

**ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN
KENDARAAN PADA PROFIL STANG SEPEDA MOTOR
HONDA BEAT KELUARAN TAHUN 2018**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Septian Rahmatullah

No. Mahasiswa : 15525018

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarism dari karya tulis yang dibuat orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang berlaku.

Yogyakarta, 1 Agustus 2022



METERAI
TEMPEL
F27AJX082787153

Septian Rahmatullah

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN
KENDARAAN PADA PROFIL STANG SEPEDA MOTOR
HONDA BEAT KELUARAN TAHUN 2018**

TUGAS AKHIR

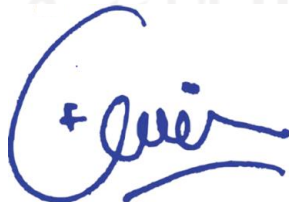
Disusun Oleh :

Nama : Septian Rahmatullah

No. Mahasiswa : 15525018

Yogyakarta, 14 Juli 2022

Pembimbing I,



Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D

Pembimbing II,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN
KENDARAAN PADA PROFIL STANG SEPEDA MOTOR
HONDA BEAT KELUARAN TAHUN 2018**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

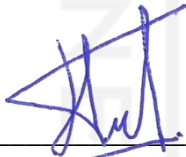
Nama : Septian Rahmatullah

No. Mahasiswa : 15525018

Tim Penguji

Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

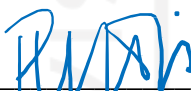
Ketua



Tanggal : 02 Agustus 2022

Purtojo, S.T., M.Sc.

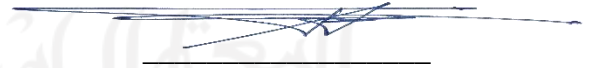
Anggota I



Tanggal : 02 Agustus 2022

Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc.

Anggota II



Tanggal : 02 Agustus 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Risdiono, S.T., M.Eng., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Puji dan syukur atas nikmat Allah SWT yang telah memberikan saya kekuatan dan kesehatan selalu.

Saya persembahkan tugas akhir ini kepada orang tua saya, bapak dan ibu tercinta yang tak hentinya memanjatkan do'a, menasehati, segala bentuk dukungan dan menyayangi anaknya dengan tulus.

Teruntuk teman-teman dan saudara yang telah memberikan semangat dan bantuan-bantuan kecil maupun besar kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

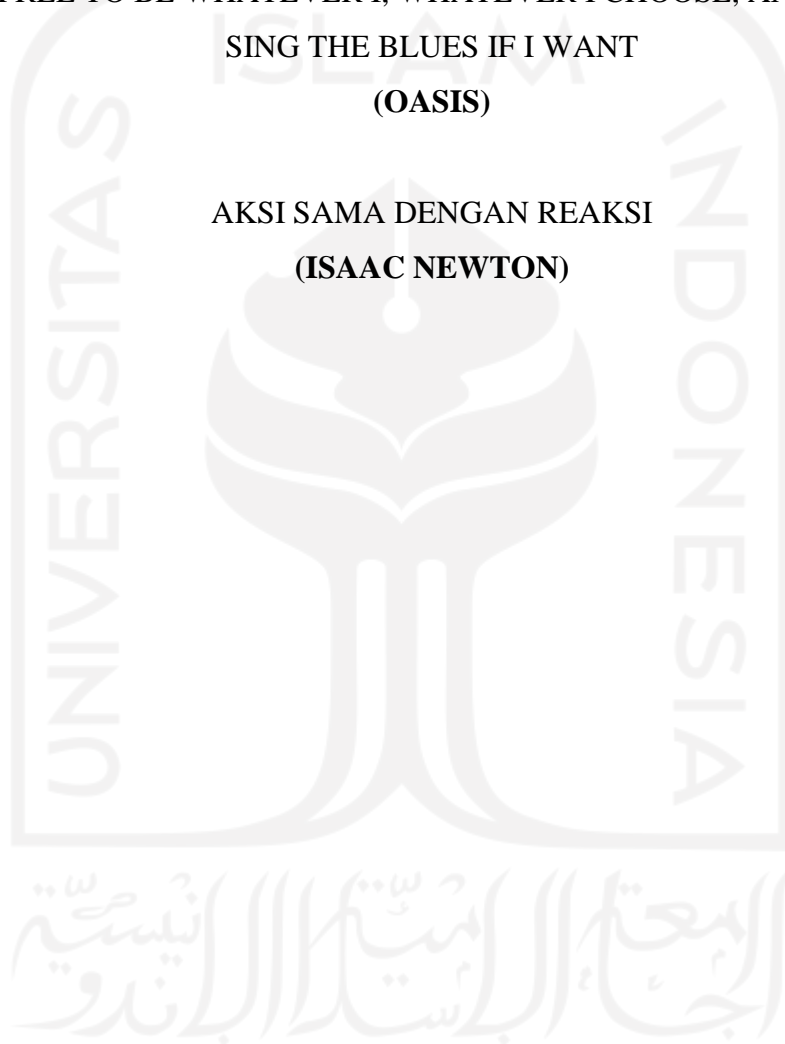
Dosen pembimbing Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D dan Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP serta dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang selalu ada untuk memberikan ilmu, arahan, masukan dan pengetahuan yang berharga bagi penulis. Sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

HALAMAN MOTTO

SABAR DAN IKHLAS DALAM MENJALANKAN DAN MENGHADAPI
SESUATU, MAKA KAU AKAN MEMETIK HIKMAHNYA
(WIWIK RESWATI)

I'M FREE TO BE WHATEVER I, WHATEVER I CHOOSE, AND I WILL
SING THE BLUES IF I WANT
(OASIS)

AKSI SAMA DENGAN REAKSI
(ISAAC NEWTON)



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tanpa halangan berarti. Keberhasilan dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan guna sempurnanya Tugas Akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

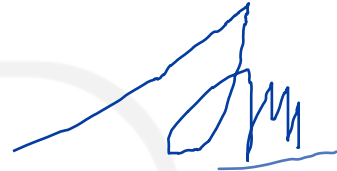
1. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Mohammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D dan bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Tugas Akhir ini.
3. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia atas ilmu dan bimbingannya selama penulis berkuliah di Jurusan Teknik Mesin FTI UII,
4. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan secara moril maupun moral. Sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik dan benar.
5. Seluruh teman-teman saya yang telah banyak memberikan informasi, motivasi, dan pengalaman.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran dapat ditujukan langsung pada e-mail saya. Akhir kata penulis

mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan di dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 14 Juli 2022



