



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGGABUNGAN DFMA DALAM KOMPLEKSITAS  
PRODUK DAN PROSES UNTUK SAND CASTING.  
STUDI KASUS: FLANGE YOKE**

**TESIS**

**WINA LIBYAWATI  
0806424094**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN  
DEPOK  
JANUARI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGGABUNGAN DFMA DALAM KOMPLEKSITAS  
PRODUK DAN PROSES UNTUK SAND CASTING.  
STUDI KASUS: FLANGE YOKE**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**WINA LIBYAWATI  
0806424094**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM MAGISTER TEKNIK MESIN  
KEKHUSUSAN PERANCANGAN MANUFAKTUR DAN PRODUK  
DEPOK  
JANUARI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

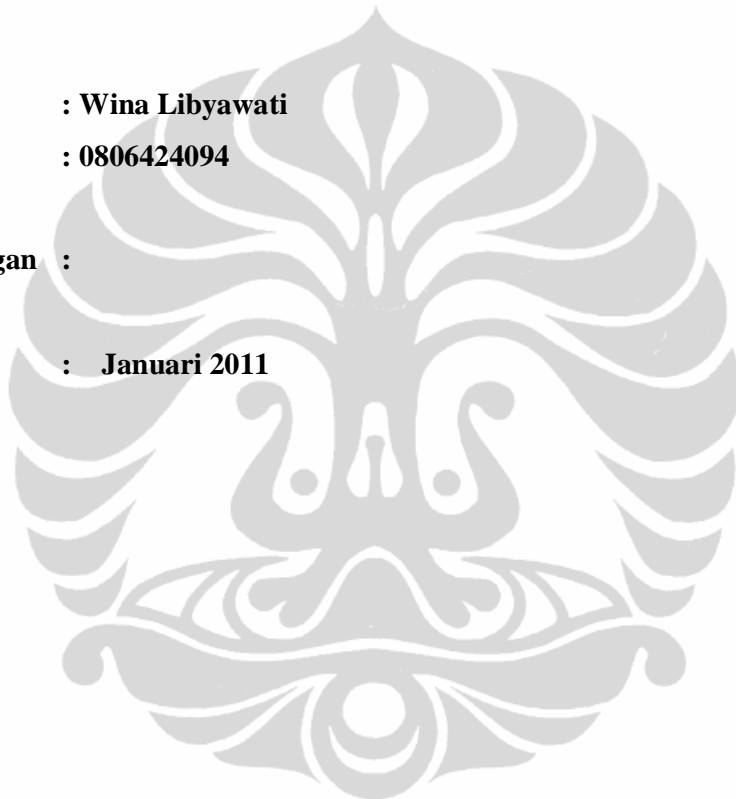
**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Wina Libyawati**

**NPM : 0806424094**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : Januari 2011**



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Wina Libyawati  
NPM : 0806424094  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tesis : **PENGGABUNGAN DFMA DALAM KOMPLEKSITAS PRODUK DAN PROSES UNTUK SAND CASTING. STUDI KASUS: FLANGE YOKE.**

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng. (.....)  
Pembimbing II: Ir. Hendri DS. Budiono, M.Eng. (.....)  
Penguji: Prof. Dr. Ir. Tresna Priyana Soemardi, SE.,MSi. (.....)  
Penguji: Ir. Henky Suskito Nugroho M.T. (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : Januari 2011

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng, selaku dosen pembimbing I.
- 2) Bapak Ir. Hendri DS. Budiono, M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, sekaligus berperan sebagai motivator dalam penyusunan Tesis ini;
- 3) Bapak Prianto, Bapak Giri Yasa, Bapak Albertus B. Ario, Bapak Muhamad Ridwan dari PT.X atas bantuannya sebagai fasilitator sekaligus nara sumber dalam pengisian kuestioner.
- 4) Bapak Hendarto, Bapak Suharto, Bapak Ali, Bapak Pudjo, Bapak Ilham, Bapak Christo dari vendor PT. X atas bantuannya sebagai nara sumber dalam pengisian kuestioner dalam pengisian kuestioner.
- 5) Seluruh dosen DTM FTUI yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama saya berkuliah di kampus ini
- 6) Seluruh karyawan DTM FTUI yang telah banyak membantu saya selama berkuliah di kampus ini.
- 7) Program Hibah Riset Awal UI 2010.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Januari 2011

Penulis

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

---

---

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

Nama : Wina Libyawati  
NPM : 0806424094  
Program Studi : Teknik Mesin  
Departemen : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tesis

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

**“PENGABUNGAN DFMA DALAM KOMPLEKSITAS PRODUK DAN  
PROSES UNTUK SAND CASTING. STUDI KASUS: FLANGE YOKE”**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Januari 2011

Yang menyatakan

( WINA LIBYAWATI )

