

SKRIPSI

ANALISIS GETARAN PEMESINAN FRAIS DAN PENGUJIAN *WIRELESS ACCELEROMETER* SENSOR DENGAN ARDUINO-ESP32

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



SAMUEL CAESARIO MANDIANGAN

03051281722039

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

ANALISIS GETARAN PEMESINAN FRAIS DAN PENGUJIAN *WIRELESS ACCELEROMETER* SENSOR DENGAN ARDUINO-ESP32

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
SAMUEL CAESARIO MANDIANGAN
03051281722039

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS GETARAN PEMESINAN FRAIS DAN PENGUJIAN *WIRELESS ACCELEROMETER* SENSOR DENGAN ARDUINO-ESP32

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:
SAMUEL CAESARIO MANDIANGAN
03051281722039

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : SAMUEL CAESARIO MANDIANGAN
NIM : 03051281722039
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : ANALISIS GETARAN PEMESINAN FRAIS DAN
PENGUJIAN *WIRELESS ACCELEROMETER*
SENSOR DENGAN ARDUINO-ESP32
DIBUAT : SEPTEMBER 2020
SELESAI : AGUSTUS 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanis, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 197002281994121001

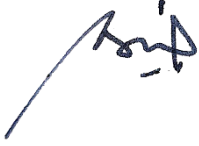
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Getaran Pemesinan Frais Dan Pengujian *Wireless Accelerometer* Sensor Dengan Arduino-ESP32” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022


Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Dipl-Ing. Ir. Amrifan S Mohruni, Ph.D. ()
NIP. 196409111999031002

Sekretaris:

2. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T. ()
NIP. 1671041412780004

Anggota:

3. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T. ()
NIP. 1987113020119031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Itsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T
NIP. 19700228 199412 1 001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Samuel Caesario Mandiangan

NIM : 03051281722039

Judul : Analisis Getaran Pemesinan Frais dan Pengujian *Wireless Accelerometer* Sensor dengan Arduino-ESP32

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2022



Samuel Caesario Mandiangan

NIM. 03051281722039

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Samuel Caesario Mandiangan

NIM : 03051281722039

Judul : Analisis Getaran Pemesinan Frais dan Pengujian *Wireless Accelerometer* Sensor dengan Arduino-ESP32

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2022



Samuel Caesario Mandiangan

NIM. 03051281722039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Analisis Getaran pemesinan Frais dan Pengujian *Wireless Accelerometer* Sensor dengan Arduino-ESP32.”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunia-NYA.
2. Kedua orang tua ayahanda Pridson Mandiangan. dan ibunda Bainil Yulina yang selalu mendukung penulis baik moral dan materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin S.T., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T selaku pembimbing akademik Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah memberikan peraturan dan arahan yang baik bagi Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.

8. Pacar tercinta Nathalie Corintia Karosekali yang selalu memberikan support dan doa yang tulus kepada saya
9. Seluruh teman dan sahabat yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Juli 2022



Samuel Caesario Mandiangan

NIM. 03051281722039

RINGKASAN

ANALISIS GETARAN PEMESINAN FRAIS DAN PENGUJIAN *WIRELESS ACCELEROMETER* SENSOR DENGAN ARDUINO-ESP32

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Agustus 2022

Samuel Caesario Mandiangan, dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Freis Machine Vibration Analysis And Testing Wireless Accelerometer Sensor With Arduino-Esp32

XXV + 68 halaman, 9 tabel, 52 gambar

Analisa getaran merupakan teknik yang paling sering digunakan untuk pemantauan kondisi mesin berputar karena analisa getaran merupakan metode yang paling efisien untuk prediksi awal dan mendeteksi kegagalan system pada peralatan mekanis. Teknologi sensor terapan dipilih dengan mempertimbangkan rentang frekuensi dan kondisi operasional mesin. Sensor konvensional seperti sensor swing coil velocity dan sensor piezoelectric accelerometer digunakan untuk pengukuran getaran memiliki biaya yang mahal. Untuk mengatasi masalah biaya mahal, sehingga banyak dikembangkan alat pengukur getaran berbiaya rendah dengan menggunakan sensor dengan teknologi Micro Electro Mechanical System (MEMS). Teknologi MEMS adalah suatu sistem mikro dengan kemampuan fungsi elektromekanik baik sebagai mikrosensor maupun microactuator. Sensor MEMS akselerometer merupakan sensor yang mempunyai teknologi MEMS dengan prinsip kerja yang sama dengan sensor konvensional. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan pembuatan sistem pengukuran getaran secara nirkabel yang didedikasikan pada aplikasi di permesinan perkakas CNC melalui penggunaan ESP32 yang telah mendukung WSN dan IoT serta modul sensor Accelerometer serial DFRobot WT61C yang berbasis *MEMS*. Penelitian ini dilakukan dengan membuat alat ukur getaran dengan sensor accelerometer and gyro dan Arduino-ESP32 yang akan digunakan