Penulis



ABSTRAK

Getaran sangat mempengaruhi kenyamanan dalam berkendara, getaran pada kendaraan dapat mempengaruhi tubuh manusia, salah satunya adalah getaran pada profil stang kendaraan yang dapat mempengaruhi kenyamanan berkendara, nyeri otot lengan, penurunan kekuatan gengaman dan dapat menyebabkan kelelahan saat berkendara. Untuk memahami hal tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah pengukuran getaran pada profil stang kendaraan. Pengukuran getaran pada kendaraan tidak dapat diukur dengan indera fisiologis manusia, harus ada alat dengan *output* eksak seperti angka. Dalam penelitian ini, alat yang digunakan adalah rangkaian mekatronika dari sensor getaran SW-420 dan Arduino Uno. Setelah data diperoleh dengan pengukuran, selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode statistik deskriptif untuk mencari standar deviasi.

Kata Kunci : Getaran, kenyamanan kendaraan, sensor sw-420, statistika deskriptif

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| Pernyataan Keaslian..... | ii |
| Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing | iii |
| Lembar Pengesahan Dosen Penguji | iv |
| Halaman Persembahan | v |
| Halaman Motto | vi |
| Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih..... | vii |
| Abstrak | ix |
| Daftar Isi | x |
| Daftar Tabel..... | xii |
| Daftar Gambar | xiii |
| Daftar Notasi..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Kajian Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 6 |
| 2.2.1 Getaran..... | 6 |
| 2.2.2 Sensor Getaran..... | 8 |
| 2.2.3 Arduino dan Pemrograman..... | 9 |
| 2.2.4 Perangkat Lunak Penampilan data atau Display | 11 |
| 2.2.5 Metode Statistika Deskriptif..... | 12 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 15 |
| 3.1 Alur Penelitian | 15 |
| 3.2 Peralatan dan Bahan..... | 17 |
| 3.3 Perancangan | 18 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 3.3.1 | Perancangan Perangkat Keras Alat 1 dan Alat 2..... | 18 |
| 3.3.2 | Perancangan Perangkat Lunak Alat 1 dan Alat 2..... | 21 |
| 3.4 | Metode Pengujian | 25 |
| 3.5 | Pengambilan data..... | 29 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | | 30 |
| 4.1 | Hasil Perancangan..... | 30 |
| 4.2 | Hasil Pengujian | 32 |
| 4.2.1 | Hasil Pengujian Alat 1 dan Alat 2 <i>Display Arduino IDE</i> | 33 |
| 4.2.2 | Hasil Pengujian Alat 1 dan Alat 2 <i>Display Processing</i> | 36 |
| 4.3 | Hasil Pengambilan Data..... | 38 |
| 4.4 | Analisis dan Pembahasan..... | 42 |
| BAB 5 PENUTUP | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan | 50 |
| 5.2 | Saran atau Penelitian Selanjutnya..... | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 51 |
| LAMPIRAN..... | | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3. 1 Klasifikasi Nilai Tegangan Dari Output Sensor Getar SW-420..... | 16 |
| Tabel 3. 2 Komponen Alat 1 | 17 |
| Tabel 3. 3 Komponen Alat 2 | 18 |
| Tabel 3. 4 Parameter Pengujian Alat 1 dan Alat 2 | 26 |
| Tabel 3. 5 Parameter Pengambilan Data | 29 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Alat 1..... | 32 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat 2..... | 33 |
| Tabel 4. 3 File Pengambilan Data | 42 |
| Tabel 4. 4 Nilai Tegangan di 5 data..... | 42 |
| Tabel 4. 5 Klasifikasi Nilai Tegangan Dari Output Sensor Getar SW-420..... | 42 |
| Tabel 4. 6 Jumlah Nilai Tegangan Di Tiap Sampel | 43 |
| Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai..... | 46 |
| Tabel 4. 8 Total Nilai Tingkat Kenyamanan | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Grafik Amplitudo..... | 6 |
| Gambar 2. 2 Grafik Frekuensi | 7 |
| Gambar 2. 3 Sensor SW-420 | 8 |
| Gambar 2. 4 Grafik Output Sensor SW-420..... | 9 |
| Gambar 2. 5 Arduino Nano | 10 |
| Gambar 2. 6 Arduino Uno | 10 |
| Gambar 2. 7 Arduino Mega..... | 10 |
| Gambar 2. 8 Interface Software Pemrograman Arduino IDE | 10 |
| Gambar 2. 9 Menu Display Arduino IDE Serial Plotter..... | 11 |
| Gambar 2. 10 Logo Perangkat Lunak Processing | 12 |
| Gambar 2. 11 Visualisasi Data | 14 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian | 15 |
| Gambar 3. 2 Rangkaian Skematik Alat 1 Transmitter..... | 19 |
| Gambar 3. 3 Rangkaian Skematik Alat 1 Receiver | 20 |
| Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik Alat 2 | 21 |
| Gambar 3. 5 Logika Pemrograman alat 1 Transmitter dan Receiver | 22 |
| Gambar 3. 6 Logika Pemrograman alat 2..... | 23 |
| Gambar 3. 7 Menu Penampilan data atau display Arduino IDE | 24 |
| Gambar 3. 8 Menu Penampilan data atau display Processing..... | 24 |
| Gambar 3. 9 Diagram Alir Pengujian..... | 25 |
| Gambar 3. 10 Proses Kalibrasi | 26 |
| Gambar 3. 11 Permukaan Jalan | 27 |
| Gambar 3. 12 <i>Setup</i> Pengujian Alat 1 <i>Transmitter</i> | 27 |
| Gambar 3. 13 <i>Setup</i> Pengujian Alat 1 <i>Receiver</i> | 28 |
| Gambar 3. 14 <i>Setup</i> Pengujian Alat 2..... | 28 |
| Gambar 3. 15 Permukaan Jalan | 29 |

DAFTAR NOTASI

μ = *Mean*

n = *Jumlah Sampel*

σ = *Simpangan Baku / Standar Deviasi*



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda motor adalah salah satu jenis kendaraan yang pengembangannya berawal dari sepeda konvensional yang lebih dahulu ditemukan oleh Pierre Michaux pada tahun 1868, kemudian penggabungan antara sepeda konvensional dan mesin uap mulai dilakukan pada tahun 1872 untuk merancang kendaraan sepeda motor. Dengan jumlah penduduk 270 juta jiwa, Indonesia merupakan pasar yang sangat diminati oleh produsen kendaraan sepeda motor, jumlah kendaraan sepeda motor di tahun 2019 sejumlah 112.771.136 unit, data tersebut diambil dari BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia.

