

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala limpahan rahmat, nikmat serta hidayahNya, sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh *Feed Rate* pada *Facing* dan Kadar Larutan dalam Proses *Electropolishing* terhadap Kekasaran Permukaan Material *Stainless Steel 316L*” ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Bapak Ir. Djarot B, Darmadi, MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Teguh Dwi Widodo ST., M.Eng., Ph.D., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT., selaku Kepala Program Studi S1 Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc.CSE., selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Teknik Produksi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Rudianto Raharjo, ST., MT., selaku Pembimbing Akademik yang Telah Memberi Pengarahan Seputar Akademik dan selaku pembimbing I skripsi serta telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Teguh Dwi Widodo ST., M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Abah H. M Sofwan dan Almarhumah Ibu tercinta Hj. Masfufah yang selalu mendidik dan mendoakan saya hingga sampai seperti ini.
8. Mas Zaki, Mas Afid, Dek lila, Mbak Soli, Mbak Nurul, serta Raihan, Zaidan, dan Ali yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Segenap Staf Pengajar khususnya dosen-dosen dan jajaran Staf Karyawan Jurusan Teknik Mesin dan Fakultas Teknik.
10. Teman seperjuangan tim *Polish Amy* Abid K, Fayakun Sangaji, Redi Cipto S yang telah membantu dan berjuang dengan keras dalam penyusunan skripsi ini.
11. Teman-Teman Pesma Al-Ihsan dan Takmir Masjid Utsman bin Affan yang selalu memberikan Semangat dan Bantuan atas skripsi ini.
12. Diaz, Imam, Mercury, Bhimbi, Elsa, Irma, Aulia, Bilqis, Selly, Nirfa yang selalu memberikan Semangat, motivasi dan Bantuan atas skripsi ini.

13. Terima kasih Kepada Konco Encer dan semua teman baik saya yang selalu banyak memberi dukungan dan motivasinya.
14. Terima kasih Kepada M13 dan semua teman baik saya yang selalu banyak memberi dukungan dan motivasinya.
15. Terima kasih Kepada PRO OUTBOUND *crew* yang selalu banyak memberi dukungan dan motivasinya.
16. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat menghargai setiap saran dan masukan untuk kesempurnaan laporan proposal skripsi ini. Semoga laporan proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekaligus bisa menjadi bahan acuan penelitian selanjutnya.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	3
2.2 Proses Manufaktur	4
2.2.1 Proses Permesinan	4
2.2.2 Mesin <i>Milling</i>	5
2.2.3 Parameter Pemotongan pada Proses <i>Milling</i>	5
2.3 Kadar Larutan	7
2.4 <i>Electropolishing</i>	8
2.4.1 Mekanisme <i>Electropolishing</i>	9
2.4.2 Bagian-bagian pada Alat <i>Electropolishing</i>	10
2.5 <i>Stainless Steel</i> 316L	12
2.6 Kekasaran Permukaan	13
2.6.1 Perbedaan Permukaan dan Profil.....	17
2.6.2 Parameter Kekasaran Permukaan	15
2.6.3 Pengujian Struktur Mikro	19
2.6 Hipotesis	19
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian	21

3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3	Variabel Penelitian	21
3.3.1	Variabel Bebas	21
3.3.2	Variabel Terikat	21
3.3.3	Variabel Terkontrol	21
3.4	Alat dan Bahan	22
3.5	Skema Penelitian	24
3.6	Prosedur Penelitian	24
3.7	Diagram Alir Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Data Hasil Pengujian	27
4.1.1	Data Pengujian Kekasaran Permukaan dengan Variasi <i>Feed Rate</i>	27
4.1.2	Data Pengujian Kekasaran Permukaan dengan Variasi <i>Feed rate</i> dan Kadar Larutan 96% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄	27
4.1.3	Data Pengujian Kekasaran Permukaan dengan <i>Feed rate</i> dan Kadar Larutan 99% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄	27
4.2	Grafik dan Pembahasan	28
4.3	Hasil foto Uji SEM	30
BAB V PENUTUP		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Kekasaran Permukaan (Ra).....	13
Tabel 2.2	Range Kekasaran Permukaan Berbagai Proses	14
Tabel 2.3	Nilai Kekasaran Permukaan dengan Macam-macam Proses Menurut <i>Mechanical Support</i>	15
Tabel 4.1	Hasil pengujian Kekasaran Permukaan dengan Variasi <i>Feed Rate</i>	27
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan dengan Variasi <i>Feed rate</i> dan Kadar Larutan 96% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄	27
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan dengan <i>Feed rate</i> dan Kadar Larutan 99% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄	27

