

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI DIAMETER *STEEL BALL* PADA PERLAKUAN
SHOT PEENING SEBELUM *DRILLING* TERHADAP STRUKTUR
MIKRO, KEKERASAN, KEKASARAN, *WETTABILITY*, DAN
KETEBALAN PADA *DYNAMIC COMPRESSION PLATE STAINLESS*
*STEEL 316L***

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

VIRGILIA NINGTIAS

20140130160

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pengaruh Variasi Diameter *Steel Ball* Pada Perlakuan *Shot Peening* Sebelum *Drilling*
Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Kekasaran, *Wettability*, Dan Ketebalan Pada *Dynamic*
*Compression Plate Stainless Steel 316L***

***The Effect Of Shot Peening Steel Ball Variation Before Drilling Machining On Micro Structure,
Hardness, Surface Roughness, Wettability, And Thickness Of Stainless Steel 316L Dynamic
Compression Plate***

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Virgilia Ningtias
20140130160

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 18 Mei 2018

Pembimbing Utama

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700301199509123022

Pembimbing Pendamping

Sunardi, S.T., M.Eng.
NIK. 19770210201410123068

Penguji

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.
NIK. 195912202015123088

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana**
Tanggal 24 Mei 2018

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



Bertu Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah bagian dari penelitian dosen pembimbing saya, yaitu : Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D dan Bapak Sunardi, S.T., M.T dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, skripsi ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Mei 2018



Virgilia Ningtias

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأَنْ قَدِيرٌ شَيْءٍ كُلِّ عَلَى اللَّهِ أَنْ لَتَعْلَمُوا بَيِّنَاتٍ الْأَمْرُ يُنَزَّلُ مِثْلَهُنَّ الْأَرْضِ وَمِنْ سَمَاوَاتٍ سَبْعَ خَلَقَ الَّذِي اللَّهُ
عِلْمًا شَيْءٍ بِكُلِّ أَحَاطَ قَدْ اللَّهُ

Maka Maha Tinggi Allah Raja Yang sebenar-benarnya, dan janganlah kamu tergesa-gesa membaca Al qur'an sebelum disempurnakan mewahyukannya kepadamu, dan katakanlah: "Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan". (Thaha :14)

الصَّابِرِينَ مَعَ اللَّهِ إِنَّ وَالصَّلَاةِ بِالصَّبْرِ اسْتَعِينُوا نُوعَامَهُ الَّذِينَ يَا أَيُّهَا

"Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan (mengerjakan) shalat, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar." (Al-Baqarah:153)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua dan adik:

Ayah Kamsi, Ibu Sumarsih, dan Andini Queen Stevani.

Teruntuk dosen pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan

skripsi ini, kepada: Bapak Aris dan Bapak Sunardi

Terimakasih atas segala do'a, dukungan, dan bimbingannya selama ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T, atas segala rahmat, hidayah, barokah dan inayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul ” **PENGARUH VARIASI DIAMETER STEEL BALL PADA PERLAKUAN SHOT PEENING SEBELUM DRILLING TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, KEKASARAN, WETTABILITY, DAN KETEBALAN DYNAMIC COMPRESSION PLATE STAINLESS STEEL 316L**”. *Stainless Steel 316L* telah banyak digunakan dalam bidang biomedis sebagai alat implantasi yaitu plat penyambung tulang karena memiliki sifat yang *biocompatibility*, tahan korosi, kuat dan mudah dalam fabrikasi, namun kekerasannya masih cukup rendah. Peningkatan kekuatan SS 316L dapat ditingkatkan dengan perlakuan *Shot Peening*. Perlakuan ini merupakan perlakuan dingin dengan prinsip kerja penembakan bola-bola baja pada permukaan spesimen dengan tekanan tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi diameter *steel ball* yaitu 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,7 mm dengan tekanan 6 bar dan waktu 10 menit untuk setiap variasinya. Plat penyambung tulang (*Dynamic Compression Plate*) didesain untuk tulang kering (tibia) dengan ukuran 105 mm x 14 mm x 4 mm dengan 6 lubang yang berukuran 5 mm. Pengujian yang dilakukan adalah struktur mikro, kekerasan, kekasaran, *wettability*, dan ketebalan.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan wawasan yang luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 18 Mei 2018

Virgilia Ningtias
20140130160

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	19
2.2.1 Fraktur	19
2.2.2 <i>Stainless Steel</i>	21