Kenyamanan merupakan faktor penting dalam berkendara, salah satu faktor yang mempengaruhi kenyamanan berkendara adalah getaran yang terjadi di profil kendaraan, getaran yang mempengaruhi salah satu bagian tubuh, disebut getaran segmental, getaran segmental pada lengan tangan atau *Hand-Arm Vibration (HAV)* dapat mempengaruhi kenyamanan berkendara seperti nyeri otot lengan tangan, menurunkan kekuatan genggam, menyebabkan kelelahan dan jika terjadi di rentang waktu yang cukup lama dapat menyebabkan kecacatan (Vid Selic. 2021). Faktor getaran segmental juga menjadi alasan produsen sepeda motor melakukan inovasi di bidang kenyamanan. Teknologi peredam getaran seperti *shockbreaker* sudah diaplikasikan. Kualitas, cara berkendara dan perawatan *shockbreaker* sangat menentukan kenyamanan akibat getaran di bagian profil setang kendaraan sepeda motor. Sepeda motor yang dipasarkan oleh pabrik tentu sudah lolos tes *quality control*. Namun seiring berjalannya waktu kualitas akan menurun dan walaupun sudah ada teknologi *shockbreaker*, getaran yang berlebih di profil setang terkadang masih dirasakan oleh pengendara terlebih di sepeda motor bekas.

Getaran pada profil kendaraan dapat terjadi karena adanya interaksi antara motor yang melaju dengan kondisi permukaan aspal. Semakin kasar permukaan aspal yang dilalui sepeda motor, maka semakin besar pula getaran yang terjadi.

kekasaran permukaan aspal dapat mempengaruhi kenyamanan berkendara dan dalam jangka waktu tertentu dapat mempengaruhi kesehatan pengendara (Parkin And Sainte Qlucue, 2014).

Untuk memahami hal yang sudah dijabarkan diatas, dibutuhkan penelitian dan pengukuran nilai getaran yang terjadi di profil stang sepeda motor. Maka dari itu penelitian ini mengambil judul kenyamanan kendaraan dilihat dari profil getarannya. Menurut data dari AISI (Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia) di tahun 2021 penjualan sepeda motor paling banyak adalah Honda Beat series dengan nilai mencapai 2.855.654 unit, dari data tersebut motor yang dipilih adalah Honda Beat dan profil yang akan diukur getarannya adalah stang. Pengukuran getaran di profil kendaraan tidak bisa diukur dengan indra fisiologi pengendara, tetapi harus ada alat dengan *output* eksak seperti angka, dengan tujuan menghemat biaya dan untuk lebih memahami tentang spektrum penelitian ini, salah satunya adalah dilakukan perancangan atau pembuatan alat yang dapat digunakan untuk mengukur getaran, setelah data pengukuran getaran didapatkan, selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan metode statistika deskriptif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah yang didapat adalah :

1. Bagaimana cara merancang alat untuk mengukur nilai getaran di profil setang sepeda motor dengan *output* eksak ?
2. Bagaimana cara mengolah data pengukuran getaran dengan metode statistika deskriptif untuk mengetahui kenyamanan kendaraan pada profil stang sepeda motor ?

1.3 Batasan Masalah

Sebagai upaya penyelesaian masalah pada penelitian ini, ditentukan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Kendaraan yang diuji adalah 1 unit sepeda motor Honda Beat tahun 2018 dengan kondisi tidak baru.

2. Profil getaran yang diteliti dan penempatan sensor di bagian stang sepeda motor.
3. Diuji pada kecepatan 0 sampai 30 km/jam dengan waktu 24 menit.
4. Alat yang digunakan adalah sensor getaran SW-420 dengan kontroler Arduino.
5. Metode pengolahan data yang digunakan adalah statistika deskriptif.
6. Tidak membahas tentang variabel konstruksi permukaan aspal, DOF sepeda motor, material sepeda motor yang mempengaruhi getaran dan kerusakan organ akibat kelelahan berkendara.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Terdapat beberapa tujuan di penelitian atau perancangan ini, antara lain sebagai berikut :

1. Merancang alat untuk mengukur nilai getaran di profil setang sepeda motor dengan *output* eksak
2. Mengolah data pengukuran getaran dengan metode statistika deskriptif untuk mengetahui tingkatan kenyamanan kendaraan pada profil stang sepeda motor

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

1. Dapat mengetahui nilai getaran yang terjadi pada profil setang kendaraan sepeda motor.
2. Mendapatkan ilmu baru tentang bagaimana cara membuat alat untuk mengukur getaran.
3. Mendapatkan ilmu tentang penelitian menggunakan metode statistika deskriptif
4. Agar penelitian tentang spektrum hal ini menjadi luas, maka dapat dijadikan untuk bahan referensi dan penelitian lanjutan mengenai kerusakan organ akibat kelelahan berkendara, ergonomi kesehatan pada saat berkendara, DOF dari sepeda motor dan rincian material sepeda motor yang mempengaruhi getaran.

