

**STUDI ANALISA KEGAGALAN MATERIAL FC50  
PADA APLIKASI GARDAN MOBIL**

**SKRIPSI**

Oleh

**AMIR HAMZAH SUTANMARO PANE**

**04 04 04 00 7Y**



**DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

**STUDI KELAYAKAN DARI ANALISA  
KEGAGALAN MATERIAL FC50 PADA APLIKASI  
GARDAN MOBIL**

**SKRIPSI**

Oleh

**AMIR HAMZAH SUTAN MARO PANE**

**04 04 04 00 7Y**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

**GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **STUDI KELAYAKAN DARI ANALISA KEGAGALAN MATERIAL FC50 PADA APLIKASI GARDAN MOBIL**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 8 Juli 2008

AMIR HAMZAH SUTAN MARO PANE

NPM 04 04 04 00 7Y

## **PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul :

### **STUDI KELAYAKAN DARI ANALISA KEGAGALAN MATERIAL FC50 PADA APLIKASI GARDAN MOBIL**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pembimbing I

Depok, 8 Juli 2008

Pembimbing II

Ir. Rini Riastuti, M.Sc

NIP. 131 614 431

Dr.Ir.M.Amin Suhadi, M.Eng

NIP. 680 001 189

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Kedua Orang Tua Saya**

**dan Kedua Adik Saya**

**serta**

**Ir. Rini Riastuti, M.Sc**

**Dr.Ir.M.Amin Suhadi, M.Eng**

selaku orang tua yang telah memberikan segalanya untuk saya dan adik-adik saya yang selalu mengisi kehidupan saya serta dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

# DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 TUJUAN PENELITIAN	2
I.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN	2
I.4 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	5
II.1 GARDAN MOBIL	5
II.1.1 Definisi dan Fungsi Gardan Mobil	5
II.1.2 Prinsip Kerja Gardan Mobil	6
II.2 MATERIAL GARDAN	7
II.2.1 Besi Tuang Kelabu	7
II.2.2 Struktur Mikro	8
II.2.3 Metalurgi Besi Tuang Kelabu	9
II.2.4 Klasifikasi Besi Tuang Kelabu	9
II.2.5 Pengaruh Bentuk Serpih dan Distribusi Grafit	10
II.2.6 Pembekuan Besi Tuang Kelabu	14
II.2.7 Pengaruh Komposisi Kimia Pada Struktur Mikro Besi Tuang Kelabu	18
II.2.7.1 Karbon dan Silikon	18
II.2.7.2 Sulfur dan Mangan	20
II.2.7.3 <i>Phosfor</i>	21
II.2.7.4 Tembaga	22

II.2.8 Inokulasi dalam Besi Tuang Kelabu	22
II.2.9 Besi Tuang Kelabu FC 50	24
II.2.10 Sifat Mekanis Besi Tuang Kelabu	24
II.2.10.1 Kekuatan Tarik	24
II.2.10.2 Kekerasan	25
II.2.10.3 Mampu Mesin	25
II.2.10.4 Ketahanan Aus	26
II.2.10.5 Kapasitas Peredaman	26
II.2.11 Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Mekanis Besi Tuang Kelabu	26
II.2.11.1 Pembebasan Tegangan	26
II.2.11.2 Pelunakan	27
II.2.11.3 Pengerasan dan Penemperan	28
II.KEGAGALAN PADA GARDAN MOBIL	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
III.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	34
III.2 BAHAN-BAHAN PENELITIAN	35
III.3 ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN	36
III.4 PROSEDUR PENELITIAN	37
III.4.1 Pengamatan Visual	37
III.4.2 Pengambilan Sampel	37
III.4.3 Persiapan Sampel	37
III.4.4 Pengamatan dan Pengujian	38
III.4.4.1 Pengamatan Fraktografi	38
III.4.4.2 Pengujian Komposisi	38
III.4.4.3 Pengamatan Struktur Mikro	39
III.4.4.4 Pengujian Kekerasan	40
BAB IV HASIL PENELITIAN	43
IV.1 PENGUJIAN AWAL PADA GARDAN	43
IV.1.1 Pengujian Komposisi	43
IV.1.2 Pengamatan Fraktografi	44

IV.2 HASIL PENGUJIAN KEKERASAN	44
IV.2.1 Sampel Awal	45
IV.2.2 Hasil Proses Perlakuan Panas	45
IV.3 Grafik Hubungan antara Kekerasan dengan Temperatur dan Waktu Tahan	46
IV.4 HASIL FOTO STRUKTUR MIKRO	48
IV.4.1 Struktur Mikro Sampel Awal	48
IV.4.2 Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas	49
BAB V PEMBAHASAN	61
V.1 UMUM	61
V.2 MATERIAL	61
V.3 PROSES PRODUKSI	63
V.4 OPERASIONAL GARDAN	65
V.5 ANALISIS KESELURUHAN	68
BAB VI KESIMPULAN	70
DAFTAR ACUAN	72
LAMPIRAN	73



