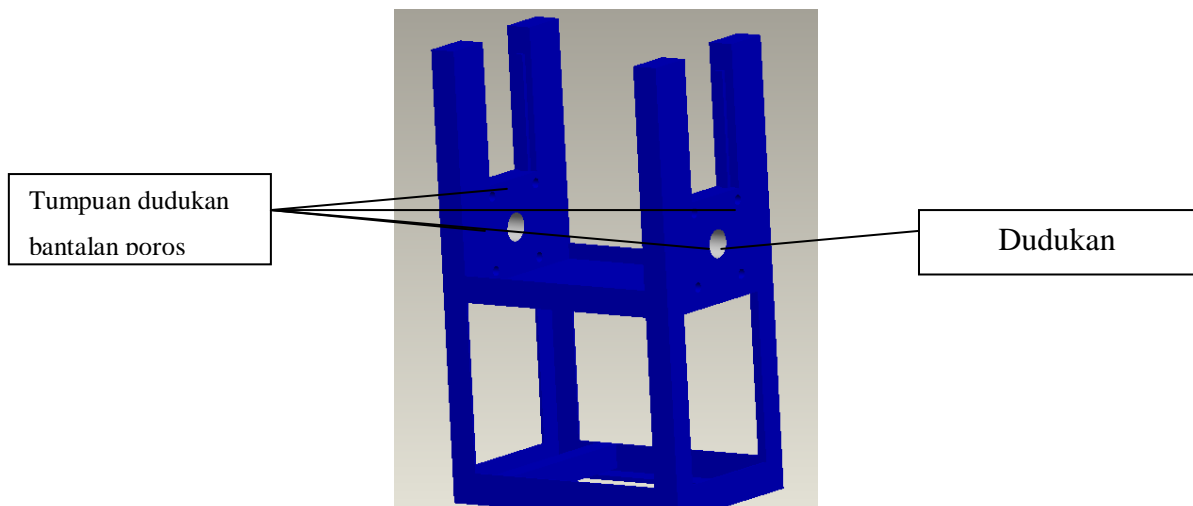


Gambar 5.1 Prototipe Mesin Pengupas Limbah Kabel ME-010

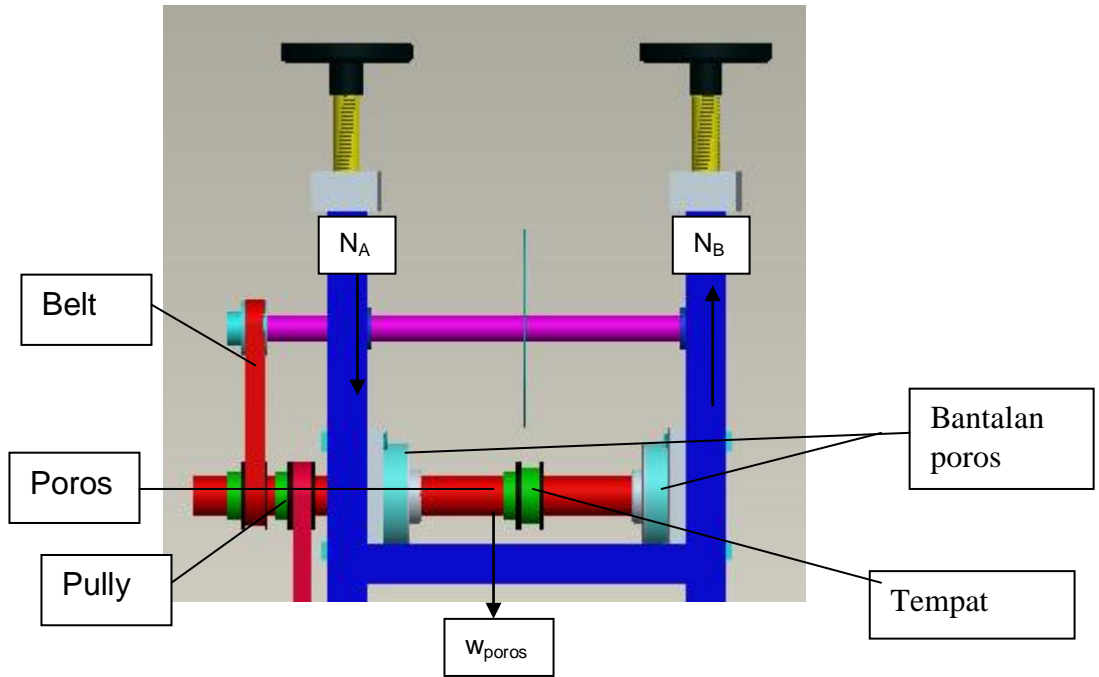
5.2. Analisa Kegagalan pada Perancangan dengan Metode FMEA