2.2.3 <i>Shot Peening</i>	26
2.2.4 <i>Dynamic Compression Plate</i>	28
2.2.5 Pengujian Kekasaran Permukaan	30
2.2.6 Pengujian Kekerasan	32
2.2.7 Pengujian Struktur Mikro	35
2.2.8 Pengujian <i>Wettability</i>	36
2.2.9 Pengukuran Ketebalan Plat	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan	39
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.2.1 Pembuatan Alat Untuk Proses <i>Shot Peening</i>	39
3.2.2 Proses Perlakuan <i>Shot Peening</i>	39
3.2.3 Pembuatan <i>Jig</i> dan <i>Dies</i>	42
3.2.4 Proses Penekukan Material	43
3.2.5 Proses Pengujian.....	44
3.3 Variabel Penelitian	47
3.4 Tahapan Proses Penelitian	47
3.4.1 Langkah-langkah Pembuatan DCP	47
3.4.2 Tahapan Pembuatan Alat <i>Shot Peening</i>	49
3.4.3 Tahapan Pengujian	50
3.5 Diagram Alir Penelitian	54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perlakuan <i>Shot Peening</i>	56
4.2 Hasil Pengamatan dan Pembahasan	58

4.2.1 Hasil Dan Pembahasan Pengamatan Struktur Makro.....	59
4.2.2 Hasil Dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro	61
4.2.3 Hasil Dan Pembahasan Kekerasan Mikro	64
4.2.4 Hasil Dan Pembahasan Pengamatan Kekasaran Permukaan	68
4.2.5 Hasil Dan Pembahasan Pengukuran <i>Wettability</i>	71
4.2.6 Hasil Dan Pembahasan Pengukuran Ketebalan.....	74
4.2.7 Hasil Dan Pembahasan Pengamatan Makro Pada Lubang <i>Drilling</i>	78

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Dynamic Compression Plate</i>	6
Gambar 2.2 Nilai kekasaran permukaan terhadap variasi waktu penembakan <i>shot peening</i>	9
Gambar 2.3 Hasil Foto Makro Permukaan Variasi Tekanan Perlakuan <i>Shot Peening</i> pada Material SS-316L	10
Gambar 2.4 Diagram efek tekanan <i>shot peening</i> terhadap kekasaran SS-316L..	11
Gambar 2.5 Skema bentuk <i>contact angels</i>	12
Gambar 2.6 Hasil pengukuran <i>wettability</i> pada perlakuan <i>shot peening</i> variasi dimater <i>steel ball</i>	14
Gambar 2.7 Efek penembakan <i>steel ball</i> pada SMAT	14
Gambar 2.8 Karakteristik struktur hasil <i>shot peening</i> pada Ti-6Al-4V	15
Gambar 2.9 Hasil pengamatn struktur mikro spesimen <i>shot peening</i>	15
Gambar 2.10 Distribusi nilai kekerasan mikro akibat <i>shot peening</i>	16
Gambar 2.11 Nilai rata-rata ketebalan plat karena perlakuan <i>shot peening</i>	17
Gambar 2.12 Nilai rata-rata kehilangan massa pada benda uji akibat perlakuan SMAT	17
Gambar 2.13 Fraktur berdasarkan hubungan tulang	19
Gambar 2.14 Penyambung tulang dengan plat <i>stainless stee</i>	20
Gambar 2.15 Struktur kristal <i>austenitic stainless steel face centered cubic</i>	21
Gambar 2.16 Struktur kistal <i>ferritic stainless steel body centered cubic</i>	22
Gambar 2.17 Struktur Kristal <i>martensitic stainless steel body centered tetragonal</i>	23
Gambar 2.18 Skema proses <i>shot peening</i>	25
Gambar 2.19 Ilustrasi proses <i>shot peening</i>	26
Gambar 2.20 Mekanisme pembentukan tegangan tekan	26
Gambar 2.21 Mekanisme pembentukan tegangan tekan sisa	27
Gambar 2.22 <i>Dynamic compressionplate (DCP)</i>	28
Gambar 2.23 R_z , R_a dan R_{max}	30
Gambar 2.24 Skema proses uji kekerasan dengan metode indentansi	32
Gambar 2.25 Skematik prinsip indentasi metode <i>Vickers</i>	33