1.6 Sistematika Penulisan

1. Bab 1 Penjelasan singkat tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian mengenai kenyamanan kendaraan dilihat dari profil getarannya.
2. Bab 2 Penjelasan tinjauan pustaka dari jurnal-jurnal referensi yang dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan kenyamanan kendaraan dilihat dari profil getarannya kemudian dirumuskan ke dalam dasar teori dan digunakan untuk acuan dasar pemecahan masalah dari penelitian ini.
3. Bab 3 Menjabarkan alur dan langkah-langkah kerja dari penelitian mencakup alat dan bahan yang digunakan, perancangan alat dan pengujian alat.
4. Bab 4 Berisi tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan, kendala yang dialami dan solusi yang diambil dari kendala yang dialami
5. Bab 5 Berisi tentang kesimpulan dari seluruh proses dan hasil penelitian serta saran yang didapatkan selama proses penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Getaran dapat terjadi pada kendaraan karena adanya interaksi antara permukaan jalan dan ban sepeda motor yang melaju. Semakin kasar kondisi permukaan jalan maka semakin besar getarannya dan membuat semakin tidak nyaman. Salah satu perusahaan yang mengembangkan *software* dan *hardware* untuk mengukur getaran adalah *Dewesoft*, di artikel penelitiannya yang berjudul *Human Body Vibration Measurements on a Motorbike*, (Juni 2021) menjelaskan dampak dari getaran yang berlebih serta memaparkan bagaimana cara pengukuran yang dilakukan. Penelitian lain tentang kenyamanan kendaraan dilakukan oleh Parkin and Sainte Qlucue, (2014), di penelitian tersebut menyatakan bahwa getaran pada saat bersepeda dapat mempengaruhi kenyamanan dan dalam jangka waktu tertentu jika tidak ada penanganan dapat menyebabkan masalah kesehatan.

ISO yang berlaku di spektrum penelitian tentang kenyamanan kendaraan adalah ISO 5349 Tentang bagaimana cara mengukur getaran pada profil setang sepeda motor, ISO 2631-1 dan ISO 2631-5 tentang bagaimana mengukur getaran yang berakibat ke seluruh badan pengendara dan ISO 8041 ketentuan peralatan alat uji yang digunakan untuk mengukur getaran. Penelitian yang menggunakan standard ISO dilakukan oleh *Dewesoft* di artikelnya yang berjudul *Human Body Vibration Measurements on a Motorbike*, (Juni 2021). Pengukuran getaran pada kendaraan berdasarkan ISO memerlukan waktu yang panjang dan membutuhkan parameter yang luas. Dengan tujuan menghemat biaya dan waktu, penelitian ini tidak menggunakan standar ISO.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Getaran

Getaran adalah reaksi benda yang memiliki masa dan elastisitas terhadap aksi gerak atau gaya yang dikenai oleh benda tersebut dalam satuan interval waktu tertentu. Benda dikatakan bergetar jika benda tersebut berosilasi di sekitar titik kesetimbangannya. Getaran dikelompokkan menjadi dua, yaitu getaran bebas dan paksa (Asmara Yanto, 2018). Berikut penjelasannya :

a) Getaran Bebas

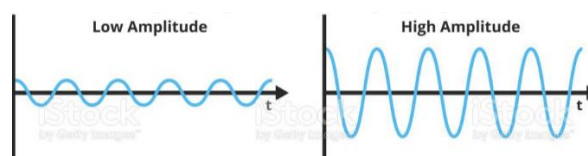
Getaran bebas adalah getaran yang terjadi karena bekerjanya gaya yang ada di dalam sistem itu sendiri. Contohnya adalah putaran motor pada kipas angin, karena sistem dari kipas angin menggunakan putaran motor untuk menghasilkan angin, putaran motor yang bekerja akan menimbulkan getaran pada bagian *body* kipas angin dimana putaran motor adalah gaya dari dalam sistem yang bekerja.

b) Getaran Paksa

Getaran paksa adalah getaran yang terjadi karena adanya pengaruh gaya dari luar. Contohnya adalah sayap pesawat yang terkena angin, dimana angin merupakan faktor dari luar yang menyebabkan getaran. Dalam kasus di penelitian ini getaran yang terjadi adalah getaran paksa, karena besar kecilnya getaran dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan yang dilintasi oleh motor tersebut dan permukaan jalan adalah gaya dari luar.

Getaran merupakan faktor yang mempengaruhi kerusakan di mesin industri dan juga mempengaruhi kenyamanan pada kendaraan, faktor yang mempengaruhi kenyamanan dalam kendaraan adalah besaran amplitudo, frekuensi dan percepatan, karena tubuh manusia dapat merespon ketiga hal tersebut (Human Body Vibration Measurement, Dewesoft, 2021).

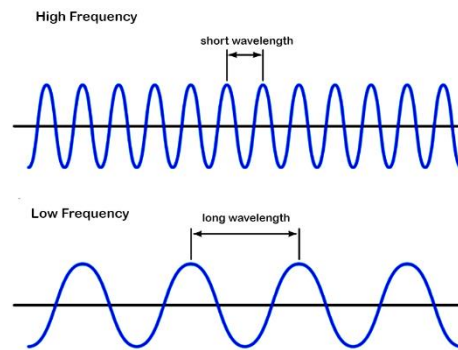
c) Amplitudo



Gambar 2. 1 Grafik Amplitudo

Amplitudo adalah jarak osilasi dari benda, benda yang bergetar mengalami perpindahan dari titik diam ke titik perpindahannya, amplitudo juga bergantung terhadap waktu dengan satuan detik, sehingga dalam pengukuran amplitudo getaran faktor yang menentukannya adalah jarak osilasi dan waktu.

d) Frekuensi



Gambar 2. 2 Grafik Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya getaran yang terjadi dalam waktu tertentu. satuan yang menentukan frekuensi adalah Hertz atau Hz. Semakin lama durasi pengukuran maka akan semakin banyak juga frekuensi getaran yang dihasilkan.

e) Percepatan

Percepatan adalah kondisi dimana benda mengalami kenaikan kecepatan dan penurunan kecepatan. sebagai contoh pengendara motor akan menambah kecepatan dan mengurangi kecepatan tergantung di kondisi tertentu. Di penelitian ini percepatan juga berarti waktu. Amplitudo atau osilasi dan frekuensi di penelitian ini bergantung terhadap percepatan atau waktu.

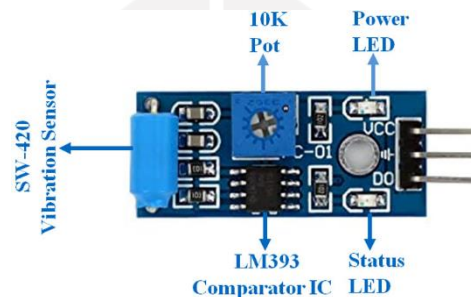
Semakin besar osilasi profil kendaraan maka semakin tidak nyaman, namun besar atau tidaknya osilasi tergantung dari percepatan, contohnya jika kita melewati polisi tidur yang jumlahnya banyak kemudian pengendara mengurangi kecepatannya maka osilasi yang dihasilkan besar, dan jika pengendara menambah kecepatan osilasi yang dihasilkan kecil.

