

**OPTIMASI PEMILIHAN RAW MATERIAL S35C PROSES *HOT FORGING*
DENGAN METODE VDI 2221 DAN *TRIAL* UNTUK PRODUK
*UNDERBRACKET TYPE XYZ***



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI PEMILIHAN *RAW MATERIAL* S35C PROSES *HOT FORGING*
DENGAN METODE VDI 2221 DAN *TRIAL* UNTUK PRODUK
UNDERBRACKET TYPE XYZ



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rabil Farhan Inaku
NIM : 41321120025
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI PEMILIHAN *RAW MATERIAL* S35C PROSES *HOT FORGING* DENGAN METODE VDI 2221 DAN *TRIAL* UNTUK PRODUK *UNDERBRACKET TYPE XYZ*

Disusun oleh:

Nama : Muhammad Rabil Farhan Inaku
NIM : 41321120025
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 17 Juni 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIK/NIP. 116770512

Penguji Sidang II



Andi Firdaus Sudarma, S.T., M.Eng

NIK/NIP: 217810112

Penguji Sidang I



Dr. Eng. Deni Shidqi Khaerudini

NIK/NIP. 216890126

Penguji Sidang III



Rikko Putra Youlia, S.T., M.Eng

NIK/NIP: 120930671

Mengetahui,

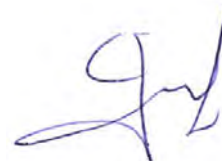
Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Eng Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIK/NIP. 112750348

Koordinator TA



Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T.

NIK/NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Rabil Farhan Inaku

NIM : 41321120025

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : Optimasi Pemilihan *Raw Material* S35C Proses *Hot Forging* dengan Metode VDI 2221 dan *Trial* untuk Produk *Underbracket Type XYZ*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 16 Maret 2023

Muhammad Rabil Farhan Inaku

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir tepat waktu yang berjudul “Optimasi Pemilihan *Raw Material* S35C Proses *Hot Forging* dengan Metode VDI 2221 dan *Trial* untuk Produk *Underbracket Type XYZ*”. Penyusunan laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan tugas akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh jenjang sarjana strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam Kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih ini untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Imam Hidayat, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
4. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing saya yang telah sangat membantu dalam meluangkan waktu, memberikan tenaga dan pemikirannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan penyusunan laporan TA ini dan memberikan ilmu berupa saran dan masukan kepada penulis.
5. Para dewan penguji yang telah bersedia untuk menguji dan memberi masukan dan saran yang sifatnya membangun dalam penyempurnaan laporan ini.
6. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moral dan moril serta mendukung dan memberikan doa restunya kepada penulis sampai ke titik ini dan selalu mendoakan penulis dalam segala hal sampai penulis dapat menyempurnakan penulisan laporan ini.
8. Teruntuk nenek saya dari orang tua ayah dan ibu yang telah mendoakan yang terbaik untuk penulis.
9. Teruntuk Rodhi Hana Sakinah yang sudah menjadi *support system* dan rekan terbaik penulis.

10. Teruntuk Rekan Kerja saya yang membantu mengizinkan saya untuk bekerja dan meneruskan pendidikan.
11. Rekan-rekan seperjuangan Program KK Reguler 2 UMB yang telah membantu saya.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 16 Maret 2023



Muhammad Rabil Farhan Inaku

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Industri otomotif di Indonesia sekarang ini semakin meningkat. Hal tersebut membuat permintaan *spare part* motor terus meningkat. Salah satu *spare part* motor tersebut adalah *Underbracket*. *Underbracket* dapat diproduksi dengan proses *hot forging*. Setelah melakukan pengamatan saat berlangsungnya proses *hot forging* terdapat masalah. Masalah tersebut terdapat pada *maker material* mana yang akan digunakan dan dimensi potongan *raw material* S35C yang ingin dipakai sehingga produksi *Underbracket* tidak dapat berjalan efisien. *Maker material* dan Dimensi Potongan *Raw Material* saat proses *forging* sangat berpengaruh terhadap hasil *waste*, hasil kualitas dan kuantitas produk *Under Bracket* tipe XYZ. Untuk itu dilakukan penelitian dengan metode berupa kombinasi VDI 2221 dan *Trial*. Metode tersebut dilakukan agar dapat menentukan ukuran dimensi dan *maker* dari *raw material* S35C yang optimal dan efisien agar *waste* dan kecacatan hasil produk dapat berkurang. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan ukuran dimensi potongan *material* dan *maker material* yang optimal sebelum produk tersebut di produksi secara massal dan dapat membandingkan beberapa variasi ukuran dimensi potongan *raw material* dan dua *maker material* yang diuji serta mendapatkan kualitas dan kuantitas hasil produk yang baik dan efisien. Penelitian diawali dengan metode VDI 2221 lalu dilakukan komparasi komposisi kimia dan *trial* pada *maker material* dimensi potong hasil dari VDI 2221 lalu dilakukan beberapa pengujian laboratorium sehingga menghasilkan produk yang efisien dalam segi kualitas serta kuantitasnya. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menentukan *maker material* dan ukuran dimensi potongan *raw material* dari produk *Underbracket* tipe XYZ yang efisien dan kualitas dan kuantitas yang baik.