Untuk menganalisa kegagalan pada perancangan dengan metode FMEA, maka desain dari mesin pengupas limbah kabel dibagi ke dalam 4 (empat) subsistem yaitu :

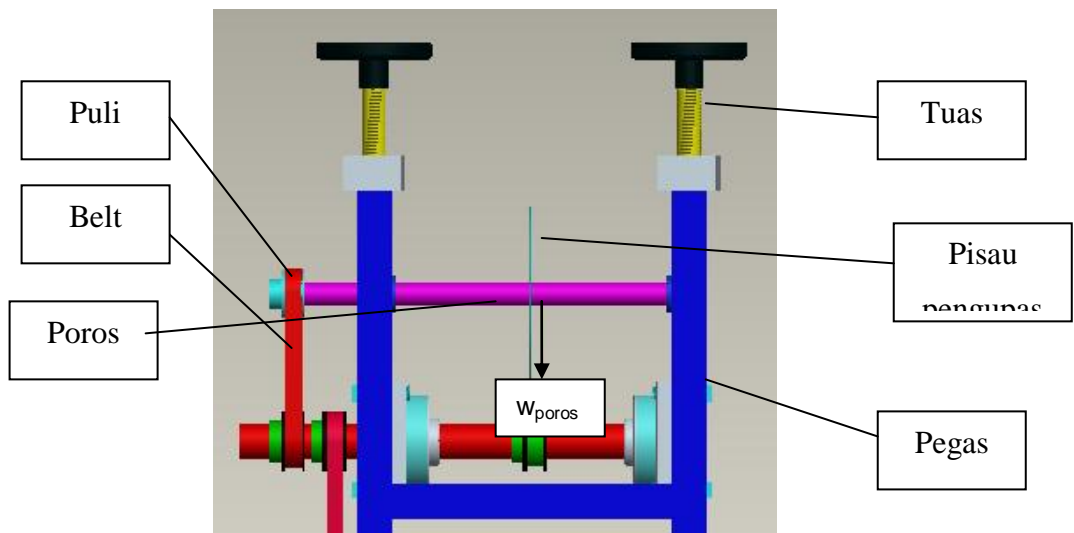
1. Subsistem I : pada rangka
2. Subsistem II : poros penggerak.
3. Subsistem III : poros pengupas
4. Subsistem IV : sistem penggerak