Percepatan juga berpengaruh ke frekuensi, pengukuran di penelitian ini diberikan ketetapan jarak pengukuran, jika pengendara menempuh kendaraan dengan cepat maka pengendara tersebut tiba lebih cepat di titik penempatan jarak, yang seharusnya membutuhkan waktu 100 detik karena lebih cepat akan tiba

dalam 50 detik, dan frekuensi yang terjadi selama 50 detik, lalu pengujian selanjutnya pengendara menurunkan kecepatannya dan tiba dalam waktu 100 detik, maka frekuensi yang dihasilkan terjadi dalam 100 detik.

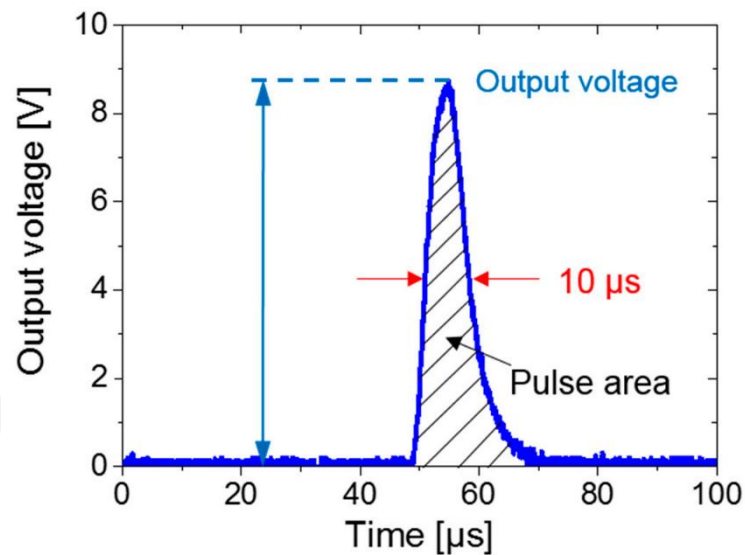
2.2.2 Sensor Getaran

Pengukuran getaran tidak bisa dilakukan oleh indra manusia, karena indra manusia tidak bisa memberikan nilai eksak yang konsisten, maka dari itu dibutuhkan sensor. Menurut D Sharon, dkk (1982) Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi mekanika dan sebagainya.



Gambar 2. 3 Sensor SW-420

Sensor getaran ada beberapa macam, mulai dari yang tingkat kepresisiannya rendah, sedang hingga tinggi yang dipakai oleh level industri. dan juga ada beberapa sensor khusus untuk mengukur berbagai macam tipe getaran, seperti *Accelerometer sensor* digunakan untuk mengukur getaran yang bersifat kejut, *Strain Sensor* digunakan untuk benda yang memiliki permukaan lengkung, *Pressure or Microphone sensor* digunakan untuk medis dan lain sebagainya. jenis sensor getaran yang dipakai di penelitian ini adalah *SW-420*, karena mudah didapatkan, harga terjangkau, memiliki sensitivitas pembacaan yang akurat dan koneksi pin serta pemrogramannya yang mudah.



Gambar 2. 4 Grafik Output Sensor SW-420

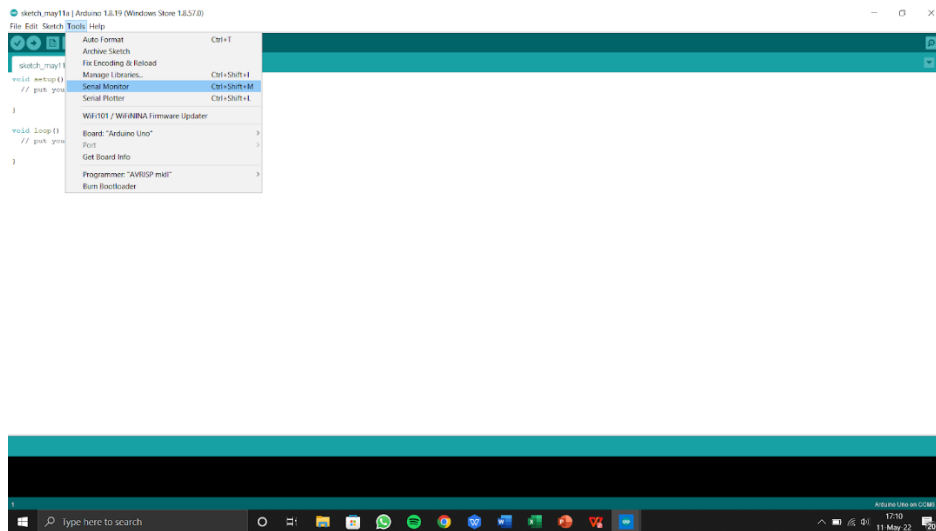
Gambar 2.3 adalah grafik sinyal pulsa tegangan dari jurnal Improvement of Pulse Voltage Generated by Wiegand Sensor Through Magnetic-Flux Guidance. Chao Yang (2017). Berdasarkan *data sheet* dari komparator LM393 sensor SW-420, *output* dari sensor SW-420 dapat digambarkan sesuai dengan gambar 2.3. Jika terjadi getaran, sensor akan mengirim data ke *serial monitor* atau *display* di laptop dalam bentuk sinyal analog berupa pulsa tegangan dengan satuan Volt atau mV, dari sinyal tersebut akan diperoleh data amplitudo dan frekuensi getaran.

