

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi berjudul “**Pengaruh Variasi Diameter *Steel Ball* Pada Perlakuan *Shot peening* Sesudah *Drilling* Terhadap Struktur Mikro, Kekasaran Permukaan, Geometri, *Wettability* Dan Kekerasan Pada Permukaan *Dynamic Compression Plate* Berbahan *Stainless steel 316L*” ini adalah bagian dari penelitian dosen pembimbing saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Penguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.**

Yogyakarta, 24 Mei 2018

Eko Saryanto

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. **Allah SWT.** Syukur alhamdulillah atas segala kemudahan yang telah diberikan, semoga rohman dan rohim-Mu selalu mengiringi tiap langkah hamba-Mu yang lemah ini.
2. **Rasulullah SAW.** Terimakasih atas petunjuk dan keteladanan yang telah Engkau berikan hingga jiwa ini penuh dengan kedamaian dan keikhlasan.
3. **Ayahanda dan Alm. Ibu tercinta, serta kakak-kakakku Suwarni, Suwarno dan Suwardilan.** Terima kasih atas semua hamparan cinta-kasih, doa-doa serta pengorbanan yang telah diberikan sehingga aku masih bisa tetap tersenyum sampai ini. Atas setiap doa, keringat, rupiah, pengorbanan, setiap hal kecil yang telah tcurahkan dan mendidik anakmu ini dengan penuh kesabaran.
4. **Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.dan Sunardi, S.T., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai dan semoga ilmu yang diberikan bermanfaat.
5. **Himpunan Mahasiswa Mesin UMY periode 2015/2016 dan 2016/2017.** Terimakasih telah memberikan kesempatan untuk berkontribusi dalam HMM selama dua periode dan berbagi ilmu tentang berorganisasi yang baik.
6. **Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik UMY periode 2015/2016.** Terimakasih telah memberikan kesempatan untuk mengembangkan softkill dalam berorganisasi
7. **Virgilia Ningtias, Nugei Mulyati dan Danu Ranjali.** Terimakasih teruntuk teman-teman seperjuangan tim penelitian tugas akhir ku yang telah berjuang bersama-sama dalam suka dan duka selama penelitian ini.

8. **Teman-teman Teknik Mesin Kelas D 2014.** Terimakasih teruntuk teman-teman seperjuanganku yang telah berbagi kebahagiaan dan keseruan selama kuliah hampir 4 tahun ini.
9. **Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2014 dan semua angkatan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu,** saya ucapkan terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.
10. **Barisan Para Mantan (Taufik Akbar, Intan Wijaya, Apryanto, Ade Sanjaya dan Mas Rully H).** Terima kasih teruntuk teman seperjuangan, teman organisasi, dan teman panitia yang telah memberikan semangat, motivasi, perhatian dan kerjasama selama ini.
11. **Keluarga Nglombroters.** Terimakasih teruntuk sahabat-sahabat terbaik yang telah memberikan motivasi, perhatian dan mengisi kegabutan selama ini.
12. **Keluarga PANIK (Anisa, Ayun, Yuli).** Terimakasih kepada bidadari-bidadari seperjuanganku dalam kuliah walaupun beda kampus atas canda, semangat dan moral selama ini.
13. **Rifaldi dan Afrida Lusiyani.** Terimakasih teruntuk sahabatku dari kecil yang telah memberikan motivasi, perhatian dan doa sehingga dapat mengerjakan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat meraih gelar Sarjana Strata S-1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul **“PENGARUH VARIASI DIAMETER STEEL BALL PADA PERLAKUAN SHOT PEENING DAN SESUDAH PROSES DRILLING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKASARAN PERMUKAAN, GEOMETRI, WETTABILITY DAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN DYNAMIC COMPRESSION PLATE BERBAHAN STAINLESS STEEL 316L”**. *Stainless steel 316L (SS-316L)* dipilih sebagai *dynamic compression plate (DCP)* karena memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dan lebih kuat serta ketahanan pada suhu yang lebih tinggi, namun kekerasannya masih cukup rendah. Peningkatan kekuatan SS 316L dapat ditingkatkan dengan perlakuan *shot peening*. Perlakuan ini merupakan suatu metode perlakuan permukaan dimana spesimen ditembak dengan bola baja secara berulang-ulang sehingga menyebabkan terjadinya deformasi plastis pada permukaan akibat benturan yang terjadi. Plat penyambung tulang (*dynamic compression plate*) didesain untuk tulang tangan bagian lengan atas (*humerus*) dan lengan bawah (*radius dan ulna*)

