

**PENGARUH VARIASI WAKTU PERLAKUAN PERMUKAAN
NITRIDASI PLASMA TERHADAP KEKERASAN DAN LAJU KEAUSAN
PADA MATERIAL *IMPELLER* BESI TUANG KELABU**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna memenuhi Persyaratan Untuk Derajat Sarjana
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

AGUNG SETYABUDI

20190130167

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agung Setyabudi

NIM : 20190130167

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Permukaan Nitridasi Plasma Terhadap Kekerasan dan Laju Keausan Pada Material Impeller Besi Tuang Kelabu

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis ataupun dipublikasikan sebelumnya oleh orang lain, kecuali yang sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 April 2022



Agung Setyabudi

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah mencapai titik ini, yang akhirnya skripsi ini bisa selesai diwaktu yang tepat.

Tidak lupa rasa terimakasih penulis haturkan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa mendoakan, yang senantiasa memberikan dukungan, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang. Dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga Bapak Bastiar Riyanto dan Ibu Badiah serta kakak Citra Ningtyas Budianta senantiasa diberikan kesehatan dan dibalas oleh Allah atas semua kebaikan, pengorbanan yang telah dilakukan, Amin.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan sekaligus sebagai dosen penguji.
3. Terimakasih kepada Ir. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng dan Dr. Ir. Totok Suwanda, S.T., M.T yang telah menjadi pembimbing dan mengajari banyak hal sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
4. Terimakasih kepada Drs. B. A Tjipto Sujitno, MT dan Ir. Suprpto yang merupakan pihak BATAN yang telah membantu selama proses pengujian.
5. Terimakasih teruntuk Alfi Muthia Anjani yang merupakan *support system* dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.

6. Teman-teman dari D3 Teknik Mesin UMY Diki, Afif, Azhar, Heru, Didik, Barid, Fadrun, Arinal dan semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.
7. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Diki Ilham Pracoyo dan Didik Cahyo Tarminto yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah S.W.T.
8. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, kenikmatan, dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing kita dari zaman yang penuh kegelapan menuju zaman yang terang benderang ini. Alhamdulillah rabbil a'lamين penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Permukaan Nitridasi Plasma Terhadap Kekerasan Dan Laju Keausan Pada Material Impeller Besi Tuang Kelabu”**. Tugas akhir ini berisi tentang perbandingan antara *raw material* dan perlakuan permukaan dengan nitridasi plasma.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang menjadi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih ada kekurangan dan masih jauh dari bentuk sempurna, seperti pepatah yang mengatakan “Tiada gading yang tak retak”. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memotivasi dari semua pihak untuk memperbaiki tugas akhir ini agar lebih baik dimasa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih. Wassalamu’alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 22 April 2022



Agung Setyabudi
NIM. 20190130167

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	38
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.3 Alat dan Bahan	40
3.4 Persiapan Spesimen.....	46
3.5 Proses Uji Komposisi pada <i>Raw Material</i> Besi Tuang	48
3.6 Proses Nitridasi Plasma	49
3.7 Proses Uji Keausan.....	53
3.8 Proses Uji Kekerasan.....	54
3.9 Proses Uji Struktur Mikro	55

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Hasil Pengujian Komposisi	56
4.2 Hasil Pengujian Struktur mikro <i>Raw Material</i>	57
4.3 Hasil Uji Vickers Hardness	60
4.4 Hasil Pengujian Keausan	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
Daftar Pustaka	72
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur mikro Besi Cor Kelabu.....	12
Gambar 2.2 Besi Cor Nadular.....	14
Gambar 2.3 Besi Cor Mampu Tempa.....	15
Gambar 2.4 Besi Cor Putih.....	16
Gambar 2.5 Skema Pengujian Vickers.....	21
Gambar 2.6 Tipe-tipe lekukan piramida intan,.....	21
Gambar 2.7 <i>Abrasive wear</i> oleh <i>microcutting</i> (Hokkirigawa & Kato, 1989).....	23
Gambar 2.8 Mekanisme pada <i>abrasive wear</i> a. <i>cutting</i> , b. <i>fracture</i> , c. <i>fatigue</i> dan d. <i>grain pull-out</i> (Hokkirigawa & Kato, 1989).....	23
Gambar 2.9 <i>Adhesive wear</i> karena <i>adhesive shear</i> dan transfer.....	24
Gambar 2.10 Proses perpindahan logam karena <i>adhesive wear</i>	24
Gambar 2.11 <i>Flow wear</i> oleh penumpukan aliran geseran plastis.....	24
Gambar 2.12 <i>Fatigue wear</i> karena retak di bagian dalam dan merambat.....	25
Gambar 2.13 <i>Corrosive wear</i> karena patah geser pada lapisan lentur.....	25
Gambar 2.14 <i>Corrosive wear</i> karena pengelupasan yang terjadi pada lapisan.....	25
Gambar 2.15 Hasil pengamatan pengujian mikrostruktur Besi Cor. (a) Besi Cor Kelabu; (b) Besi Cor Nodular; (c) Besi Cor Putih; (d) Besi Cor Meliabel.....	27
Gambar 2.16 Diagram Fasa (Alfinda, 2007).....	28
Gambar 2.17 Penampang struktur mikro ferit (Nayiroh, 2015).....	29
Gambar 2.18 Struktur mikro <i>austenite</i> (Rokhman, 2019).....	30
Gambar 2.19 Struktur mikro cementit (Arifin, 2010).....	30
Gambar 2.20 Struktur mikro pearlite (Arifin, 2010).....	31
Gambar 2.21 Struktur mikro martensite (Alfarisi, 2011).....	31
Gambar 2.22 Skema Proses Nitridasi Plasma.....	34
Gambar 2.23 Diagram fasa FeN (Suprpto, 2018).....	35
Gambar 2.24 Konstruksi mekanik pompa sentrifugal. (Gulich, 2010).....	37
Gambar 2.25 (a) <i>semi-open</i> impeller; (b) <i>open</i> impeller (Thobiani <i>et al.</i> , 2010)..	37
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	39
Gambar 3.2 Mesin Plasma Nitriding milik PTAPBB-BATAN.....	41

