



UNIVERSITAS DIPONEGORO

“PENGUKURAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MESIN *CNC MILLING HARTFORD SMC-5* PADA BEBERAPA TINGKAT KECEPATAN POTONG”

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

**MUHAMMAD AJI PANGESTU
40040218060029**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
NOVEMBER 2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Muhammad Aji Pangestu

NIM : 40040218060029

Tanda Tangan :

Tanggal : November 2021

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS PROYEK AKHIR

No: 240 / UN7.5.13 / TM/ 2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Muhammad Aji Pangestu	40040218060029
2	Machfudz Kurniawan	40040218080031

Judul Proyek Akhir : Pengujian Power Meter 5350 Schneider
Dosen Pembimbing : Susastro, S.T, M.T
NIP : 198909232018031001

Isi Tugas :

1. Pengoperasian *Power Meter 5350 Schneider*
2. Pengukuran Energi pada kinerja *CNC Milling Hartford SMC-5*
3. Pembuatan Laporan TA disertai hasil pengujian, pembahasan dan kesimpulan

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 31 Agustus 2021
Ketua PSD III Teknik Mesin

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes
NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lembar untuk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :
“Pengukuran Konsumsi Energi Listrik pada Mesin *CNC Milling Hartford SMC-5*
pada beberapa Tingkat Kecepatan Potong” yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Aji Pangestu

NIM : 40040218060029

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 17 November 2021

Semarang, November 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin

SV Universitas Diponegoro



Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 196204211986031002

Dosen Pembimbing



Susastro, S.T.,M.T.

NIP. 198909232018031001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Aji Pangestu

NIM : 40040218060029

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Pengukuran Konsumsi Energi Listrik pada Mesin *CNC Milling Hartford SMC-5* pada beberapa Tingkat Kecepatan Potong”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Susastro, S.T.,M.T.

()

Penguji 1 : Dr. Drs. Wiji Mangestiyono, M.T.

()

Penguji 2 : Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

()

Semarang, November 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin

SV Universitas Diponegoro


Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 196204211986031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Aji Pangestu

NIM : 40040218060029

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Fakultas : Sekolah Vokasi

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

***“Pengukuran Konsumsi Energi Listrik pada Mesin CNC Milling Hartford
SMC-5 pada beberapa Tingkat Kecepatan Potong”***

Dengan Hak Bebas Royalti / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : November 2021

Yang menyatakan,

Muhammad Aji Pangestu

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan

(Q.S Al-Insyirah: 5)

Ilmu pengetahuan tanpa agama lumpuh, agama tanpa ilmu pengetahuan buta

(Albert Einstein)

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya
2. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya
3. Kakak, dan segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat
4. Segenap dosen, teknisi, dan karyawan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro
5. Teman-teman ENIGMA angkatan 2018 PSD III Teknik Mesin SV Undip

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengukuran Konsumsi Energi Listrik pada Mesin *CNC Milling Hartford SMC-5* pada beberapa Tingkat Kecepatan Potong” dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Susastro, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.kes, selaku dosen wali penulis.
6. Seluruh Dosen dan Teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Orang tua dan keluarga besar penulis atas kasih sayang, perhatian, doa yang selalu menyertai, dan dukungan yang selalu diberikan selama ini.

8. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
9. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu per satu yang telah membantu selama pelaksanaan tugas akhir.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, November 2021

Penulis

ABSTRAK

PENGUKURAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MESIN CNC MILLING HARTFORD SMC-5 PADA BEBERAPA TINGKAT KECEPATAN POTONG

Mesin *CNC* merupakan mesin yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol berbasis computer. Sebagai teknologi manufaktur yang memiliki kualitas produksi yang tinggi, mesin *CNC* memerlukan kualitas listrik yang baik demi menjaga konsistensinya dalam proses produksi dan keawetan komponen mesin, untuk itu diperlukan pengukuran kualitas Energi listrik menggunakan Power meter 5330 Schneider pada saat mesin *CNC* bekerja.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi besaran listrik yang meliputi tegangan, arus, faktor daya, daya listrik dan energi listrik yang digunakan. Metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah metode eksperimen, dimana mesin *CNC* membuat benda kerja yang berbahan dasar Aluminium 5052 dan di desain dengan Mastercam X7, kemudian dilakukan pembacaan disetiap variasi kecepatan potongnya dengan alat ukur Power Meter 5350 Schneider. Hasil pengukuran yang diperoleh akan digunakan untuk menganalisa kualitas daya pada saat eksperimen dan mengetahui pengaruh kecepatan potong terhadap variabel energi listrik

Kata kunci : mesin CNC, Power Meter 5350 Schneider, Analisa

ABSTRACT

ELECTRICAL CONSUMPTION ENERGY MEASUREMENT ON HARTFORD SMC-5 CNC MILLING MACHINE AT SEVERAL CUTTING SPEED LEVELS

CNC machines are machine tools equipped with computer-based mechanical and control systems. As a manufacturing technology that has high production quality, CNC machines require good electrical quality in order to maintain consistency in the production process and the durability of machine components, for that it is necessary to measure the quality of electrical power using a Schneider 5330 Power meter when the CNC machine is working.