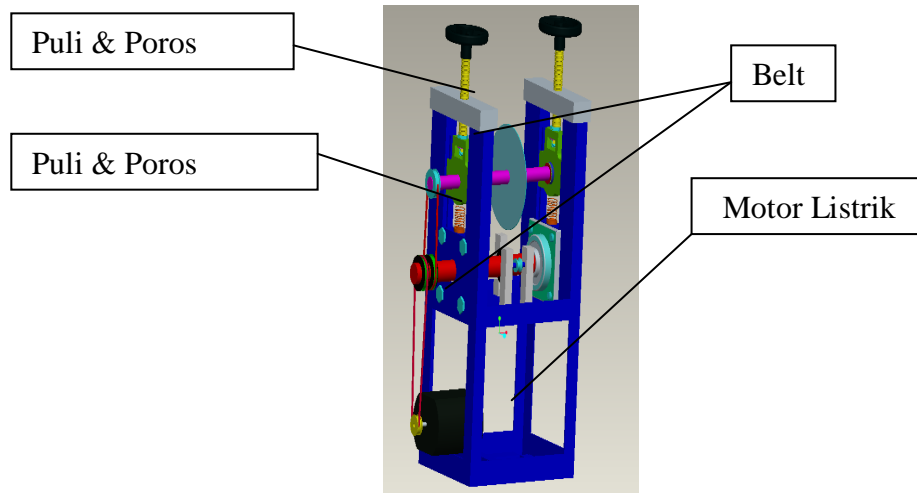
Gambar 5.2 Subsistem I Rangka



Gambar 5.3 Subsystem II Poros Penggerak



Gambar 5.4 Subsystem III Poros Pengupas



Gambar 5.5 Subsistem IV Sistem Penggerak

Setelah dianalisa menggunakan metode FMEA terjadi banyak faktor kegagalan dalam perancangan mesin pengupas limbah kabel. Dimana faktor kegagalan dibagi menjadi 4 sub sistem yaitu:

1. Subsistem 1, Rangka.

Pada sub sistem desain rangka kemungkinan kegagalannya terbagi menjadi beberapa faktor yaitu :

- ✓ Salah pemilihan material rangka.
- ✓ Jarak antara lubang dengan baut tidak presisi.
- ✓ Dimensi tidak efisien.
- ✓ Desain terlalu rumit dan sempit.
- ✓ Terlalu banyak sambungan.
- ✓ Analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 5.1.

2. Subsistem II, Poros Penggerak.

Pada subsistem desain poros penggerak kemungkinan kegagalannya terdapat beberapa faktor yaitu :

- ✓ Poros terdeformasi.
- ✓ Bantalan terdeformasi.
- ✓ Kabel tidak bergerak.
- ✓ Analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 5.2

3. Subsistem III, Poros Pengupas.

Pada subsistem desain poros pengupas kemungkinan kegagalannya terdapat beberapa faktor yaitu :

- ✓ Pisau tidak dapat menyayat kabel.
- ✓ Bentuk, dimensi dan jumlah pisau.
- ✓ Tuas tidak menekan.
- ✓ Posisi pegas penekan tidak tepat.
- ✓ Pegas mengalami regangan.
- ✓ Analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 5.3

4. Subsistem IV, Sistem Penggerak

Pada sub sistem desain kaki kemungkinan kegagalannya terdapat beberapa faktor yaitu :

- ✓ Pemilihan motor.
- ✓ Belt dan puli.
- ✓ Analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 5.4

POTENSIAL

SISTEM : PENGUPAS LIMBAH KABEL
 SUB SISTEM : RANGKA
 KOMPONEN : Baja Campuran profil L
 TAHUN MODEL : 2010
 TIM INTI : 1. Dede Lia Z 2. I Gede EL. 3. Yudha

FAILIRE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
 DESAIN FMEA

RESPON DESAIN :
 TANGGAL : 23-06-10
 4.Fajar

NO. FMEA :
 HAL : 1
 PERSIAPAN :
 TGL FMEA :