Kata Kunci: *Hot Forging, VDI 2221, Trial, Underbracket*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**OPTIMIZATION OF SELECTION OF RAW MATERIAL S35C HOT FORGING
PROCESS WITH VDI 2221 AND TRIAL METHOD TYPE XYZ
UNDERBRACKET PRODUCT**

ABSTRACT

The automotive industry in Indonesia is currently increasing. This makes the demand for motorcycle spare parts continue to increase. One of these motor spare parts is the Underbracket. Underbrackets can be produced by the hot forging process. After making observations during the hot forging process, there was a problem. The problem lies in which material maker will use and the dimensions of the S35C raw material pieces that we want to use so that Underbracket production cannot run efficiently. Manufacturing Materials and Raw Materials The dimensions of the pieces during the forging process greatly affect the yield of waste, the results of the quality and quantity of the XYZ type Under Bracket product. For this reason, research was carried out using a method in the form of a combination of VDI 2221 and Trial. This method is carried out in order to be able to determine the optimal and efficient dimensions of the size and manufacture of S35C raw material so that waste and product defects can be reduced. The purpose of this research is to obtain the optimal size of the material pieces and ingredients before the product is mass-produced and to be able to compare several variations in the size of the pieces of raw materials and the two tested materials and to obtain quality and quantity of good and efficient product results. The research began with the VDI 2221 method and then carried out comparisons of chemical compositions and experiments on the dimensions of the cutting material produced from VDI 2221 and then carried out several laboratory tests to produce an efficient product in terms of quality and quantity. The results of this study are expected to be able to determine the manufacturing material and the dimensions of the raw material pieces from the XYZ type Underbracket product that are efficient and of good quality and quantity.

Keywords: Hot Forging, VDI 2221, Trial, Underbracket

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2. PENEMPAAN (FORGING)	11
2.3. KLASIFIKASI PENEMPAAN (<i>FORGING</i>)	12
2.3.1. Klasifikasi Penempaan berdasarkan Suhu Benda Kerja	12
2.3.2. Klasifikasi berdasarkan Pengaturan <i>Dies</i>	13
2.4. APLIKASI PROSES PENEMPAAN (<i>FORGING</i>)	15
2.5. <i>UNDERBRACKET</i> PADA KENDARAAN MOTOR	15
2.5.1. Fungsi <i>Underbracket</i>	17

2.5.2.	Kecacatan pada <i>Underbracket</i>	17
2.6.	METODE VDI 2221	23
2.7.	<i>RAW MATERIAL S35C</i>	24
2.7.1.	Pengertian <i>Grade Material S35C</i>	25
2.7.2.	Pengaplikasian <i>Grade Material S35C</i>	25
2.7.3.	Sifat Mekanik <i>Grade Material S35C</i>	26
2.7.4.	Sifat Kimia <i>Grade Material S35C</i>	26
2.7.5.	Sifat Fisik <i>Grade Material S35C</i>	27
2.7.6.	Komposisi Kimia <i>Grade Material S35C</i>	27
2.7.7.	Ekuivalensi <i>Grade Material S35C</i>	29
2.7.8.	Sifat Mampu <i>Material S35C</i>	31
2.8.	PENGUJIAN SPEKTRO	33
2.9.	PENGUJIAN <i>MAGNETIC PARTICLE</i>	34
2.10.	PENGUJIAN <i>FIBERFLOW</i>	35
2.11.	PENGUJIAN <i>HARDNESS</i>	36
2.12.	PENGUJIAN STRUKTUR MIKRO	38
2.12.1.	Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	39
2.13.	PROSES PENDINGINAN SETELAH <i>HOT FORGING</i>	41
BAB III METODOLOGI		44
3.1.	DIAGRAM ALIR	44
3.1.1.	Diagram Alir <i>Trial Hot Forging</i>	44
3.1.2.	Diagram Alir VDI 2221	45
3.2.	KLARIFIKASI TUGAS	47
3.3.	KLASIFIKASI PERANCANGAN	47
3.4.	ABSTRAKSI	49
3.5.	STRUKTUR FUNGSI	51