pada proses freis. Pembuatan alat ukur dari modul sensor GY-521 berbasis chip MPU-6050 berisi akselerometer MEMS dan gyro MEMS dalam satu chip. Arduino Uno digunakan sebagai pusat sistem kendali. Selain itu, ESP32 digunakan sebagai pengganti Arduino Uno. Sensor ADXL335 sebuah unit sensor akselerometer 3-sumbu (tanpa *gyroscope*) yang memiliki keluaran *raw data* analog. Kalibrasi didasarkan pada asumsi bahwa respons sensor ADXL335 berbanding lurus dengan percepatan. Akselerometer serial WT61C dari DFRobot adalah sebuah perangkat multi-sensor 6-sumbu yang berkemampuan mendeteksi percepatan, kecepatan sudut (*angular velocity*), dan sudut kemiringan. Modul ini mengintegrasikan giroskop presisi tinggi, akselerometer, mikroprosesor kinerja tinggi dan solusi dinamika canggih dengan menerapkan algoritma filter Kalman untuk dengan cepat merespons gerakan aktual. Pengujian alat ukur getaran yang telah dibuat pada proses pemesinan freis sebanyak 6 pengujian. Pengujian 1-3 dimana feeding tetap 87 dengan RPM 370, 715, 1300 didapatkan rata – rata Ax 0,030262376 - 0,033933663; Ay 0,719757426 - 0,747025743; Az 10,07445347 - 10,08832475. Pengujian 4-6 dimana RPM tetap 990 dengan feeding 61, 127, 187 didapatkan rata – rata Ax 0,017013861 - 0,051294059; Ay 0,495819802 - 0,54039802; dan Az 10,07290495 - 10,08189406. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang diharapkan berupa prototipe alat "*wireless acceleration sensor*" dengan data pengujian berupa grafik getaran. Kalibrasi akselerometer sensor MPU6050, ADXL335, dan WT61C digunakan untuk menghilangkan bias nol akselerometer. Setelah kalibrasi sensor MPU6050, ADXL335, dan WT61C pengukuran akan akurat. Berdasarkan hasil pengujian dari sensor MPU6050, ADXL335, dan WT61C diketahui bahwa setiap sensor memiliki variasi *setting* dari *full-scale range* yang dapat disesuaikan dengan kondisi operasional dari setiap sensor.

Kata Kunci : Getaran, Arduino, MEMS, Mesin Freis, Wireless Accelerometer Sensor

Kepustakaan : 11 (2010-2019)

SUMMARY

FREIS MACHINE VIBRATION ANALYSIS AND TESTING WIRELESS ACCELEROMETER SENSOR WITH ARDUINO-ESP32

Scientific Writing in the form of a thesis, August 2022

Samuel Caesario Mandiangan, supervised by Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Analisis Getaran Pemesinan Frais Dan Pengujian Wireless Accelerometer Sensor Dengan Arduino-Esp32