Tabel 5.1. Analisa Desain FMEA Subsystem Rangka

Nama FUNGSI	KEBUTUHAN	MODEL KEGAGALAN	POTENSI EFEK KEGAGALAN	SEVERITY	KLASIFIKASI	POTENSI PENYEBAB KEGAGALAN	CURRENT DESIGN				RPN	TINDAKAN REKOMENDASI	RESPON DAN TANGGAL TARGET	HASIL KERJA				
							KONTROL DESAIN	OCCURENCE	DETEKSI KONTROL DESAIN	DETEKSI				TANGGAL EFEKTIF	SEVERITY	OCCURENCE	DETEKSI	RPN
Sub sistem rangka	menopang sub sistem	Salah pemilihan material rangka.	Rangka patah.	8		Rangka tipis	Menggunakan rangka yang sesuai	10	Menggunakan analisa PRO-E	2	160	<ul style="list-style-type: none"> Merubah desain material rangka. Menggunakan material rangka yang bervariasi sesuai dengan fungsinya. 	Dibuat Varian 25-06-10	08-08-09	6	10	2	120
		Jarak antara lubang dengan baut tidak presisi.	Baut goyang.	7		<ul style="list-style-type: none"> Tidak memperhatikan toleransi dalam rancangan. Rangka kurang tebal. 	Menggunakan tools yang benar	10	Di analisa secara visual	9	630	<ul style="list-style-type: none"> Setiap desain yang akan terjadi proses permesinan harus diber toleransi Menggunakan rangka yang lebih tebal. 	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	5	10	9	450
		Dimensi tidak efisien	Dimensi Tidak efisien	2		Rangka terlalu panjang.	Dari ukuran gambar	10	Pengukuran dimensi dengan alat ukur dan PRO-E	2	40	Memperpendek ukuran rangka.	Dibuat Varian 25-06-10	08-08-09	2	10	2	40
		Desain terlalu rumit	Pengoperasian menjadi susah	4		Diameter, panjang dan lebar rangka kurang kecil	Dari desain	10	Dianalisa	9	360	Menggunakan material rangka yang bervariasi sesuai dengan fungsinya.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	4	10	9	360
		Terlalu banyak sambungan	Rangka patah	8		Teknik pengelasan tidak benar	Pada rancangan desain tampilkan bidang yang harus di las	10	Dianalisa secara visual	9	720	Pada rancangan desain tampilkan bidang yang harus di las.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	6	10	9	540

SISTEM : PENGUPAS LIMBAH KABEL

POTENSIAL
 FAILIRE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

NO. FMEA :

SUB SISTEM : PISAU PEMOTONG
 KOMPONEN : PEGAS, PISAU, PLAT
 TAHUN MODEL : 2010
 TIM INTI : 1. Dede Lia Z. 2. I Gede EL. 3. Yudha

DESAIN FMEA
 RESPON DESAIN :
 TANGGAL : 23-06-10
 4.Fajar

HAL : 2
 PERSIAPAN :
 TGL FMEA :

Tabel 5.2 Analisa Desain FMEA Subsistem Poros Penggerak

NAMA FUNGSI	KEBUTUHAN	MODEL KEGAGALAN	POTENSI EFEK KEGAGALAN	SEVERITY	KLASIFIKASI	POTENSI PENYEBAB KEGAGALAN	CURRENT DESIGN				RPN	TINDAKAN REKOMENDSI	RESPON DAN TANGGAL TARGET	HASIL KERJA				
							KONTROL DESAIN	OCCURENCE	DETEKSI KONTROL DESAIN	DETEKSI				TANGAL EFEKTIF	SEVERITY	OCCURENCE	DETEKSI	RPN
Poros	Sebagai transmisi penggerak dan tempat penyearah limbah kabel	Poros terdeformasi (bengkok atau patah)	Poros tidak linear	9		<ul style="list-style-type: none"> Dimensi poros tidak sesuai Material poros tidak kuat 	Dimensi harus sesuai kebutuhan, cari titik kritis beban.	10	Di analisa dengan PRO-E	2	180	Ukuran dan material poros sesuai desain hasil analisis kekuatan.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	8	10	2	160
Bantalan Poros	Penopang gerak poros	Bantalan terdeformasi	Bantalan tidak berputar.	7		Ukuran dan jenis bantalan tidak sesuai	Menetapkan bantalan yang sesuai.	10	Menggunakan jenis bantalan dengan spesifikasi yang telah diketahui	9	630	Ukuran dan jenis bantalan poros yang sesuai.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	6	10	9	540
Tempat Limbah Kabel	Penyearah dan tempat diletakkannya limbah kabel yang akan dikupas	Kabel tidak bergerak	Kabel tidak tertarik untuk dikupas	5		Dudukan tempat kabel masuk tidak sesuai.	Menggunakan bearing sebagai tempat	10	Uji coba secara visual	9	450	Gunakan satu jenis bearing/bantalan sebagai tempat dudukan limbah kabel	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	5	10	9	450