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar II.1</b> Gardan	5
<b>Gambar II.2</b> Prinsip Kerja Gardan	6
<b>Gambar II.3</b> Struktur Mikro Besi Tuang Kelabu.	8
<b>Gambar II.4</b> Struktur Grafit Tipe A	11
<b>Gambar II.5</b> Struktur Grafit Tipe B	12
<b>Gambar II.6</b> Struktur Grafit Tipe C	13
<b>Gambar II.7</b> Struktur Grafit Tipe D	13
<b>Gambar II.8</b> Struktur Grafit Tipe E	14
<b>Gambar II.9</b> Diagram Keseimbangan Fe-C-Si	15
<b>Gambar II.10</b> Diagram Pembekuan dalam Besi Tuang.	16
<b>Gambar II.11</b> Diagram Keseimbangan Fe dan C	29
<b>Gambar II.12</b> Kurva Karakteristik Pendinginan dengan Perbedaan Grafit Serpih, pada Temperatur Keseimbangan Eutektik	23
<b>Gambar II.13</b> Pengaruh Karbon Ekuivalen terhadap Uji Tarik pada Besi Tuang Kelabu	25
<b>Gambar II.14</b> Penampang Gardan dan Komponen di Dalamnya	30
<b>Gambar III.1</b> <i>Housing</i> Gardan yang Pecah	35
<b>Gambar III.2</b> Pecahan <i>Housing</i> Gardan	35
<b>Gambar III.3</b> Pecahan <i>Housing</i> Gardan Bagian 1 Tampak Kanan	35
<b>Gambar III.4</b> Pecahan <i>Housing</i> Gardan Bagian 1 Tampak Kiri	36
<b>Gambar III.5</b> Potongan Gardan Yang Telah di <i>Mounting</i>	38
<b>Gambar III.6</b> Mikroskop Optik	40
<b>Gambar III.7</b> Mesin Amplas dan Poles	40
<b>Gambar III.8</b> Skematis Prinsip Indentasi dengan Metode <i>Brinell</i> (Skala 3:1)	41
<b>Gambar III.9</b> Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	42

<b>Gambar III.10</b> <i>Measuring Microscope</i>	42
<b>Gambar IV.1</b> Penampang Patahan Gardan Di Bagian Depan, Perbesaran 7kali	44
<b>Gambar IV.2</b> Penampang Patahan Gardan Di Bagian Tengah, Perbesaran 7kali	44
<b>Gambar IV.3</b> Hubungan antara Temperatur Perlakuan Panas Terhadap Nilai Kekerasan	46
<b>Gambar IV.4</b> Hubungan antara Waktu Tahan terhadap Nilai Kekerasan	47
<b>Gambar IV.5</b> Hubungan Temperatur dan Waktu Tahan terhadap Nilai Kekerasan	47
<b>Gambar IV.6</b> Struktur Mikro Sampel Awal Daerah Sekitar Patahan. perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	48
<b>Gambar IV.7</b> Struktur Mikro Sampel Awal. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	48
<b>Gambar IV.8</b> Struktur Mikro Sampel Awal. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	48
<b>Gambar IV.9</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	49
<b>Gambar IV.10</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	49
<b>Gambar IV.11</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	49
<b>Gambar IV.12</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	50
<b>Gambar IV.13</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	50
<b>Gambar IV.14</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	50

<b>Gambar IV.15</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	51
<b>Gambar IV.16</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	51
<b>Gambar IV.17</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	51
<b>Gambar IV.18</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	52
<b>Gambar IV.19</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	52
<b>Gambar IV.20</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 100 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	52
<b>Gambar IV.21</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	53
<b>Gambar IV.22</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	53
<b>Gambar IV.23</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	53
<b>Gambar IV.24</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	54
<b>Gambar IV.25</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	54
<b>Gambar IV.26</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	54
<b>Gambar IV.27</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	55

<b>Gambar IV.28</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	55
<b>Gambar IV.29</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	55
<b>Gambar IV.30</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	56
<b>Gambar IV.31</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	56
<b>Gambar IV.32</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 200 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	56
<b>Gambar IV.33</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	57
<b>Gambar IV.34</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	57
<b>Gambar IV.35</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 10 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	57
<b>Gambar IV.36</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	58
<b>Gambar IV.37</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	58
<b>Gambar IV.38</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 20 menit. Perbesaran 500x, Dilakukan Etsa.	58
<b>Gambar IV.39</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa.	59
<b>Gambar IV.40</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	59
<b>Gambar IV.41</b> Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800 <sup>0</sup> C & Waktu Tahan 30 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa.	59

- Gambar IV.43** Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800<sup>0</sup>C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Tanpa Dilakukan Etsa. 60
- Gambar IV.43** Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800<sup>0</sup>C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa. 60
- Gambar IV.44** Struktur Mikro Hasil Perlakuan Panas; Temperatur 800<sup>0</sup>C & Waktu Tahan 60 menit. Perbesaran 100x, Dilakukan Etsa. 60



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel II.1</b> Komposisi Kimia dari Kesi Tuang	7
<b>Tabel II.3</b> Berbagai Ukuran Serpih Grafit	10
<b>Tabel IV.1</b> Nilai Pengujian Komposisi Kimia pada Material Gardan	43
<b>Tabel IV.2</b> Nilai Pengujian Kekerasan Sampel Awal	45
<b>Tabel IV.3</b> Nilai Kekerasan Rata-rata (BHN) Terhadap Perlakuan Panas dan waktu Tahan	45



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Pengujian Komposisi.	74
<b>Lampiran 2</b> Data pengujian kekerasan Sampel Awal	75
<b>Lampiran 3</b> Data pengujian Kekerasan Hasil Perlakuan Panas.	76
<b>Lampiran 4</b> Foto Posisi Patahan Gardan dan Pecahan	78
<b>Lampiran 5</b> Foto SEM Patahan Getas Dibagian Depan Gardan	79