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi diameter steel ball yaitu 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,7 mm dengan durasi waktu perlakuan 10 menit, jarak nozzle dari spesimen 100 mm dan tekanan dijaga konstan 6 bar. Pengujian yang dilakukan adalah struktur makro/mikro, kekasaran permukaan, geometri, *wettability*, dan kekerasan mikro.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata-mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata semoga laporan Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta, 18 Mei 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Kekasaran Permukaan.....	6
2.1.2. <i>Wettability</i>	7
2.1.3. Kekerasan Permukaan.....	8
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. <i>Stainless steel</i> 316L (SS-316L).....	9
2.2.2. <i>Dynamic Compression Plate</i> (DCP)	11
2.2.3. Perlakuan <i>Shot peening</i>	12
2.2.4. Pengamatan Struktur Makro dan Mikro.....	13
2.2.4.1. Pengamatan Stuktur Makro.....	13

2.2.4.2. Pengamatan Struktur Mikro.....	13
2.2.5. Pengujian Kekasaran permukaan (<i>surface roughness</i>)	14
2.2.6. Pengukuran Geometri Plat	15
2.2.7. Pengujian <i>Wettability</i>	16
2.2.8. Pengujian Kekerasan Permukaan.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Persiapan	19
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1. Pembuatan Plat Sampel <i>Stainless steel</i> AISI 316L.....	19
3.2.2. Pembuatan <i>jig</i> dan <i>dies</i> pada penekuk plat	19
3.2.3. Proses Penekukan (pem-bending plat).....	20
3.2.4. Pembuatan Mesin <i>Shot peening</i>	20
3.2.5. Proses perlakuan <i>shot peening</i>	22
3.2.6. Proses Pengujian	24
3.3. Variabel Penelitian	26
3.4. Tahapan Penelitian	27
3.4.1. Proses Pembuatan spesimen DCP.....	27
3.4.2. Proses Pembuatan Mesin <i>Shot peening</i>	28
3.4.3. Langkah Perlakuan <i>Shot peening</i>	29
3.4.4. Proses Pengujian	30
3.4.5. Diagram Alir Penelitian	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil dan Pembahasan Proses Perlakuan <i>Shot peening</i>	36
4.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan Spesimen <i>Shot peening</i>	37
4.2.1. Hasil dan Pembahasan Pengamatan Struktur Makro	37
4.2.2. Hasil dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro.....	41
4.2.3. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekasaran	42
4.2.4. Hasil dan Pembahasan Pengukuran Geometri/Dimensi	44
4.2.5. Hasil dan Pembahasan Pengujian <i>Wettability</i>	49
4.2.6. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan Mikro	52

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan55

5.2. Saran 56

UCAPAN TERIMAKASIH..... 57

DAFTAR PUSTAKA 57

LAMPIRAN..... 61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Efek tekanan <i>shot peening</i> terhadap kekasaran SS-316L	6
Gambar 2.2. Hasil pengujian sudut kontak pada masing-masing spesimen	7
Gambar 2.3. Kekerasan <i>Vickers</i>	9
Gambar 2.4. Struktur kristal <i>austenitic stainless steel centered cubic</i> (FCC).....	10
Gambar 2.5. <i>Dynamic compression plate</i>	12
Gambar 2.6. Skema proses <i>shot peening</i>	13
Gambar 2.7. Profil permukaan yang dilukiskan berlembah.....	15
Gambar 2.8. Skema bentuk <i>contact angles</i>	17
Gambar 2.9. Skematik prinsip indentasi dengan metode <i>Vickers</i>	17
Gambar 2.10. Tipe-tipe bentuk indentasi pada metode kekerasan <i>Vickers</i>	17
Gambar 3.1. Alat penekuk (<i>bending</i>) plat.....	20
Gambar 3.2. Mesin UTM.....	21
Gambar 3.3. Kotak <i>Shot peening</i>	22
Gambar 3.4. Kompresor	22
Gambar 3.5. <i>Spray gun</i>	23
Gambar 3.6. <i>Stopwatch</i>	23
Gambar 3.7. Variasi diameter <i>steel ball</i>	24
Gambar 3.8. Alat Uji Kekasaran	24
Gambar 3.9. Mikroskop Stereo	25
Gambar 3.10. Mikroskop Optik/Mikro	25
Gambar 3.11. Alat pengujian kekerasan mikro.....	25
Gambar 3.12. Jangka sorong digital.....	26
Gambar 3.13. Alat Suntik (<i>sputit</i>)	26
Gambar 3.14. Desain <i>Dynamic compression plate</i>	27
Gambar 3.15. Pembuatan Spesimen DCP.....	27
Gambar 3.16. Pembuatan mesin <i>shot peening</i>	29
Gambar 3.17. Proses <i>Shot peening</i>	30
Gambar 3.18. Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1. Hasil foto visual permukaan dari spesimen DCP.....	36