SISTEM : PENGUPAS LIMBAH KABEL
 SUB SISTEM : PISAU PEMOTONG
 KOMPONEN : ENKOL, BEARING, POROS
 TAHUN MODEL : 2010
 TIM INTI : 1. Dede Lia Z 2. I Gede EL. 3. Yudha

POTENSIAL
 FAILIRE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
 DESAIN FMEA

RESPON DESAIN :
 TANGGAL : 23-06-10
 4.Fajar

NO. FMEA :
 HAL : 3
 PERSIAPAN :
 TGL FMEA :

Tabel 5.3. Analisa Desain FMEA Subsistem Poros Pengupas

NAMA FUNGSI	KEBUTUHAN	MODEL KEGAGALAN	POTENSI EFEK KEGAGALAN	SEVERITY	KLASIFIKASI	POTENSI PENYEBAB KEGAGALAN	CURRENT DESIGN				RPN	TINDAKAN REKOMENDASI	RESPON DAN TANGGAL TARGET	HASIL KERJA				
							KONTROL DESAIN	OCCURENCE	DETEKSI KONTROL DESAIN	DETEKSI				TANGAL EFEKTIF	SEVERITY	OCCURENCE	DETEKSI	RPN
Pisau pemotong.	Untuk menyayat kabel	Pisau tidak dapat menyayat kabel.	Kabel tidak dapat terkupas dengan baik.	8		Pisau tumpul	Cari jenis pisau yang tajam dan tahan lama.	10	Di analisa secara visual	9	720	Menggunakan material pisau tahan karat.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	7	10	9	630
		Bentuk mata pisau	Kabel dapat putus	8		Bentuk pisaunya persegi panjang	Merubah bentuk pisau	10	Dianalisa secara visual	9	720	Mengganti bentuk mata pisau barbentuk roda gigi lurus.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	6	10	9	540
		Jumlah pisau (desain awal 4)	Kabel dapat putus	8		Kabel banyak termakan oleh pisau	Dikurangi jumlah pisau	10	Dianalisa secara visual	9	720	Menggunakan satu mata pisau saja	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	6	10	9	540
		Engkol kurang efisien/ praktis.	Operator cepat lelah.	7		Waktu pengoperasian lama.	Menggunakan tenaga listrik	10	Uji coba secara fisik.	9	630	Menggunakan motor listrik.	Dibuat varian 25 juni 2010	08-08-09	3	10	9	270
Tuas Penekan	Untuk menyesuaikan ukuran kabel	Tuas tidak menekan.	Pisau pemotong tidak mengenyentuh kabel yang akan dikupas.	9		Daya tekan dan ulir tuas tidak sesuai	Jenis tuas harus sesuai sehingga daya tekan baik.	10	Di analisa secara fisik dan visual	9	630	Tuas harus kokoh dan memberikan daya tekan ke pegas sesuai dengan yang dibutuhkan .	Dibuat varian 25 juni 2010	08-08-09	7	10	9	630
Poros	Sebagai penggerak dan tempat pisau pemotong	Poros terdeformasi (bengkok atau patah)	Poros tidak linear	9		<ul style="list-style-type: none"> Dimensi poros tidak sesuai Material poros tidak kuat 	Dimensi harussesuai , cari titik kritis beban.	10	Di analisa dengan PRO-E	2	180	Ukuran dan material poros sesuai desain hasil analisis kekuatan.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	8	10	2	160
Pegas	Untuk penyesuaian ukuran kabel.	Pegas mengalami regangan.	Tidak dapat menyesuaikan ukuran dengan baik.	7		Daya tekan pegas melemah.	Memperbesar diameter pegas	10	Uji coba dengan cara menekan pegas tersebut	9	630	konstanta pegas diganti.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	7	10	9	630
		Posisi pegas tidak tepat	Daya tekan danposisi tekan tidak sesuai	7		Salah penempatan pegas.	Menaruh posisi pegas yang tepat	10	Uji coba.	9	630	Posisi mengikuti arah penekanan tuas.	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	7	10	9	630