## ABSTRAK

Nama : Wina Libyawati  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : **PENGGABUNGAN DFMA DALAM KOMPLEKSITAS PRODUK DAN PROSES UNTUK SAND CASTING. STUDI KASUS: FLANGE YOKE.**

Tantangan industri berupa biaya produksi lebih rendah, pendeknya waktu produksi dengan kualitas produk tinggi, salah satunya dapat dicapai dengan adanya peluang untuk menyatukan DFMA dalam model kompleksitas produk dan proses El-Maraghy, yang memiliki pendekatan yang sama yaitu feature. Penggabungan dilakukan dengan memasukkan parameter DFMA langsung ke dalam model kompleksitas produk dan proses. Tujuan penelitian ini adalah pemaparan metodologi penggabungan dan pengujian metodologi pada contoh kasus produk sand casting. Hasil penelitian menunjukkan metode gabungan mampu mengindekskan komponen otomotif hasil sand casting secara mudah dan parameter DFMA tergambar lebih detail, sehingga memudahkan analisa apabila terjadi perubahan desain produk.

Kata kunci : Kompleksitas Produk, Kompleksitas Proses, Casting, DFMA, Handling, Insertion

## ABSTRACT

Name : Wina Libyawati

Study Program: Mechanical Engineering

Title : **MERGE DFMA IN TO PRODUCT AND PROCESS COMPLEXITY FOR SAND CASTING. CASE STUDY: FLANGE YOKE**

Worldwide industrial challenges are low cost, short time, and high quality, can be achieved by fulfilling an opportunity to merge DFMA in to product and process complexity. Both DFMA and El-Maraghy complexity modeling, are using feature approach. The merger is conducted by inputting DFMA parameter directly in to complexity model. The purpose of this research, are: exposing step by step of merging method, and testing the unification method to index sand casting product. The outputs are: the method can simply index automotive component made by sand casting process, and the DFMA parameter is clearly shown so it can ease product design changes analysis.

Key Word : Product Complexity, Process Complexity, Casting, DFMA, Handling, Insertion



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	6
2.1 DFMA	6
2.1.1 DFMA Secara Umum	6
2.1.2 Parameter Penting dalam DFM	6
2.1.2 Parameter Penting dalam DFA Secara Manual	7
2.2 Kompleksitas Produk dan Kompleksitas Proses	9

2.2.1 Kompleksitas Produk	10
2.2.2 Kompleksitas Proses	10
2.3 Hubungan antara Kompleksitas dengan DFA	11
2.4 Proses Casting	12
2.4.1 Klasifikasi Proses Casting	12
2.4.2 Cacat Produk pada Produk Casting	13
2.4.3 Aturan Penting dalam Proses Casting	15
2.4.4 Sand Casting	16
2.4.5 Parameter Penting dalam Sand Casting	19
2.5 Pattern	21
2.5.1 Jenis-Jenis Pattern	21
2.5.2 Parameter Penting dalam Pattern	21
<b>BAB III RANCANGAN PENELITIAN</b>	<b>25</b>
3.1 Persiapan	25
3.1.1 Pengumpulan Data Produk Sand Casting	25
3.1.2 Penentuan Produk Sand Casting	25
3.2 Pengolahan data	26
3.3 Hasil	31
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL</b>	<b>32</b>
4.1 Produk Sand Casting	32
4.1.1 Deskripsi Produk	32
4.1.2 Tahapan Proses Casting	34
4.1.3 Tahapan Proses Machining untuk Pembuatan Lubang	35
4.1.4 Pattern	36
4.1.5 Tahapan Proses Assembly	36
4.2 Perubahan Desain Flange Yoke	38

4.3 Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk, Indeks Kompleksitas Proses dan Indeks Kompleksitas Pattern El-Maraghy	38
4.4 Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk, Indeks Kompleksitas Proses, dan Indeks Kompleksitas Pattern Tanpa Lubang	42
4.5 Hasil Perhitungan Indeks Kompleksitas Produk, Indeks Kompleksitas Proses, dan Indeks Kompleksitas Setelah Pemberian lubang	44
4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan	47
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	50
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	xvii