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Dua cara mendefinisikan proses manufaktur a) <i>Technical process</i> dan b) <i>Economic process</i>	3
Gambar 2.2	Ilustrasi kecepatan pemotongan pada 2 buah pahat dengan diameter berbeda.....	6
Gambar 2.3	Ilustrasi <i>feed per tooth</i> pada proses <i>milling</i>	6
Gambar 2.4	<i>Axial depth of cut</i> (ap) dan <i>radial depth of cut</i> (ae).....	7
Gambar 2.5	Instalasi <i>electroplishing</i>	10
Gambar 2.6	Bagian bagian <i>electroplishing</i>	10
Gambar 2.7	Tabel ketidakrataan permukaan profil	16
Gambar 2.8	Panjang sempel dan posisi profil	17
Gambar 2.9	Kekasaran rata-rata (Ra)	18
Gambar 2.10	Kekasaran permukaan (Rz)	18
Gambar 2.11	Kedalaman total dan kedalaman perataan	19
Gambar 3.1	Mesin CNC 4 axis	22
Gambar 3.2	<i>Rectifier</i>	22
Gambar 3.3	<i>Surface Roughness Tester</i> SJ-301	23
Gambar 3.4	Dimensi benda kerja (mm)	23
Gambar 3.5	Skema penelitian	24
Gambar 3.6	Diagram alir penelitian	25
Gambar 4.1	Grafik variasi <i>feed rate</i> sebelum proses <i>electropolishing</i> terhadap kekasaran permukaan	28
Gambar 4.2	Grafik hubungan <i>feed rate</i> dengan kadar larutan 96% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄ dan dengan kadar larutan 99% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄ terhadap kekasaran permukaan.....	28
Gambar 4.3	Grafik hubungan <i>feed Rate</i> dan kadar larutan terhadap kekasaran permukaan sebelum dan sesudah <i>electropolishing</i>	29
Gambar 4.4	Hasil foto SEM tanpa perlakuan dengan perbesaran 1000x.....	30
Gambar 4.5	Hasil foto SEM menggunakan proses <i>electropolishing</i> dengan variasi: (a) <i>Feed rate</i> 25 mm/min dan kadar larutan 96% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄ , (b) <i>Feed rate</i> 50 mm/min dan kadar larutan 96% H ₂ SO ₄ dan 85% H ₃ PO ₄ , (c) <i>Feed rate</i> 75 mm/min dan kadar larutan 85% H ₃ PO ₄	30

Gambar 4.6 Hasil foto SEM menggunakan proses *electropolishing* dengan variasi:

- (a) *Feed rate* 25mm/min dan kadar larutan 99% H₂SO₄ dan 85% H₃PO₄,
- (b) *Feed rate* 50 mm/min dan kadar larutan 99% H₂SO₄ dan 85% H₃PO₄,
- (c) *Feed rate* 25 mm/min dan kadar larutan 99% H₂SO₄ dan 85% H₃PO₄

..... 31

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Data Hasil Kekasaran
Lampiran 2	Sertifikat <i>Stainless Steel</i> 316L

RINGKASAN

Mohammad Syafiq Nasrulloh, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, Pengaruh *Feed Rate* pada *Facing* dan Kadar Larutan dalam Proses *Electropolishing* Terhadap Kekasaran Permukaan Material *Stainless Steel 316L*, Dosen Pembimbing: Rudianto Raharjo, ST., MT., dan Teguh Dwi Widodo ST., M.Eng., Ph.D.

Kebutuhan medis dalam hal implantasi tulang cenderung mengalami peningkatan. Fenomena meningkatnya kasus patah tulang ini dikarenakan semakin tingginya angka kecelakaan dan bencana alam di Indonesia. Maka dari itu, perlu ada pengembangan teknologi dan inovasi baru dalam *biomedical engineering* sehingga menghasilkan produk yang mudah didapat, lebih murah dan terjangkau oleh masyarakat tanpa harus melakukan impor bahan implan tulang. Material yang cukup populer dan banyak digunakan untuk material implan adalah *stainless steel 316L*. Material tersebut banyak digunakan karena memiliki kekuatan tinggi, keuletan yang baik, dan biokompatibel. Pada bidang manufaktur terdapat berbagai macam proses pengerjaan salah satunya adalah *Electropolishing*. *Electropolishing* merupakan proses yang melibatkan suatu perpindahan massa antara dua elektroda (anoda dan katoda) dalam suatu cairan elektrolit dan berfungsi sebagai proses *surface finishing* secara *electrochemical* untuk mencapai kekasaran permukaan rendah yang sesuai dengan kebutuhan implan tulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh pada *facing* dengan *feed rate* 25, 50 dan 75 mm/menit dan kadar larutan 96%, 99% H₂SO₄, dan 85% H₃PO₄ terhadap kekasaran pada *stainless steel 316L*. Proses tersebut kemudian diuji nilai kekasaran dan hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan diberikannya variasi *feed rate* yang semakin tinggi maka kekasaran permukaan akan meningkat seiring dengan bertambahnya persentase kadar larutan.

Kata Kunci: *Electropolishing*, *Feed rate*, Implan Tulang, Kadar Larutan, Kekasaran Permukaan, *Stainless Steel 316L*

SUMMARY

Mohammad Syafiq Nasrulloh, *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, January 2018, The Effect of Facing Feed Rate and Solution Concentration in Electropolishing Process on Surface Roughness of Stainless Steel 316L, Academic Supervisor: Rudianto Raharjo, ST., MT. dan Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., Ph.D.*

The medical needs in terms of bone implantation tend to increase. The phenomenon of increasing cases of fractures is due to the increasing number of accidents and natural disasters in Indonesia. Therefore, the technology and innovation related to the biomedical engineering need to be develop so that it can produce products that are easy to get, cheaper and affordable by the people without having to import bone implant materials. The material that is quite popular and widely used for implantation is 316L stainless steel. The material is widely used because it has high strength, good ductility, and biocompatible. In the field of manufacturing, there are various kinds of workmanship, one of them is Electropolishing. Electropolishing is a process involving mass transfer between two electrodes (anode and cathode) in electrolyte fluid and serves as an electrochemical surface finishing process to achieve low surface roughness which correspond to the bone implantation need. This study aims at analyzing the effect on facing with feed rate 25, 50 and 75 mm/ minute and 96%, 99% H₂SO₄, and 85% H₃PO₄ solution to 316L stainless steel roughness. The process, further is tested for the roughness value and the result of the study indicates that by giving higher feed rate, the surface roughness will increase along with the increase of solution consentration percentage.

Key Words: *Bone of Implant, Electropolishing, Feed rate, Solution consentration, Surface Roughness, Stainless steel 316L*