Gambar 4.2. Hasil foto struktur makro dari permukaan spesimen DCP.....	37
Gambar 4.3. Hasil foto struktur makro dari lubang spesimen <i>shot peening</i>	38
Gambar 4.4. Hasil foto struktur makro dari penampang melintang.....	39
Gambar 4.5. Hasil foto struktur makro dari penampang memanjang.....	40
Gambar 4.6. Foto struktur mikro permukaan penampang melintang spesimen DCP	42
Gambar 4.7. Grafik nilai kekasaran rata-rata (Ra) dari spesimen <i>shot peening</i>	43
Gambar 4.8. pengaruh penumbukan bola baja.....	44
Gambar 4.9. Cara mengukur geometri/dimensi spesimen	45
Gambar 4.10. Grafik Nilai Ketebalan Rata-rata Spesimen <i>shot peening</i>	46
Gambar 4.11. Grafik Nilai Diameter Lubang Rata-rata.....	47
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Rata-rata nilai Diameter Sumbu <i>Elips</i>	49
Gambar 4.13. Hasil dan Pembahasan pengujian <i>wettability</i>	50
Gambar 4.14. Grafik nilai rata-rata <i>wettability</i> dari spesimen <i>shot peening</i>	51
Gambar 4.15. Distribusi nilai kekerasan spesimen setiap variasi diameter <i>steel ball</i>	53
Gambar 4.16. Grafik Rata-Rata Nilai Kekerasan Spesimen <i>Shot peening</i>	53
Gambar 4.17. Bekas Injakan Kekerasan <i>Micro Vickers</i> pada Spesimen <i>Shot peening</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi kimia SS-316L.....	10
Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Steel ball</i> yang digunakan.....	23
Tabel 4.1. Nilai Kekasaran Spesimen <i>Shot peening</i>	44
Tabel 4.2. Nilai Pengurangan Ketebalan Spesimen <i>Shot peening</i>	45
Tabel 4.3. Nilai Diameter Lubang Spesimen	46
Tabel 4.4. Nilai Diameter Sumbu Panjang <i>Elips</i>	48
Tabel 4.5 Nilai Diameter Sumbu Pendek <i>Elips</i>	48
Tabel 4.6. Nilai <i>Wettability</i> Spesimen <i>Shot peening</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Proses Persiapan Spesimen <i>Shot peening</i>	62
Lampiran 2 Hasil Kekasaran Permukaan	64
Lampiran 3 Pengujian <i>Wettability</i>	65
Lampiran 4 Pengujian Kekerasan Mikro	66
Lampiran 5 Gambar Teknik Dies dan Jig	68

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AISI	= <i>American Iron and Steel Institute</i>
Cl	= <i>Clorida</i>
C	= <i>Carbon</i> (karbon)
cm	= centimeter
Cr	= <i>Chromium</i> (krom)
Cu	= <i>Cuprum</i> (tembaga)
D ²	= besaran rata-rata diagonal bekas injakan (μm)
DCP	= <i>dynamic compression plate</i>
dkk	= dan kawan-kawan
dll	= dan lain-lain
etc.	= <i>et cetera</i>
FCC	= <i>face-centered cubic</i>
Fe	= <i>Ferrum</i> (besi)
HVN	= <i>Hardness Vickers Number</i>
kg	= <i>kilogram</i>
kPa	= kilopascal
LVM	= <i>low vacuum melting</i>
mm	= <i>milimeter</i>
Mn	= <i>Manganese</i>
Mo	= <i>Molybdenum</i>
Ni	= <i>Nickel</i> (Nikel)
P	= <i>Phosporus</i>
P	= beban yang digunakan (gf)
Ra	= nilai kekasaran rata-rata (μm)
Rmax	= nilai kekasaran maksimum (μm)
Rz	= nilai kekasaran rata-rata dari puncak dan lembah tertinggi (μm)
RM	= <i>raw material</i>

S	= <i>Sulfur</i>
Si	= <i>Silicium</i>
SMAT	= <i>surface mechanical attrition treatment</i>
SPD	= <i>several plastic deformation</i>
SS-316L	= <i>stainless steel 316L</i>
%	= persen
μm	= mikro meter