SISTEM : PENGUPAS LIMBAH KABEL
 SUB SISTEM : KAKI
 KOMPONEN : BESI
 TAHUNMODEL : 2010
 TIM INTI : 1. Dede Lia Z 2. I Gede EL. 3. Yudha 4.Fajar

POTENSIAL
 FAILIRE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
 DESAIN FMEA
 RESPON DESAIN :
 TANGGAL : 23-06-10

NO. FMEA :
 HAL : 4
 PERSIAPAN :
 TGL FMEA :

Tabel 5.4. Analisa Desain FMEA Subsistem Sistem Penggerak.

NAMA / FUNGSI	KEBUTUHAN	MODEL KEGAGALAN	POTENSIEFEK KEGAGALAN	SEVERITY	KLASIFIKASI	POTENSI PENYEBAB KEGAGALAN	CURRENT DESIGN				RPN	TINDAKAN REKOMENDSI	RESPON DAN TANGGAL TARGET	HASIL KERJA				
							KONTOL DESAIN	OCCURRENCE	DETEKSI KONTROL DESAIN	DETEKSI				TANGAL EFEKTIF	SEVERITY	OCCURRENCE	DETEKSI	RPN
Motor listrik	Sebagai tenaga penggerak utama	Motor tidak menggerakkan sistem.	Sistem tidak bergerak	8		Rpm motor kurang	Rpm motor harus sesuai	10	Uji coba putaran motor.	9	720	Pilih motor dengan rpm 28.000	Dibuat varian 25-06-10	08-08-09	7	10	9	630
Puli dan Belt	Sebagai transmisi pada poros pengupas dan poros penggerak	Puli dan belt slip	Sistem tidak bergerak.	8		Ukuran dan posisi puli-belt tidak sesuai.	Pasangan puli dan belt harus mampu mentransmisikan gerak dari motor.	10	Di uji coba secara visual	9	720	Pilih pasangan puli dan belt yang sesuai.	Dibuat varian 25-06-09	08-08-09	7	10	9	630

Tabel 5.5 Hasil perhitungan RPN Desain Mesin Pengolah Limbah Kabel

No	Prediksi Desain	RPN	Hasil Kerja	RPN
1.	Rangka patah	160	Rangka patah	120
2.	Jarak antara lubang dengan baut tidak presisi	630	Jarak antara lubang dengan baut tidak presisi	450
3.	Dimensi tidak efisien	40	Dimensi tidak efisien	40
4.	Desain terlalu rumit	360	Desain terlalu rumit	360
5.	Terlalu banyak sambungan	720	Terlalu banyak sambungan	540
6.	Poros penggerak terdeformasi	180	Poros penggerak terdeformasi	160
7.	Bantalan poros penggerak terdeformasi	720	Bantalan poros penggerak terdeformasi	540
8.	Kabel tidak bergerak	450	Kabel tidak bergerak	450
9.	Pisau tidak dapat menyayat kabel	720	Pisau tidak dapat menyayat kabel	630
10.	Bentuk mata pisau (desain awal persegi panjang)	720	Bentuk mata pisau (roda gigi lurus)	540
11.	Jumlah pisau (desain awal 4)	720	Jumlah pisau (satu)	540
12.	Engkol kurang efisien/praktis	630	Menggunakan motor listrik	270
13.	Tuas tidak menekan	630	Tuas tidak menekan	630
14.	Poros pengupas terdeformasi	180	Poros pengupas terdeformasi	160
15.	Pegas mengalami regangan	630	Pegas mengalami regangan	630
16.	Posisi pegas tidak tepat	630	Posisi pegas tidak tepat	630
17.	Motor tidak menggerakkan sistem.	720	Motor tidak menggerakkan sistem.	630
18.	Puli dan belt slip	720	Puli dan belt slip	630