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Elemen dari kompleksitas	9
<b>Gambar 2.2</b> Uraian kompleksitas manufaktur	9
<b>Gambar 2.3</b> Elemen kompleksitas produk	10
<b>Gambar 2.4</b> Elemen kompleksitas proses	10
<b>Gambar 2.5</b> Klasifikasi proses casting	12
<b>Gambar 2.6</b> Rangkuman proses casting	13
<b>Gambar 2.7</b> Jenis-jenis cacat produk casting	14
<b>Gambar 2.8</b> Outline tahapan proses sand casting	17
<b>Gambar 2.9</b> Skema ilustrasi sand mold beserta komponennya	18
<b>Gambar 3.1</b> Komponen kompleksitas produk dan proses	26
<b>Gambar 4.1</b> Komponen propeller shaft	32
<b>Gambar 4.2</b> Flange yoke setelah proses casting(sebelum perubahan desain)	33
<b>Gambar 4.3</b> Bagian krusial pada yoke flange untuk proses sand casting	33
<b>Gambar 4.4</b> Alur proses sand casting	34
<b>Gambar 4.5</b> Proses vertical flask molding	35
<b>Gambar 4.6</b> Flange yoke pattern	36
<b>Gambar 4.7</b> Komponen propeller shaft yang disambung dengan rear axle	37
<b>Gambar 4.8</b> Sub assembly untuk yoke flange dan yoke sleeves	37
<b>Gambar 4.9</b> Proses penyatuan komponen propeller shaft	38

## DAFTAR TABEL

		<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1.</b>	Parameter penting dalam proses sand casting	19
<b>Tabel 2.2.</b>	Jenis-jenis pattern	21
<b>Tabel 2.3.</b>	Parameter penting dalam pattern	22
<b>Tabel 4.1</b>	Matrik J x K terhadap bagian yoke flange untuk Kompleksitas produk (El-Maraghy)	40
<b>Tabel 4.2</b>	Matrik J x K terhadap bagian yoke flange untuk Kompleksitas pattern (El-Maraghy)	41
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil perhitungan kompleksitas relatif terhadap Setiap tahapan proses casting (pcx) (El-Maraghy)	41
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil perhitungan kompleksitas relative terhadap proses machining EL-Maraghy (hole+surface finish)	42
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil perhitungan kompleksitas relative terhadap Proses pembuatan pattern (El-Maraghy)	42
<b>Tabel 4.6</b>	Matrik J x K terhadap bagian yoke flange kompleksitas Produk (Gabungan sebelum pemberian lubang)	43
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil perhitungan kompleksitas relative terhadap setiap tahapan proses perakitan (pcx) (gabungan tanpa lubang)	44
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil perhitungan kompleksitas proses machining Flange yoke setelah pemberian lubang (Gabungan)	44
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil perhitungan kompleksitas relative terhadap setiap Tahapan proses casting (pcx) (pemberian lubang)	45
<b>Tabel 4.10</b>	Matrik J x K terhadap bagian yoke flange untuk Kompleksitas produk (pemberian lubang)	46
<b>Tabel 4.11</b>	Matrik J x K terhadap bagian yoke flange untuk Kompleksitas pattern (pemberian lubang)	47
<b>Tabel 4.12</b>	Perbandingan indeks kompleksitas produk dan proses	48

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
H	Entropy/Faktor kompresi	
$D_R$	Bobot variasi informasi yang unik	
$C_j$	Koefisien kompleksitas relatif untuk produk	
CI	Indeks kompleksitas produk	
PI	Indeks kompleksitas proses	
N	Total jumlah informasi	
J	Jumlah feature	
K	Jumlah spesifikasi	
n	Jumlah variasi informasi yang dipandang unik	
$C_f$	Koefisien kompleksitas feature relatif	
$F_N$	Jumlah aspek yang mempengaruhi feature	
$F_{CF}$	Faktor kompresi feature	
$S_N$	Jumlah aspek yang mempengaruhi spesifikasi	
$S_F$	Faktor kompresi spesifikasi	
Faktor_tingkat ke j	Faktor untuk kategori ke j yang ke sekian	
Faktor_tingkat ke k	Faktor untuk kategori ke k yang ke sekian	
$x_f$	Persentase bentuk ke sekian x yang tidak sama	
$pc_x$	Koefisien kompleksitas relatif untuk proses	
$c_{proses,x}$	Koefisien kompleksitas relatif per tiap jenis proses produksi terhadap keseluruhan total jenis proses yang digunakan untuk menghasilkan produk	

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Wawancara I –Penentuan Produk
- Lampiran 2** Wawancara II – Pengantar Perubahan Desain Produk
- Lampiran 3** Kuestioner I –Informasi yang mempengaruhi kompleksitas produk dan proses untuk hasil casting pada komponen otomotif
- Lampiran 4** Kuestioner II – Pembobotan informasi yang mempengaruhi kompleksitas produk dan proses untuk hasil casting pada komponen otomotif
- Lampiran 5** Tabel informasi yang mempengaruhi produk sand casting El-Maraghy, sebelum dan setelah perubahan desain dengan menggunakan metodologi gabungan.
- Lampiran 6** Tabel informasi yang mempengaruhi pattern El-Maraghy, sebelum dan setelah perubahan desain dengan menggunakan metodologi gabungan.
- Lampiran 7** Flow chart rancangan penelitian
- Lampiran 8** Tabel standard pembobotan parameter penting pada matrik FX J dan Fx K
- Lampiran 9** Tabel insertion dan fastening Boothroyth