XXV + 68 pages, 9 tables, 52 images

Vibration analysis is the most frequently used technique to monitor the condition of rotating machines because vibration analysis is the most efficient method for early prediction and detecting system failures in mechanical equipment. The applied sensor technology is selected taking into account the machine's frequency range and operating conditions. Conventional sensors such as swing coil speed sensors and piezoelectric accelerometer sensors used for vibration measurement are expensive. To overcome the problem of high costs, many inexpensive vibration measuring devices have been developed using sensors with Micro Electro Mechanical System (MEMS) technology. MEMS technology is a microsystem with the ability to function electromechanically as a microsensor or microactuator. MEMS accelerometer sensor is a sensor that has MEMS technology with the same working principle as conventional sensors. This research is focused on developing and manufacturing a wireless vibration measurement system dedicated to the application of CNC machining tools through the use of ESP32 that supports WSN and IoT and the MEMS-based DFRobot WT61C serial Accelerometer sensor module. This research was conducted by making a vibration measuring instrument with accelerometer and gyro sensors and Arduino-ESP32 which will be used in the milling process. The manufacture of measuring instruments from the GY-521 sensor module based on the MPU-6050 chip contains a MEMS accelerometer and a MEMS gyro in

one chip. Arduino Uno is used as the center of the control system. In addition, ESP32 is used instead of Arduino Uno. The ADXL335 sensor is a 3-axis accelerometer sensor unit (without gyroscope) that has analog raw data output. Calibration is based on the assumption that the response of the ADXL335 sensor is directly proportional to the acceleration. The WT61C serial accelerometer from DFRobot is a 6-axis multi-sensor device capable of detecting acceleration, angular velocity, and tilt angle. This module integrates a high-precision gyroscope, accelerometer, high-performance microprocessor and advanced dynamics solutions by applying the Kalman filter algorithm to respond quickly to actual motion. Tests of vibration measuring instruments carried out in the milling process are 6 tests. Tests 1-3 where feeding is still 87 with RPM 370, 715, 1300 obtained an average of A_x 0.030262376 - 0.033933663; v_v 0.719757426 - 0.747025743; A_z 10.07445347 - 10.08832475. Tests 4-6 where the RPM remains 990 with feeding 61, 127, 187, the average A_x is 0.017013861 - 0.051294059; v_v 0.495819802 - 0.54039802; and A_z 10.07290495 - 10.08189406. The results of this study are in accordance with what is expected in the form of a prototype tool "wireless acceleration sensor" with test data in the form of a vibration graph. The MPU6050, ADXL335, and WT61C accelerometer sensors were used to eliminate the zero bias of the accelerometer. After calibration of the MPU6050, ADXL335, and WT61C sensors, measurements will be accurate. Based on the test results from the MPU6050, ADXL335, and WT61C sensors, it is known that each sensor has various settings ranging from full-scale range which can be adjusted to the operational conditions of each sensor.

Keywords : Vibration, Arduino, MEMS, Freis Machine, Wireless Accelerometer
Sensor

Literature : 14(1996-2021)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan.....	5
2.2 Pengertian Mesin Frais.....	7
2.3 Proses Pemesinan Frais (<i>Milling</i>).....	7
2.3.1 Klasifikasi Proses Frais	8
2.3.2 Metode Proses Frais	11
2.3.3 Elemen Dasar Permesinan.....	12
2.4 Pengertian Getaran	14
2.5 Parameter Getaran.....	14
2.5.1 Frekuensi	14
2.5.2 Amplitudo	15
2.5.3 <i>Phase</i>	15
2.6 Fenomena Getaran pada Permesinan Perkakas (<i>Chatter</i>).....	16
2.7 <i>Micro-Electromechanical System (MEMS)</i>	17
2.7.1 <i>Micro-Electromechanical Systems (MEMS)</i>	17
2.7.2 <i>MEMS Accelerometer</i>	17
2.7.3 Prinsip Kerja <i>MEMS Accelerometer</i>	19
2.7.4 <i>MEMS Accelerometer DFRobot Serial WT61C</i>	20
2.7.4.1 Parameter.....	21
2.8 Pengertian <i>Gyroscope</i>	22

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2	Studi Literatur.....	23
3.3	Perancangan Alat.....	25
3.3.1	Perancangan Elektrikal.....	25
3.4	Perancangan Perangkat Lunak	26
3.5	Alat dan Bahan	28
3.6	Prosedur Penelitian.....	30
3.6.1	Proses Pengambilan Data Getaran	30
3.7	Perancangan Eksperimen	32