3.6.	PRINSIP SOLUSI UNTUK <i>SUB-FUNGSI</i>	51
3.7.	ESTIMASI BIAYA <i>MATERIAL</i> DAN PROSES PRODUKSI	53
3.8.	PROSES <i>HOT FORGING</i> TIAP VARIAN	57
3.9.	KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN TIAP VARIAN	60
3.10.	PEMILIHAN KOMBINASI	63
3.11.	EVALUASI SOLUSI VARIAN	63
3.12.	DIAGRAM ALIR PROSES <i>HOT FORGING</i>	64
3.13.	PROSES TRIAL <i>HOT FORGING</i>	66
3.14.	PENGUJIAN LABORATORIUM	67
3.14.1.	Uji Spektro	67
3.14.2.	Uji <i>Magna Particle</i>	68
3.14.3.	Uji <i>Fiberflow</i>	69
3.14.4.	Uji <i>Hardness</i> dengan <i>Rockwell Test</i>	72
3.14.5.	Uji Struktur Mikro	73
3.15.	TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	74
3.15.1.	Tempat Penelitian	74
3.15.1.	Waktu Penelitian	74
3.16.	BAHAN DAN ALAT <i>TRIAL HOT FORGING</i>	75
3.16.1.	Bahan Metode <i>Trial Hot Forging</i>	75
3.16.2.	Alat Eksperimen <i>Trial Hot Forging</i>	75
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	81
4.1.	PENDAHULUAN	81
4.2.	HASIL VDI 2221	82
4.2.	KOMPARASI KOMPOSISI KIMIA 2 <i>MAKER RAW MATERIAL S35C</i>	84
4.3.	HASIL <i>TRIAL HOT FORGING 2 MAKER RAW MATERIAL S35C</i>	86
4.3.1.	Hasil <i>Trial Hot Forging Maker Raw Material JS</i>	86

4.3.2.	Hasil <i>Trial Hot Forging Maker Raw Material</i> DSS	89
4.4.	HASIL PENGUJIAN <i>MAGNA PARTICLE TEST UNDERBRACKET</i>	90
4.4.1.	Hasil Pengujian MPT <i>Maker Raw Material S35C JS</i>	93
4.4.2.	Hasil Pengujian MPT <i>Maker Raw Material S35C DSS</i>	95
4.5.	HASIL PENGUJIAN <i>FIBERFLOW UNDERBRACKET</i>	96
4.5.1.	Hasil Pengujian <i>Fiberflow Maker Raw Material JS</i>	96
4.5.2.	Hasil Pengujian <i>Fiberflow UNBKT Maker Raw Material DSS</i>	100
4.6.	HASIL PENGUJIAN <i>HARDNESS 2 MAKER RAW MATERIAL S35C</i>	102
4.6.1.	Hasil Pengujian <i>Hardness Maker Raw Material JS</i>	102
4.6.2.	Hasil Pengujian <i>Hardness Maker Raw Material DSS</i>	104
4.7.	HASIL PENGUJIAN <i>HARDNESS PADA PRODUK UNDERBRACKET</i>	105
4.7.1.	Hasil Pengujian <i>Hardness UNBKT Maker Raw Material JS</i>	105
4.7.2.	Hasil Pengujian <i>Hardness UNBKT Maker Raw Material DSS</i>	107
4.8.	HASIL PENGUJIAN STRUKTUR MIKRO <i>UNDERBRACKET</i>	107
4.8.1.	Hasil Pengujian Struktur Mikro <i>UNBKT Maker Raw Material JS</i>	108
4.8.2.	Hasil Pengujian Struktur Mikro <i>UNBKT Maker Raw Material JS</i>	114
BAB V	PENUTUP	119
5.1.	KESIMPULAN	119
5.2.	SARAN	119
	DAFTAR PUSTAKA	120
	LAMPIRAN	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Butiran Skematik dalam Komponen	11
Gambar 2.2. <i>Open-Die Forging</i>	14
Gambar 2.3. <i>Impression-Die Forging</i>	14
Gambar 2.4. Rancangan Sistem Pengujian <i>Customer</i> di perusahaan A	16
Gambar 2.5. Komponen Sistem Kemudi	16
Gambar 2.6. <i>Underbracket</i>	17
Gambar 2.7. <i>Sub Divisi 4 Grup Jenis Lipatan</i>	18
Gambar 2.8. Internal dan Eksternal Cacat Geser	19
Gambar 2.9. <i>Dent</i> pada <i>Underbracket</i>	20
Gambar 2.10. <i>Bopeng</i> pada <i>Underbracket</i>	20
Gambar 2.11. <i>Lapping</i> pada <i>Underbracket</i>	21
Gambar 2.12. <i>Scratch</i> pada <i>Underbracket</i>	21
Gambar 2.13. <i>Underfill</i> pada <i>Underbracket</i>	22
Gambar 2.14. Bengkok pada <i>Underbracket</i>	22
Gambar 2.15. <i>Over Bopeng</i> pada <i>Underbracket</i>	23
Gambar 2.16. <i>Over Dent</i> pada <i>Underbracket</i>	23
Gambar 2.17. Tahapan Metode VDI 2221	24
Gambar 2.18. Warna Unsur Tertentu ketika Terbakar	33
Gambar 2.19. Penampakan Spektrum Beragam Panjang Gelombang	34
Gambar 2.20. Ilustrasi <i>Magnetic Particle Test</i>	34
Gambar 2.21. Perbedaan <i>Fiberflow</i> Hasil <i>Hot Forging</i> dengan Hasil <i>Machining</i>	35
Gambar 2.22. <i>Fiberflow Underbracket</i>	36
Gambar 2.23. Mesin <i>Rockwell Manual</i>	37
Gambar 2.24. <i>Indentor</i> Intan dan <i>Indentor</i> Bola	38
Gambar 2.25. Ilustrasi Pengamatan Struktur Mikro	39
Gambar 2.26. Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	40
Gambar 3.1. Diagram Alir <i>Trial Hot Forging</i>	45
Gambar 3.2. Diagram Alir VDI 2221	46
Gambar 3.3 Proses <i>Cutting</i> Sampai <i>Forging</i> Rancangan VDI 2221	57
Gambar 3.4. Proses <i>Trimming Profile</i> dan <i>Hole</i> Rancangan VDI 2221	58
Gambar 3.5. <i>Master Dies</i>	58