2.2.3 Arduino dan Pemrograman

Arduino adalah kombinasi perangkat keras dan lunak *open source* yang berbasis mikrokontroler. Desain, manufaktur, *support electronic device and software* pada Arduino dirancang untuk kemudahan pemakaian semua orang dan semua kalangan seperti pelajar dan profesional (Modul Praktikum Mekatronika Teknik Mesin UII, 2018). Pengembangan Arduino dimulai pada tahun 2005 oleh Massimo Banzi yang juga penulis buku *Getting Started With Arduino* dan David Cuartielles di Institut ivrea, Italia. Nama Arduino dalam bahasa Italia berarti teman yang berani, penggunaan Arduino sangat populer digunakan untuk pembuatan *machine learning* yang berbasis mikrokontroler. Bahasa

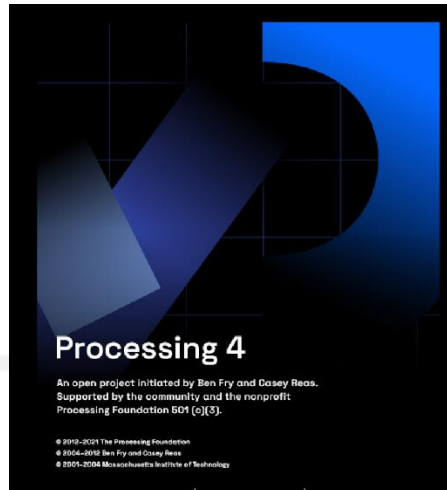
Pemrograman Arduino IDE digunakan untuk menulis program yang memiliki basis bahasa pemrograman C dan C++. C++ adalah pengembangan dari program C, pemrograman ini umum digunakan untuk pemrograman pembuatan aplikasi karena pemrograman C berbasis komputer.

2.2.4 Perangkat Lunak Penampilan data atau Display



Gambar 2. 9 Menu Display Arduino IDE Serial Plotter

Untuk mengetahui nilai pengukuran sensor dibutuhkan bantuan perangkat lunak penampilan data atau *display*, perangkat lunak *display* yang digunakan akan menampilkan sinyal digital atau analog. Gambar 2.9 menunjukkan *serial plotter Arduino IDE* untuk menampilkan atau display nilai pengukuran getaran.



Gambar 2. 10 Logo Perangkat Lunak Processing

Ada banyak perangkat lunak yang dapat digunakan untuk display, seperti *Matlab*, *Arduino IDE Serial Plotter*, *Python* dan *Processing*. Perangkat lunak display yang akan digunakan berikutnya adalah *Processing*.

2.2.5 Metode Statistika Deskriptif

Statistika mulai berkembang di era filsuf Aristoteles, pada saat itu statistika digunakan untuk mengolah data negara dan hingga saat ini, ilmu pengolahan data semakin berkembang seiring dengan majunya teknologi, seperti yang kita kenal dengan *data science*, data science adalah metode pengumpulan dan pengolahan data menggunakan pemrograman komputer. Ilmu statistika dapat dibedakan menjadi dua, yaitu statistika deskriptif dan inferensial.

Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif, statistika deskriptif adalah bidang keilmuan yang mencakup metode pengumpulan data, pengolahan data, dan visualisasi data (*Vivi Silva, Statistika Deskriptif, 2020*). Hasil pengolahan data statistika deskriptif dapat menjelaskan tentang informasi yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan di penelitian ini. berikut adalah penjelasannya :

a) Pengumpulan Data

Data adalah angka-angka atau informasi yang mengandung keterangan tentang objek tertentu. Jenis data yang ada di statistika adalah data data kualitatif

dan kuantitatif. Data kualitatif berhubungan dengan label atau nama dan data kuantitatif berhubungan dengan nomor atau numerik.

Data tidak lepas kaitannya dengan populasi dan sampel, populasi adalah keseluruhan objek yang diambil datanya, sedangkan sampel adalah sebagian dari populasi yang diambil datanya. Data juga dilihat dari cara memperolehnya, seperti data primer dengan cara melakukan penelitian sendiri untuk mendapatkan data tersebut dan data sekunder dengan cara mengkaji data dari jurnal atau penelitian sebelumnya. Di penelitian ini data yang diambil adalah gabungan data kuantitatif dan kualitatif dari populasi dengan cara melakukan penelitian sendiri untuk mendapatkan datanya (data primer).

b) Pengolahan Data

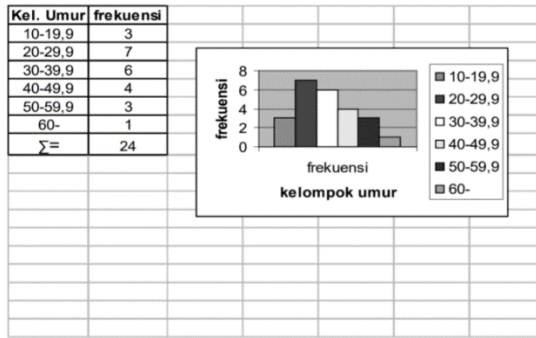
Pengolahan data adalah prosedur atau cara untuk meringkas data yang nantinya data akan mudah untuk dipahami. Pengolahan data menurut (Nugraha Setiawan, 2005) dibagi menjadi dua, yaitu gejala pemusatan dan simpangan data. Gejala pemusatan terkait dengan penentuan modus, median, persentil dan mean. Sedangkan simpangan data terkait dengan rentang maksimum dan minimum, standar deviasi dan koefisien variasi. Penggabungan keduanya disebut dengan skala analisis pengukuran data, berikut adalah contohnya :

- Skala Nominal : Modus dan Frekuensi
- Skala Ordinal : Median, Persentil dan Rentang
- Skala Interval : Mean dan Standar Deviasi
- Skala Rasio : Mean dan Koefisien Variasi

Di penelitian ini menggunakan skala interval, pengertian skala interval adalah skala numerik dimana kita bisa mengetahui urutan dan perbedaan besaran nilai antar data.

c) Visualisasi Data

Visualisasi data adalah bentuk penyajian data dengan diagram maupun tabel. Hasil visualisasi data nantinya akan dijadikan acuan untuk penarikan kesimpulan akhir.