Dari hasil perhitungan nilai RPN diperoleh bahwa komponen dari subsistem yang harus mendapat perhatian ketika rancang ulang untuk produk berikutnya adalah :

1. Pisau pengupas
2. Pegas
3. Motor listrik
4. Puli dan belt.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

1. Hasil analisis Varian dengan menggunakan metode HoQ diperoleh bahwa Varian 3 memiliki nilai yang lebih baik sehingga dijadikan desain dari prototipe mesin pengupas limbah kabel ME-010.
2. Spesifikasi mesin pengupas limbah kabel tipe ME-010 adalah sebagai berikut:
 - a) Kecepatan putaran motor listrik adalah 2800 rpm sehingga didapat putaran pada mata pisau sebesar 2390,24 rpm.
 - b) Luas pada mesin pengupas limbah kabel tipe ME-010 adalah 620 cm² sehingga mesin dapat mudah ditempatkan.
3. Dari hasil analisa desain FMEA terdapat 18 model kegagalan dalam bentuk material, ukuran dan posisi. Dari analisa desain didapat nilai RPN tertinggi yaitu 720 yang terdiri atas:
 - a. Terlalu banyak sambungan.
 - b. Bantalan poros penggerak terdeformasi.
 - c. Pisau tidak dapat menyayat kabel
 - d. Bentuk mata pisau (desain awal persegi panjang)
 - e. Jumlah pisau (desain awal 4), penyayatan tidak sempurna.
 - f. Motor tidak menggerakkan sistem.
 - g. Puli dan belt slip

6.2. Saran

Dari uraian yang telah dibahas sebelumnya, maka ada beberapa saran yaitu :

1. Berdasarkan kesimpulan di atas maka disarankan agar komponen subsistem dengan nilai RPN yang tertinggi seperti disebut di atas harus dirancang ulang.
2. Posisi kedua mata pisau harus diatur sebaik mungkin agar proses penyayatan dapat dilakukan dengan optimal sehingga mengurangi resiko kawat tembaga terputus ataupun macet.

Pada saat mengoperasikan mesin hendaknya kedua lengan pemegang pisau harus benar-benar disinkronisasikan agar proses pengelupasan dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yousef Haik, “*Engineering Design Process*”, Bill Stenquis, 2003.
2. Chive L.Dym & Patrick Little, “*Engineering Design*”, John Wiley & Sons,inc, 2004.
3. www.indonetwork.org.id
4. www.alibaba.com
5. Military Standard, “*Procedures For Performing A Failure Mode, Effects And Criticality Analysis*”, Department Of Defense, United State of America.
6. Ford Production System, “*Failure Mode & Effects Analysis Handbook Supplement for Machinery*”, Ford Motor Company, 1996.
7. Imam Djati, “Perencanaan dan Pengembangan Produk Product Planning and Design”, UII Press Indonesia 2003.
8. www.forumsains.com, 30 mei 2010, 08.30 WIB.
9. G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto H, Menggambar Mesin menurut standar ISO, Jakarta, PT.Pradya Paramita, 1992.
10. Bambang Sulaksono, *Perancangan Produk dan Proses*, JTM-UP. Jakarta. 2009
11. www.google.co.id/quality_function_deployment.html, selasa, 04 Mei 2010, 10.00 WIB
12. www.google.co.id/house_of_quality.html, selasa,04 Mei 2010, 13.00 WIB
13. www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=25%3Aindustri&id=247%3Aquality-function-deploymen&option=com_content&itemid=15, rabu, 05 Mei 2010, 09.00 WIB.
14. Tri Mulyanto, *Proses Manufaktur II*, Univ. Pancasila Press, Jakarta. 2007
15. Harsokoesoemo, H .Darmawan. *Pengantar Perancangan Teknik*, edisi 2, ITB. 2004.