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Akselerometer Digital MPU6050.....	33
4.1.1	Antarmuka Sensor	35
4.1.2	Desain <i>Coding</i> untuk Pengukuran <i>Raw Data</i>	36
4.1.3	Pengujian dan Studi Efek <i>DLPF (Digital Low-Pass Filter)</i>	41
4.2	Akselerometer Analog ADXL335.....	44
4.3	Antarmuka Sensor	45
4.3.1	Desain <i>Coding</i> untuk Pengukuran <i>Raw Data</i>	47
4.3.2	Pengujian untuk Validasi <i>Coding</i>	49
4.3.3	Analisis dan Pembahasan	53
4.3.4	Akselerometer Serial DFRobot WT61PC	53
4.4	Hasil Uji pada Mesin Frais	59
4.4.1	Pengujian 1 RPM 370/ <i>Feeding</i> 87	60
4.4.2	Pengujian 2 RPM 715/ <i>Feeding</i> 87	61
4.4.3	Pengujian 3 RPM 1300/ <i>Feeding</i> 87	62
4.4.4	Pengujian 4 RPM 990/ <i>Feeding</i> 61	63
4.4.5	Pengujian 5 RPM 990/ <i>Feeding</i> 127	64
4.4.6	Pengujian 6 RPM 990/ <i>Feeding</i> 187	65
4.5	Pembahasan.....	66

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68

DAFTAR RUJUKAN	i
-----------------------------	---

LAMPIRAN	i
-----------------------	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan	5
Gambar 2.2 Bagian-bagian Mesin Frais	8
Gambar 2.3 Tiga Klasifikasi Proses Frais	8
Gambar 2.4 Skematis <i>Pheriperal Milling</i>	9
Gambar 2.5 Skematis <i>Face Milling</i>	10
Gambar 2.6 Skematis <i>End Milling</i>	10
Gambar 2.7 Metode (a) frais naik(<i>up-milling</i>) dan (b) frais turun(<i>down-milling</i>)	11
Gambar 2.8 Perbandingan Dua Gelombang dengan Amplitudo yang Berbeda	15
Gambar 2.9 Hubungan Beda <i>Phase</i> Dengan Dua Gelombang yang Sama	16
Gambar 2.10 Perkembangan <i>MEMS Accelerometer</i>	18
Gambar 2.11 Prinsip Kerja <i>Accelerometer</i>	19
Gambar 2.12 Koneksi serial antara sensor dengan Arduino Uno	20
Gambar 2.13 Bentuk Sensor WT61C.....	22
Gambar 2.14 Arah Aksial Sudut	22
Gambar 3.1 Antarmuka ESP32 dengan modul MPU6050.....	26
Gambar 3.2 Format data keluaran pada serial monitor	28
Gambar 3.3 Mesin Frais DAHLIH DL-U2	29
Gambar 3.4 Pahat HSS 4 <i>flute</i>	29
Gambar 3.5 Sensor dipasang pada mesin frais.....	31
Gambar 3.6 Sinyal yang diterima oleh program WITMOTION.....	31
Gambar 4.1 Antarmuka dan pinout sensor	33
Gambar 4.2 Orientasi sensor MPU6050 (GY-521).....	34
Gambar 4.3 Koneksi antar modul via bus I2C	35
Gambar 4.4 Keadaan awal pengujian sensor MPU6050.....	38
Gambar 4.5 Pengujian sensor MPU6050 - sumbu +Y vertikal ke atas.....	39
Gambar 4.6 Pengujian sensor MPU6050 - sumbu +X vertikal ke atas.....	39