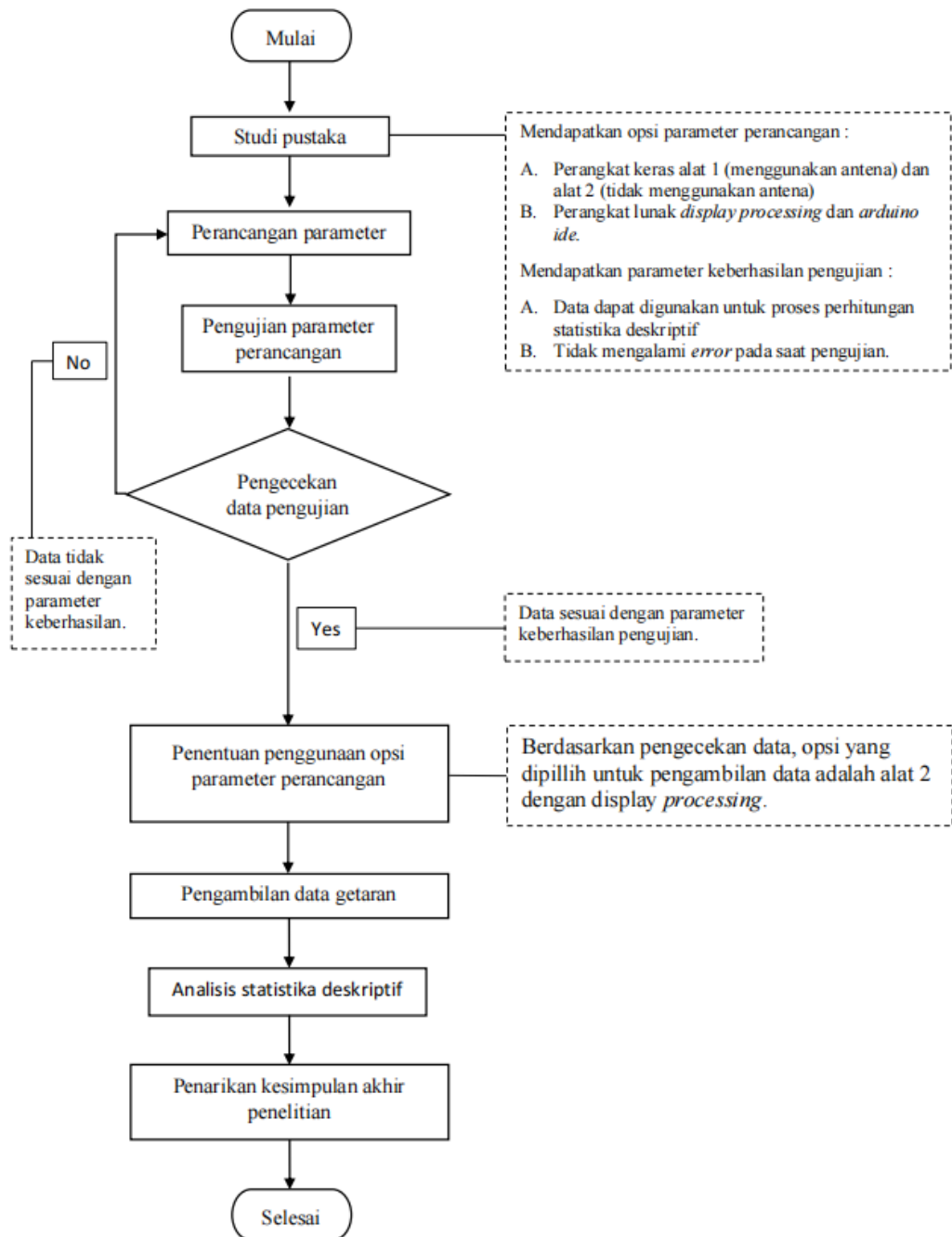
Gambar 2. 11 Visualisasi Data

Gambar 2.11 adalah contoh penyajian data, selain digunakan untuk penarikan kesimpulan, penyajian data dapat dijadikan untuk pembacaan secara detail dan efisien waktu.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Setelah melakukan studi pustaka, didapatkan parameter perancangan alat untuk mengukur getaran dan metode statistika deskriptif pengolahan data hasil pengukuran.

Metode statistika deskriptif memerlukan data kuantitatif dan kualitatif, data kuantitatif berupa responden yang melakukan pengujian getaran di profil stang sepeda motor. Data kualitatif akan di filter dan diklasifikasikan berdasarkan tabel 3.1. Tabel 3.1 adalah hasil dari penelitian klasifikasi tegangan dengan sensor SW-420 yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal dengan jurnalnya yang berjudul *Performance Analysis of the Sw-420 Vibration Sensor on Vibrating Equipment Using the Fuzzy Logic Method*.

Tabel 3. 1 Klasifikasi Nilai Tegangan Dari Output Sensor Getar SW-420

| No | Nilai Data | Hasil Klasifikasi |
|----|------------|-------------------|
| 1. | 0-299 | Very weak |
| 2. | 300-349 | Weak |
| 3. | 350-599 | Medium |
| 4. | 600-649 | Strong |
| 5. | 650-700 | Very strong |

Data kualitatif dan kuantitatif kemudian akan diolah dengan cara menghitung berapa rata-rata getaran di setiap sampel dan standar deviasinya. Hasil dari rata-rata dan standar deviasi dapat ditarik kesimpulan akhir di penelitian ini.

Untuk menghasilkan data kualitatif pengukuran getaran membutuhkan alat, alat yang akan dirancang di penelitian ini berjumlah 2 unit, yang bertujuan untuk membandingkan dan mengetahui alat mana yang hasil datanya stabil dan minim *error* untuk pengukuran getaran, karena alat yang stabil dan minim *error* akan menghasilkan data yang bagus. Untuk mempermudah proses penulisan, maka dilakukan penamaan kedua alat tersebut, yaitu alat 1 dan alat 2. Alat 1 menggunakan antena dan alat 2 tidak menggunakan antena. Alat 1 dan 2 merupakan gabungan antara perangkat keras dan lunak.

Parameter yang nantinya akan dibandingkan adalah perangkat keras menggunakan antena dan tidak menggunakan antena terhadap perangkat lunak *display Processing* dan *Arduino IDE*.

3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan di penelitian ini dibagi menjadi dua berdasarkan alat yang dirancang, yaitu komponen perangkat keras dan perangkat lunak alat 1 dan 2.