Gambar 3.6. <i>Profile Dies Forging</i>	59
Gambar 3.7. Penambahan Bendungan <i>Profile Dies Forging</i>	59
Gambar 3.8 Penambahan Proses <i>Bending</i>	60
Gambar 3.9. Diagram Alir Proses <i>Hot Forging</i>	65
Gambar 3.10. Pendinginan pada <i>Underbracket</i> Tipe XYZ	65
Gambar 3.11. <i>Flow Process Trial Hot Forging</i>	67
Gambar 3.12. <i>Optical Emission Spectrometer</i>	68
Gambar 3.13. Mesin <i>Magnetic Particle Tester</i>	69
Gambar 3.14. Cairan <i>Magna PFM 200 C</i>	69
Gambar 3.15. <i>Checksheets Magnaflux</i>	69
Gambar 3.16. Kompor Cairan HCL dan Capitan	70
Gambar 3.17. Wadah Berisi Air untuk <i>Fiberflow</i>	70
Gambar 3.18. Wadah Berisi Oli <i>Anti Rust</i>	71
Gambar 3.19. Permukaan <i>Underbracket</i> setelah Uji <i>Fiberflow</i>	71
Gambar 3.20. Ilustrasi Pengerjaan Pengujian <i>Rockwell Hardness</i>	72
Gambar 3.21. Mesin <i>Rockwell Hardness Tester HR-200 Manual</i>	73
Gambar 3.22. <i>Indentor</i> dan Beban	73
Gambar 3.23. <i>Sample Raw Material</i> dan <i>Underbracket</i>	73
Gambar 3.24. <i>Microscope Olympus</i>	74
Gambar 3.25. Alat Pelindung Diri	75
Gambar 3.26. Capitan <i>Forging</i>	76
Gambar 3.27. Mesin <i>Cutting KCM RF 550I</i>	76
Gambar 3.28. Mesin <i>Oven Induction Heating CK 500 KW</i>	77
Gambar 3.29. Mesin <i>Hummer 2 TON</i>	77
Gambar 3.30. Mesin <i>Trimming Profile & Hole</i>	78
Gambar 3.31. <i>Dies</i> (Cetakan)	78
Gambar 3.32. Mesin <i>Sandblast</i>	79
Gambar 3.33. <i>Vernier Caliper Digital Mitutoyo</i>	80
Gambar 3.34. <i>Weigher Digital Excellent Mitutoyo</i>	80
Gambar 3.35. <i>Height Gauge Digital Mitutoyo</i>	80
Gambar 4.1. Komposisi Kimia JS dan DSS	85
Gambar 4.2. <i>Maker Raw Material S35C JS</i>	87
Gambar 4.3. Proses <i>Trial Hot Forging Maker Raw Material JS</i>	87