Gambar 4.7 Pengujian sensor MPU6050 - sumbu +Z vertikal ke bawah	40
Gambar 4.8 Pengujian rotasi terhadap sumbu +Z vertikal keatas	40
Gambar 4.9 Konektivitas modul MPU6050 dengan mikrokontroler	41
Gambar 4.10 Pengujian sensor MPU6050 dengan DLPF = 0	42
Gambar 4.11 Pengujian sensor MPU6050 dengan DLPF = 2	43
Gambar 4.12 Pengujian sensor MPU6050 dengan DLPF = 4	43
Gambar 4.13 Pengujian sensor MPU6050 dengan DLPF = 6	44
Gambar 4.14 Sensor ADXL335 pada <i>break-out</i> modul GY-61	44
Gambar 4.15 Antarmuka dan pinout sensor	46
Gambar 4.16 Koneksi antara sensor modul via pin ADC	46
Gambar 4.17 <i>Testing rig</i> sederhana untuk validasi coding	49
Gambar 4.18 Hasil pengujian sensor ADXL335 untuk validasi <i>coding</i>	51
Gambar 4.19 Hasil akhir untuk <i>coding</i> sensor ADXL335	52
Gambar 4.20 Koneksi serial antara sensor dengan Arduino Uno.....	54
Gambar 4.21 Respon akselerasi sensor di jendela serial <i>plotter</i> Arduino IDE	55
Gambar 4.22 Data keluaran sensor pada jendela serial monitor Arduino IDE	56
Gambar 4.23 Hasil kalibrasi sensor (pada bidang datar dan tanpa pergerakan)	56
Gambar 4.24 Hasil pengujian impak bandul dengan <i>impulse hammer</i>	57
Gambar 4.25 <i>Testing rig</i> untuk pengujian respon getaran bebas untuk sensor MPU6050, ADXL335, dan WT61C	58
Gambar 4.26 Pengujian getaran bebas dari lengan ayun sederhana.....	59
Gambar 4.27 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 1	60
Gambar 4.28 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 2	61
Gambar 4.29 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 3	62
Gambar 4.30 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 4	63
Gambar 4.31 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 5	64
Gambar 4.32 Grafik sinyal getaran yang didapat dari pengujian 6	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter <i>Accelerometer</i> WT61C	21
Tabel 3.1 <i>wiring</i> diagram antar modul.	25
Tabel 3.2 Tabel Pengukuran Data <i>Accelerometer</i>	32
Tabel 4.1 Rata-rata getara selama uji pemesinan 1	60
Tabel 4.2 Rata-rata Getaran selama uji permesinan 2.....	61
Tabel 4.3 Rata-rata Getaran selama uji permesinan 3.....	62
Tabel 4.4 Rata-rata Getaran selama uji permesinan 4.....	63
Tabel 4.5 Rata-rata Getaran selama uji permesinan 5.....	64
Tabel 4.6 Rata-rata Getaran selama uji permesinan 6.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisa getaran merupakan teknik yang paling sering digunakan untuk pemantauan kondisi mesin berputar. Hal ini dikarenakan analisa getaran merupakan metode yang paling efisien untuk prediksi awal dan mendeteksi kegagalan system pada peralatan mekanis. Teknologi sensor terapan dipilih dengan mempertimbangkan rentang frekuensi dan kondisi operasional mesin. Sensor posisi, kecepatan dan akselerasi digunakan untuk rentang frekuensi rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi (Feriadi et al., 2019).

Banyak teknik yang telah tersedia dipasaran untuk mengukur dan menganalisa getaran mesin, namun membutuhkan sumber daya yang mahal untuk mengidentifikasi masalah kerusakan pada mesin. Umumnya peralatan yang mahal tersebut menggunakan sensor-sensor konvensional seperti sensor *swing coil velocity* dan sensor *piezoelectric accelerometer* untuk melakukan pengukuran getaran (Aswin & Suzen, 2019).

Untuk mengatasi masalah biaya mahal, sekarang ini telah banyak dikembangkan alat pengukur getaran berbiaya rendah dengan menggunakan sensor dengan teknologi *Micro Electro Mechanical System (MEMS)*. Dengan teknologi ini, biaya yang dibutuhkan kira-kira sepersepuluh dari accelerometer tipe *Piezoelectric Transducer (PZT)* (Ribeiro & Lameiras, 2019).

Teknologi *MEMS* adalah suatu sistem mikro dengan kemampuan fungsi elektromekanik baik sebagai mikrosensor maupun microactuator. Sensor *MEMS* akselerometer merupakan sensor yang mempunyai teknologi *MEMS* dengan prinsip kerja yang sama dengan sensor konvensional. Sensor jenis ini bukan merupakan sensor yang umum digunakan dalam pengukuran getaran pada industri (Vinet & Zhedanov, 2011).

Beberapa penelitian tentang pengukuran getaran mesin menggunakan sensor *MEMS* akselerometer telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, salah satu diantaranya adalah penelitaian *Monitoring Vibration Of A Model Of Rotating Machine* (Djajadi et al., 2012).