Gambar 2.26 Bekas injakan indentor metode <i>Vickers</i>	35
Gambar 2.27 Struktur mikro dari SS AISI 316 yang telah di anil	36
Gambar 3.1 <i>Shot peening box</i>	38
Gambar 3.2 Kompresor	38
Gambar 3.3 <i>Spray Gun</i>	39
Gambar 3.4 <i>Steel Ball</i>	41
Gambar 3.5 <i>Jig dan Dies</i>	42
Gambar 3.6 UTM	42
Gambar 3.7 DCP <i>Stainless Steel 316L</i>	43
Gambar 3.8 Miskroskop Mikro	42
Gambar 3.9 Miskroskop Makro	43
Gambar 3.10 <i>Surface roughness tester</i>	43
Gambar 3.11 <i>Vikers Hardness Tester</i>	43
Gambar 3.12 <i>Vanier caliper</i>	44
Gambar 3.13 Suntikan	44
Gambar 3.14 Alkohol 70%	45
Gambar 3.15 Desain <i>Dynamic Compression Plate</i>	46
Gambar 3.16 <i>Box shot peening</i> yang digunakan dalam pengujian.....	48
Gambar 3.17 Diagram Alir.....	53
Gambar 4.1 <i>Raw Material</i>	54
Gambar 4.2 Material DCP <i>Shot Peening</i>	55
Gambar 4.3 DCP <i>Shot Peening</i> dan <i>Drilling</i>	56
Gambar 4.4 Grafik rata-rata nilai ketebalan DCP SS 316L	59
Gambar 4.5 Lubang akibat proses <i>drilling</i> pada material DCP SS 316L.....	59
Gambar 4.6 Hasil foto makro potongan membujur lubang <i>drilling</i> setelah <i>shot peening</i> variasi diameter <i>steel ball</i>	61
Gambar 4.7 Hasil foto makro potongan melintang lubang <i>drilling</i> setelah <i>shot peening</i> variasi diameter <i>steel ball</i>	62
Gambar 4.8 Hasil Pengamatan Struktur Makro.	63
Gambar 4.9 Grafik nilai kekasaran rata-rata (R_a) permukaan DCP akibat perlakuan <i>shot peening</i>	66

Gambar 4.10 Hasil sudut kontak <i>wettability</i> DCP perlakuan <i>shot peening</i>	68
Gambar 4.11 Grafik nilai rata-rata pengukuran <i>wettability</i> akibat perlakuan <i>shot peening</i>	69
Gambar 4.12 Hasil foto struktur mikro dari penampang potongan DCP <i>shot peening</i>	72
Gambar 4.13 Distribusi nilai kekerasan plat dengan variasi perlakuan <i>shot</i> <i>peening</i> dan <i>raw material</i>	73
Gambar 4.14 Grafik perbandingan rata-rata nilai kekerasan spesimen DCP SS 316L <i>shot peening</i> dengan <i>raw material</i>	78
Gambar 4.15 Bekas Injakan Indentor Kekerasan Vickers	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia <i>Martensitic Stainless Steel</i> dalam bidang kedokteran gigi dan alat operasi	22
Tabel 2.2 Komposisi kimia <i>stainless steel 316L</i>	24
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Steel Ball</i>	41
Tabel 4.1 Nilai Pengurangan Ketebaln DCP SS 316L <i>Shot Peening</i>	57
Tabel 4.2 Tabel Pengurangan Diamete <i>Drilling</i>	60
Tabel 4.3 Nilai Kekasaran Permukaan DCP SS 316L	65
Tabel 4.4 Nilai Kontak Sudut <i>Wettability</i>	67

DAFTAR NOTASI

AISI	= <i>American Iron and Steel Institute</i>
BCC	= <i>Body Centered Cubic</i>
BCT	= <i>Body Centered Teragonal</i>
C	= <i>Carbon</i>
Cl	= <i>Klorida</i>
cm	= <i>Centimeter</i>
Cr	= <i>Chromium</i>
DCP	= <i>Dynamic Compression Plate</i>
Gf	= <i>Gram Force</i>
HVN	= <i>Hardness Vickers Number</i>
Kg	= <i>Kilogram</i>
Kgf	= <i>Kilogram Force</i>
FCC	= <i>Face-centered Cubic</i>
mm	= <i>Milimeter</i>
Mo	= <i>Molybdenum</i>
N	= <i>Newton</i>
Ni	= <i>Nickel</i>
O	= <i>Oksigen</i>
PH	= <i>Potensial Hidrogen</i>
Ra	= <i>Nilai kekasaran rata-rata (μm)</i>
Rmax	= <i>Nilai kekasaran maksimum (μm)</i>
Rz	= <i>Nilai kekasaran rata-rata tinggi maksimum (μm)</i>
RM	= <i>Raw Material</i>
SS-316L	= <i>Stainless Steel 316L</i>
%	= <i>Persen</i>
°	= <i>Derajat</i>
μA	= <i>Mikro Ampere</i>
μm	= <i>Mikro Meter</i>