Gambar 4.4. Pengecekan Produk <i>Finished Good Underbracket Type XYZ</i>	87
Gambar 4.5. Hasil <i>Trial Hot Forging Maker Raw Material JS</i>	88
Gambar 4.6. <i>Maker Raw Material S35C DSS</i>	89
Gambar 4.7. Hasil <i>Trial Hot Forging Maker Raw Material DSS</i>	89
Gambar 4.8. Penyesuaian Penjepit dengan <i>Underbracket Tipe XYZ</i>	90
Gambar 4.9. Pemberian Sifat Magnetik dan Penyiraman Cairan PMF 200C	91
Gambar 4.10. <i>Check Visual</i> dengan Lampu <i>Black Light</i>	91
Gambar 4.11. Contoh <i>Visual Reject</i> pada Uji MPT	92
Gambar 4.12. Contoh <i>Visual Not Good</i> pada Uji MPT	92
Gambar 4.13. Contoh <i>Visual OK</i> pada Uji MPT	93
Gambar 4.14. Hasil <i>Check Sheet Magnaflux Maker Raw Material JS</i>	94
Gambar 4.15. Kecacatan Temuan Pengujian MPT	94
Gambar 4.16. Hasil <i>Check Sheet Magnaflux Maker Raw Material DSS</i>	95
Gambar 4.17. Ilustrasi Potongan <i>Underbracket</i> untuk Uji <i>Fiberflow</i>	96
Gambar 4.18. Hasil <i>Fiberflow Side A</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker JS</i>	97
Gambar 4.19. Hasil <i>Fiberflow Side B</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker JS</i>	97
Gambar 4.20. Ilustrasi Alur Serat Tidak Terputus	98
Gambar 4.21. Teori Alur Serat Hasil Penempaan	99
Gambar 4.22. Alur Serat Mengikuti Proses Pembentukan <i>Forging</i>	99
Gambar 4.23. Ilustrasi <i>Black Hole</i> pada Besi	100
Gambar 4.24. Hasil <i>Fiberflow Side A</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker DSS</i>	100
Gambar 4.25. Hasil <i>Fiberflow Side B</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker DSS</i>	101
Gambar 4.26. Kondisi <i>Sample</i> Sebelum dan Sesudah Pengujian <i>Hardness</i>	103
Gambar 4.27. <i>Point Check</i> Nilai <i>Hardness</i> pada <i>Raw Material S35C</i>	103
Gambar 4.28. <i>Point Check Hardness</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ</i>	106
Gambar 4.29. <i>Sample</i> dan <i>Point</i> Pengecekan Uji Struktur Mikro	108
Gambar 4.30. Diagram Fasa Fe - Fe ₃ C pada Pemanasan <i>Maker Material JS</i>	110
Gambar 4.31. Struktur Mikro Fasa <i>Austenite</i> dan <i>Ferrite</i> UNBKT S35C JS	111
Gambar 4.32. Struktur Mikro <i>Duplex Stainless</i>	112
Gambar 4.33. Diagram Fasa Fe - Fe ₃ C pada Pemanasan <i>Maker Material DSS</i>	115
Gambar 4.34. Struktur Mikro Fasa <i>Austenite</i> dan <i>Ferrite</i> UNBKT S35C DSS	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2. Klasifikasi Kecacatan pada <i>Forging</i>	18
Tabel 2.3. Sifat Mekanik S35C	26
Tabel 2.4. Sifat Kimia S35C	26
Tabel 2.5. Sifat Fisik S35C	27
Tabel 2.6. Komposisi Kimia S35C	27
Tabel 2.7. Sifat Unsur Kimia Baja Karbon	28
Tabel 2.8. Ekuivalen Standard Karbon Baja	29
Tabel 2.9. Ekuivalen Standard Karbon Baja Komposisi Kimia	30
Tabel 3.1. Klasifikasi Perancangan	48
Tabel 3.2. Abstraksi Tahap 1	49
Tabel 3.3. Abstraksi Tahap 2	50
Tabel 3.4. Abstraksi Tahap 3	50
Tabel 3.5. Prinsip Solusi <i>Raw Material Underbracket</i>	51
Tabel 3.6. Varian Solusi	52
Tabel 3.7. Estimasi Biaya <i>Material JS dan DSS</i> Tiap Varian	54
Tabel 3.8. Estimasi Biaya Proses Produksi Varian 1	54
Tabel 3.9. Estimasi Biaya Proses Produksi Varian 2	54
Tabel 3.10. Estimasi Biaya Proses Produksi Varian 3	54
Tabel 3.11. Estimasi Biaya Proses Produksi Varian 4	55
Tabel 3.12. Estimasi Biaya <i>Dies</i> Varian 1	55
Tabel 3.13. Estimasi Biaya <i>Dies</i> Varian 2	55
Tabel 3.14. Estimasi Biaya <i>Dies</i> Varian 3	55
Tabel 3.15. Estimasi Biaya <i>Dies</i> Varian 4	56
Tabel 3.16. Total Kisaran Biaya Tiap Varian	56
Tabel 3.17. Keuntungan dan Kerugian Tiap Varian	60
Tabel 3.18. Pemilihan Kombinasi Prinsip Solusi	63
Tabel 3.19. Evaluasi Solusi Varian	64
Tabel 3.20. Bahan Eksperimen <i>Trial Hot Forging</i>	75
Tabel 4.1. Hasil Kombinasi Variasi dengan <i>Sub Fungsi</i>	82
Tabel 4.2. Hasil Nilai Evaluasi pada Kriteria Penting	83