Berdasarkan penjelasan dan pembahasan tersebut, penelitian dalam tugas akhir ini difokuskan pada pengembangan dan pembuatan sistem pengukuran getaran secara nirkabel yang didedikasikan pada aplikasi di permesinan perkakas CNC melalui penggunaan ESP32 yang telah mendukung *WSN* dan *IoT* serta modul sensor *Accelerometer* serial DFRobot WT61C yang berbasis *MEMS*.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian kali ini akan di rumuskan dalam beberapa rumusan masalah yang akan menjadi acuan di dalam penelitian ini. Adapun rumusan masalah tersebut antara lain:

1. Bagaimana cara merancang bangun peralatan *Wireless Accelerometer* Sensor untuk keperluan edukasi (*Do-It-Yourself*) dengan aspek *low-cost*, relatif mudah untuk dikembangkan, ergonomis, dan novel.
2. Bagaimana prosedur dan metode cara pengujian pada mesin frais serta kalibrasi pada peralatan *Wireless Accelerometer* Sensor tersebut.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Mesin frais yang digunakan adalah mesin frais konvensional.
2. Metode frais yang digunakan adalah *down milling* dengan proses *side milling*.
3. Menggunakan mikro kontroler Arduino-ESP32 dengan komunikasi serial via USB dan *wireless*.
4. Menggunakan sensor *accelerometer* dan *gyro* (6-axis) DFRobot serial WT61C.

5. Menggunakan aplikasi *open source* berbasis *Java* untuk antarmuka atau *GUI* pada komputer PC/Laptop berbasis Windows 10 x64 bit.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah pengembangan sistem *condition monitoring* pemesinan dan sistem deteksi getaran pada mesin perkakas frais melalui peralatan *wireless vibration* sensor yang berbasis *WSN* serta *IoT* melalui penggunaan modul ESP32 serta modul sensor *accelerometer* DFRobot serial WT61PC yang berbasis *MEMS*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil riset diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan peralatan *wireless accelerometer* sensor untuk penerapan pada permesinan perkakas CNC *milling* dan *turning* sehingga sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang teknik prediksi getaran *chatter* secara luring atau *offline* secara daring atau *online* sehingga dapat membantu memantau kondisi mesin perkakas.

DAFTAR RUJUKAN

- Aswin, F., & Suzen, Z. S. (2019). Implementasi Sensor Mems Akselerometer Sebagai Alat Pengukur Getaran Pada Turbin Angin. *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(3), 225–232. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i3.2340>
- Bontong, Y. (2011). *Analisis korelasi getaran mesin frais horizontal terhadap kekasaran permukaan baja karbon dalam proses pemotongan*.
- Djajadi, A., Azavi, A., Rusyadi, R., & Sinaga, E. (2012). Monitoring Vibration of A Model of Rotating Machine. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 2(1), 51–56. <https://doi.org/10.14203/j.mev.2011.v2.51-56>
- Feriadi, I., Aswin, F., & Nugraha, M. I. (2019). Analisis Sistem Pengukuran Getaran Mems Accelerometer ADXL345. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 9(02), 63–67. <https://doi.org/10.33504/manutech.v9i02.48>
- Huang, C. Y., & Chen, J. H. (2016). Development of dual-axis MEMS accelerometers for machine tools vibration monitoring. *Applied Sciences (Switzerland)*, 6(7), 201. <https://doi.org/10.3390/app6070201>
- Rahdiyanta. (2010a). *Proses Frais (Milling)*.
- Rahdiyanta, D. D. (2010b). *Proses Frais Milling*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ribeiro, R. R., & Lameiras, R. de M. (2019). Evaluation of low-cost MEMS accelerometers for SHM: Frequency and damping identification of civil structures. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 16(7 CILAMCE 2018). <https://doi.org/10.1590/1679-78255308>
- Setiyadi, M. T., & Raharjo, P. (2016). Karakteristik Getaran Pada Bantalan Bola Menyelaras Sendiri Karena Kerusakan Sangkar. *Jurnal Rekayasa Mesin*.
- Suratman. (2010). *Proses Freis (Milling)*.
- Vinet, L., & Zhedanov, A. (2011). A “missing” family of classical orthogonal polynomials. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 37–72. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>