The purpose of this study is to identify the amount of electricity which includes voltage, current, power factor, electrical power and costs spent. The method used in this test is an experimental method, where a CNC machine makes workpieces made from Aluminum 5052 and is designed with Mastercam X7, then reads every variation in cutting speed with a Power Meter 5350 Schneider measuring instrument. The measurement results obtained will be used to analyze the power quality during the experiment

Keywords: CNC machine, Power Meter 5350 Schneider, Analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
SURAT TUGAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah	19
1.3 Batasan Masalah.....	20
1.4 Tujuan Tugas Akhir	20
1.5 Manfaat Tugas Akhir	21
1.5.1 Manfaat bagi Mahasiswa.....	21
1.5.2 Manfaat bagi Laboratorium.....	21
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1 Tegangan, Arus, Faktor Daya ($\cos \varphi$) dan Frekuensi.....	23
2.1.1 Tegangan	23
2.1.2 Arus	23
2.1.3 Faktor daya ($\cos \varphi$).....	24
2.1.4 Frekuensi	26
2.2 Daya	26
2.3 Energi	27
2.4 Current Transfomator.....	28

2.5 Alat Ukur Power Meter 5350 Schneider	29
2.6 Mesin CNC.....	30
2.6.1 Mesin CNC Milling.....	31
2.6.2 Prinsip Kerja mesin CNC Milling	32
2.7 Pemrograman mesin CNC Milling	32
2.7.1 Metode <i>Incremental</i>	32
2.7.2 Metode Absolut.....	33
2.7.3 Bahasa Pemrograman.....	33
BAB III METODOLOGI.....	37
3.1 Pelaksanaan Pengukuran.....	37
3.1.1 Observasi serta Persiapan Alat dan bahan	38
3.1.2 Desain dan Pengkodean	59
3.1.3 Pemasangan Alat ukur dan Persiapan Mesin	71
3.1.4 Transfer data beserta Simulasi <i>air cutting</i>	82
3.1.5 Pengambilan data	84
3.1.6 Hasil dan Analisis	90
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	100
4.1 Kualitas Energi Listrik	100
4.1.1 Tegangan	100
4.1.2 Arus	101
4.1.3 Faktor Daya ($\text{Cos } \varphi$).....	102
4.2 Pengaruh Kecepatan potong terhadap Variabel energi listrik	103
4.2.1 Kecepatan Potong dengan Tegangan Listrik.....	103
4.2.2 Kecepatan Potong dengan Arus Listrik.....	104
4.2.3 Kecepatan Potong dengan Faktor daya ($\text{Cos } \varphi$).....	105
4.2.4 Kecepatan Potong dengan Daya Listrik.....	105
4.2.5 Kecepatan Potong dengan Energi Listrik per 1 menit	106
BAB V PENUTUP.....	107
5.1 Kesimpulan.....	107
5.2 Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tegangan sinusoidal ideal 3 phasa	23
Gambar 2.2 Beban resistif	25
Gambar 2.3 Beban Induktif	25
Gambar 2.4 Beban Kapasitif	25
Gambar 2.5 Bentuk gelombang beban listrik	26
Gambar 2.6 Segitiga daya	27
Gambar 2.7 <i>Power Meter 5350 Schneider</i>	30
Gambar 2.8 Metode <i>incremental</i>	32
Gambar 2.9 Metode Absolut	33
Gambar 3.1 Alur Proses	37
Gambar 3.2 bagian bagian alat ukur Power Meter 5350 Schneider	40
Gambar 3.3 Toolkit Alat Ukur Power Meter	42
Gambar 3.4 Setup Alat Ukur Power Meter 5350 Schneider	42
Gambar 3.5 mesin <i>CNC Milling Hartford SMC-5</i>	43
Gambar 3.6 Panel Mesin	45
Gambar 3.7 <i>Spindle</i> mesin	49
Gambar 3.8 Meja mesin	50
Gambar 3.9 Magazine tool	50
Gambar 3.10 Ragum	51
Gambar 3.11 <i>Endmill</i>	51
Gambar 3.12 <i>Arbor</i>	52
Gambar 3.13 <i>Pull Stud</i>	52
Gambar 3.14 <i>Collect</i>	52
Gambar 3.15 Locking device	53
Gambar 3.16 Clamping kit	53
Gambar 3.17 Current Transfomator	54
Gambar 3.18 Software PM5350	55
Gambar 3.19 Software Mastercam X7	55
Gambar 3.20 Kompresor	56
Gambar 3.21 Obeng	56
Gambar 3.22 Kunci pas	56
Gambar 3.23 Spidol	57
Gambar 3.24 Jangka Sorong	57
Gambar 3.25 Aluminium 5052	58
Gambar 3.26 Box Coolant	59
Gambar 3.27 Desain Benda Kerja	59
Gambar 3.28 menentukan <i>Tool Setting</i>	61
Gambar 3.29 Menentukan <i>Stock setup</i>	61
Gambar 3.30 Menentukan <i>Area Machining</i>	62
Gambar 3.31 Parameter Tools	62
Gambar 3.32 Pemilihan Tool dan parameter pengujian	63
Gambar 3.33 Pemilihan Holder	63
Gambar 3.34 Pemilihan Cut Parameter	64
Gambar 3.35 Pemilihan Cutting Method	64
Gambar 3.36 pemilihan Entry Motion	65
Gambar 3.37 Pemilihan Finishing	65
Gambar 3.38 Unchecklist Lead In/Out	66