Tabel 4.3. Komposisi Kimia Maker Raw Material S35C JS dan DSS	84
Tabel 4.4. Persentase Hasil <i>Trial Maker Raw Material JS</i>	88
Tabel 4.5. Persentase Hasil <i>Trial Maker Raw Material DSS</i>	90
Tabel 4.6. Hasil Pengamatan <i>Fiberflow side A maker JS</i>	97
Tabel 4.7. Hasil Pengamatan <i>Fiberflow side B maker JS</i>	98
Tabel 4.8. Hasil Pengamatan <i>Fiberflow side A maker DSS</i>	101
Tabel 4.9. Hasil Pengamatan <i>Fiberflow side B maker DSS</i>	101
Tabel 4.10. Hasil Pengecekan Nilai <i>Hardness Maker JS</i>	104
Tabel 4.11. Hasil Pengecekan Nilai <i>Hardness Maker DSS</i>	105
Tabel 4.12. Hasil Pengujian <i>Hardness</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker JS</i>	107
Tabel 4.13. Hasil Pengujian <i>Hardness</i> pada <i>Underbracket Tipe XYZ Maker DSS</i>	107



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
\emptyset	Diameter Raw Material
ρ	Density (Massa Jenis)
E	Young's Modulus
σ_y	Yield Strength
HB	Brinell Hardness
σ	Tensile Strength
μ	Poisson's Ratio
L'	Elongation
RA	Reduction in Area
k	Thermal Conductivity
C	Spesific Heat
α	Thermal Expansion
$^{\circ}$	Derajat
R	Resistivity
γ	Besi Gamma
α	Besi Alpha

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
JS	<i>(Maker Steel disamakan)</i>
DSS	<i>(Maker Steel disamakan)</i>
UNBKT	<i>Underbracket</i>
VDI	<i>Verein Deutcher Ingenieure</i>
C	<i>Carbon</i>
Si	<i>Silicon</i>
Mn	<i>Mangan</i>
P	<i>Fosfor</i>
S	<i>Sulfur</i>
Cr	<i>Chrome</i>
Ni	<i>Nikel</i>
Pb	<i>Plumbum (Timbal)</i>
Fe	<i>Ferro</i>
JIS	<i>Japan Iron and Steel</i>
HCL	<i>Asam Klorida</i>
MPT	<i>Magnetic Particle Test</i>
NDT	<i>Non Destructive Test</i>
BHN	<i>Brinell Hardness Number</i>
Na	<i>Natrium</i>
OES	<i>Optical Emission Spectrometry</i>
BRIN	<i>Badan Riset dan Inovasi Nasional</i>
UI	<i>Universitas Indonesia</i>
NG	<i>Not Good</i>
RPM	<i>Rotation Per Minutes</i>
FCC	<i>Face Centered Cubic</i>
BCC	<i>Body Centered Cubic</i>