Gambar 3.3 Micro Vickers Mitutoyo TIME HM-100	42
Gambar 3.4 Mikro Optik Olympus BX53M dan Makro Optik Olympus SZ61 ...	42
Gambar 3.5 MP – 2 Grinder Polisher	43
Gambar 3.6 Cast Iron	44
Gambar 3.7 Resin.....	44
Gambar 3.8 Katalis.....	45
Gambar 3.9 Water Coolant	45
Gambar 3.10 Autosol dan Metal Polish.....	46
Gambar 3.11 Spesimen besi tuang kelabu	46
Gambar 3.12 Spesimen setelah pengamplasan	47
Gambar 3.13 Mounting pada spesimen.....	47
Gambar 3.14 Spesimen Pengujian Komposisi.....	49
Gambar 3.15 Material besi tuang kelabu di dalam reaktor	49
Gambar 3.16 Proses treatment dengan metode nitridasi plasma.....	50
Gambar 3.17 Komposisi Gas Nitrogen 90% dan Gas Argon 10 %	50
Gambar 3.18 Tekanan 1.8 mbar konstan selama proses treatment.....	51
Gambar 3.19 Arus dan tegangan pada saat treatment.....	51
Gambar 3.20 Suhu konstan sesuai parameter yang ditentukan.....	52
Gambar 3.21 Suhu proses pendinginan.....	52
Gambar 4.1 Struktur mikro besi tuang kelabu (raw material).....	57
Gambar 4.2 Struktur mikro variasi waktu nitridasi 2 jam dengan etsa nital 2 % .	58
Gambar 4.3 Struktur mikro variasi waktu nitridasi 3 jam dengan etsa nital 2 % .	58
Gambar 4.4 Struktur mikro variasi waktu nitridasi 4 jam dengan etsa nital 2 % .	59
Gambar 4.5 Diagram batang uji kekerasan raw material dan perlakuan	61
Gambar 4.6 Indentasi melintang sebagai fungsi kedalaman penetrasi	64
Gambar 4.7 grafik kekerasan sebagai fungsi jarak dari kedalaman.....	65
Gambar 4.8 Foto makro hasil goresan pada pengujian keausan (a) variasi 2 jam, (b) variasi 3 jam, dan (c) variasi 4 jam	66
Gambar 4.9 Grafik nilai keausan vs variasi waktu nitridasi	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Besi Tuang Kelabu.....	13
Tabel 2.2 Karakteristik Besi Tuang Nodular	14
Tabel 2.3 Karakteristik Besi Tuang Mampu Tempa.....	15
Tabel 2.4 Karakteristik Besi Tuang Putih.....	17
Tabel 4.1 Hasil Uji spectometri (Komposisi Kimia)	56
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan <i>raw material</i> dan perlakuan permukaan.	61
Tabel 4.3 Hasil analisa statistik dengan metode Anova Single Factor	63
Tabel 4.4 Hasil Kekerasan Penampang Melintang	64
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keausan	67
Tabel 4.6 Hasil Analisa Statistik dengan metode Anova Single Factor	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai Hasil Uji Kekerasan Vickers	76
Lampiran 2. Nilai Hasil Uji Kekerasan Vickers Penampang Melintang	76
Lampiran 3. Nilai Hasil Uji Keausan Ogoshi	77
Lampiran 4. Pengukuran white layer menggunakan ImageJ	77
Lampiran 5. Perhitungan kedalaman difusi dengan hukum Ficks	78