Gambar 3.39 Pengaturan <i>Depth of cut</i>	66
Gambar 3.40 Penentuan Linking Parameter	67
Gambar 3.41 Hasil Program.....	68
Gambar 3.42 Setup Simulasi.....	68
Gambar 3.43 Simulasi.....	69
Gambar 3.44 Proses Generate Gcode.....	69
Gambar 3.45 Post Processing.....	70
Gambar 3.46 Gcode	71
Gambar 3.47 Rangkaian <i>wiring</i>	72
Gambar 3.48 MCCB mesin <i>CNC Milling Hartford SMC-5</i>	72
Gambar 3.49 Rangkaian connector cable.....	73
Gambar 3.50 Pemasangan capit buaya.....	73
Gambar 3.51 Rangkaian Kit Power Meter 5350 Schneider.....	74
Gambar 3.52 Setup Power meter 5350 Schneider	74
Gambar 3.53 Pemasangan <i>Pull Stud</i>	75
Gambar 3.54 Pemasangan <i>collect</i>	76
Gambar 3.55 Pemasangan <i>tool</i> pada <i>arbor</i>	76
Gambar 3.56 Pemasangan <i>arbor</i> pada <i>magazine tool</i>	77
Gambar 3.57 <i>Main power</i>	77
Gambar 3.58 On/Off Push Button.....	78
Gambar 3.59 Penentuan kompensasi <i>tool</i>	79
Gambar 3.60 Input T-offset.....	79
Gambar 3.61 <i>Option</i> untuk menentukan <i>zero point</i>	80
Gambar 3.62 Input data untuk menentukan <i>zero point</i>	81
Gambar 3.63 Option setup – coord untuk <i>air cutting</i>	84
Gambar 3.64 <i>Flowchart</i> Pengambilan data.....	85
Gambar 3.65 Setting Aplikasi PM5350	87
Gambar 3.66 Running Program	87
Gambar 3.67 Proses machining benda kerja	89
Gambar 3.68 Pembersihan dengan udara bertekanan	89
Gambar 3.69 Contoh olah data rata-rata pengukuran	92
Gambar 4.1 Grafik Kualitas Tegangan Listrik.....	100
Gambar 4.2 Grafik Kualitas Arus Listrik.....	101
Gambar 4.3 Grafik Kualitas faktor daya (<i>Cos φ</i>).....	102
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kecepatan potong dengan tegangan Listrik	103
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Arus Listrik.....	104
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Faktor daya (<i>Cos φ</i>). 105	
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kecepatan Potong dengan Daya Listrik.....	106
Gambar 4.8 Hubungan Kecepatan Potong dengan Energi Listrik per 1 menit... 106	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kode G	33
Tabel 2.2 Kode M	35
Tabel 2.3 Kode A	35
Tabel 2.4 Kode P.....	36
Tabel 3.1 Spesifikasi alat ukur Power Meter 5350 Schneider	38
Tabel 3.2 Spesifikasi mesin <i>CNC Milling Hartford SMC-5</i>	44
Tabel 3.3 Bagian-bagian Panel Control	45
Tabel 3.4 Sifat Material Aluminium 5052	58
Tabel 3.5 Standar komposisi kimia Aluminium 5052 (%)	58
Tabel 3.6 Parameter pengujian.....	60
Tabel 3.6 Parameter pengujian.....	86
Tabel 3.7 Sampel data hasil pembacaan Power Meter 5350 Schneider.....	90
Tabel 3.8 Waktu pengukuran pembuatan benda kerja	91
Tabel 3.9 Data Rata-rata Hasil Perhitungan tiap uji	94
Tabel 3.10 Data Rata-rata Hasil Perhitungan tiap uji	95
Tabel 3.11 Data Hasil Pengolahan tiap variasi	97
Tabel 3.12 Data Hasil Pengolahan tiap variasi	98
Tabel 3.13 Data Perhitungan Energi Listrik per 1 menit	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gcode Pemrograman	125
Lampiran 2 Hasil Pengujian Benda Kerja.....	126