Tabel 3. 2 Komponen Alat 1

| Komponen Alat 1 | Fungsi |
|---------------------------------------|--|
| 1. Perangkat lunak <i>Arduino IDE</i> | Untuk penulisan program yang akan dijalankan dan juga untuk <i>display</i> pengukuran getaran dengan menggunakan menu serial |
| 2. Perangkat lunak <i>Processing</i> | untuk <i>display</i> pengukuran getaran |
| 3. Arduino | Sebagai alat pengendali dan memproses program yang telah ditulis |
| 4. Sensor getaran sw-420 | Mendeteksi dan mengukur getaran |
| 5. Kabel jumper | Sebagai koneksi antar perangkat keras |
| 6. Antenna NRF24L01 | Untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2.4 GHz |
| 7. Power supply | Sebagai sumber listrik komponen |
| 8. Printed circuit board | Sebagai jalur koneksi untuk menyusun komponen yang ada di <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i> |
| 9. Laptop | Sebagai Display pengukuran |

Tabel 3. 3 Komponen Alat 2

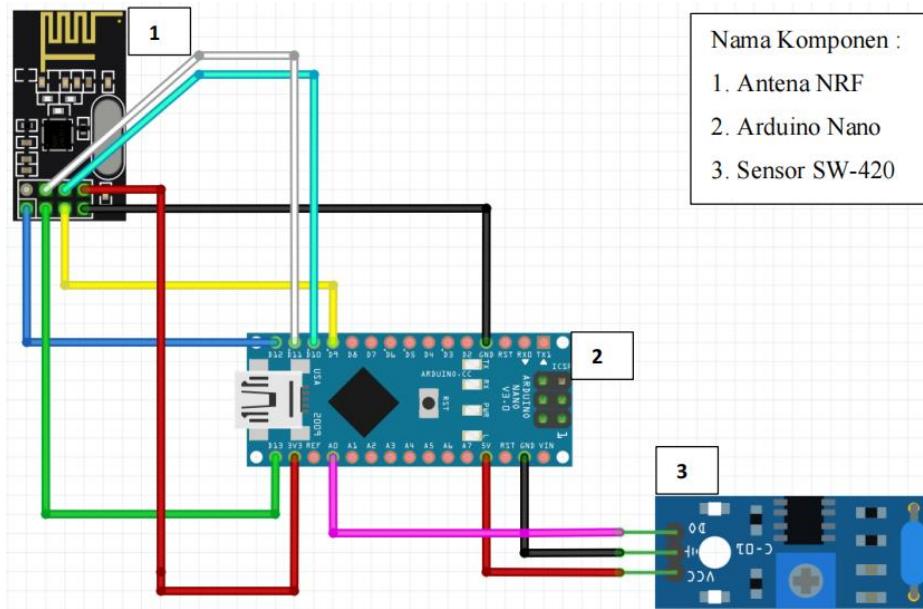
| KOMPONEN ALAT 2 | FUNGSI |
|---------------------------------------|--|
| 1. Perangkat lunak <i>Arduino IDE</i> | Untuk penulisan program yang akan dijalankan dan juga untuk <i>display</i> pengukuran getaran dengan menggunakan menu serial |
| 2. Perangkat lunak <i>Processing</i> | untuk <i>display</i> pengukuran getaran |
| 3. Arduino | Sebagai alat pengendali dan memproses program yang telah ditulis |
| 4. Sensor getaran sw-420 | Mendeteksi dan mengukur getaran |
| 5. Kabel jumper | Sebagai koneksi antar perangkat keras |
| 6. Power supply | Sebagai sumber listrik komponen |
| 7. Laptop | Sebagai <i>Display</i> pengukuran |

3.3 Perancangan

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras Alat 1 dan Alat 2

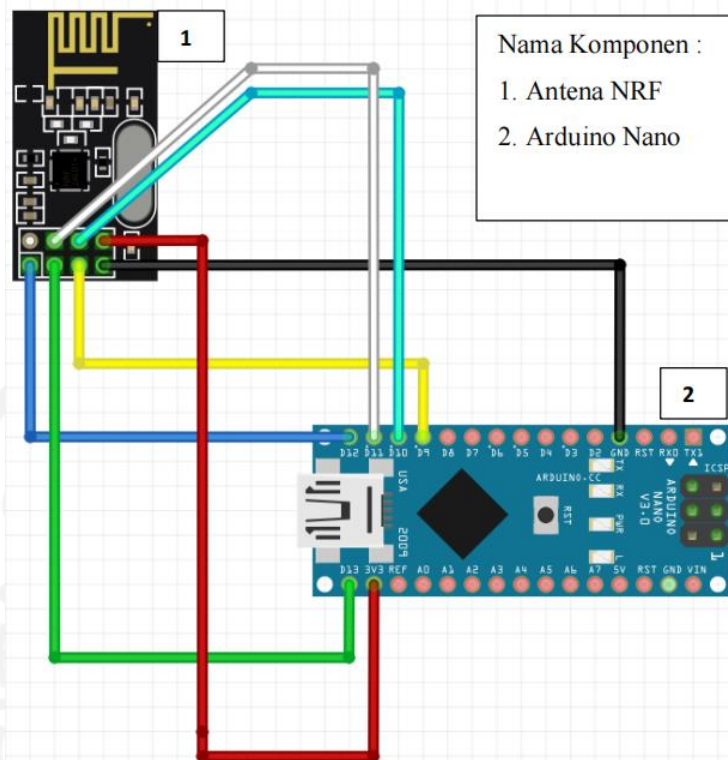
Alat 1 adalah alat yang menggunakan antena yang dapat berkomunikasi dengan sinyal *wireless* dengan jarak tertentu, atau sistem ini sering disebut dengan istilah *Transmitter* dan *Receiver*. Komponen alat 1 dirakit dengan menggunakan papan *PCB* untuk mempersimpel bentuknya dan hasil akhir perakitan tersebut akan membentuk sistem mekatronika yang disebut *transmitter* dan *receiver*. Koneksi pin antar komponen baik di komponen *Transmitter* maupun *Receiver* semuanya menyambung ke Arduino, karena Arduino sebagai pusat kontrol dari jalannya perintah yang diberikan program. Maka dari itu komponen selain Arduino disebut komponen pendukung. Diagram rangkain skematik komponen pendukung ke arduino baik di *Transmitter* maupun *Receiver* digambar dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Fritzing* dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.4. Komponen tersebut kemudian dirakit dengan

menggunakan jalur koneksi dari PCB, kecuali koneksi sensor dengan arduino menggunakan kabel yang bertujuan untuk lebih mudah penempatan sensornya di profil kendaraan.



Gambar 3. 2 Rangkaian Skematik Alat 1 Transmitter

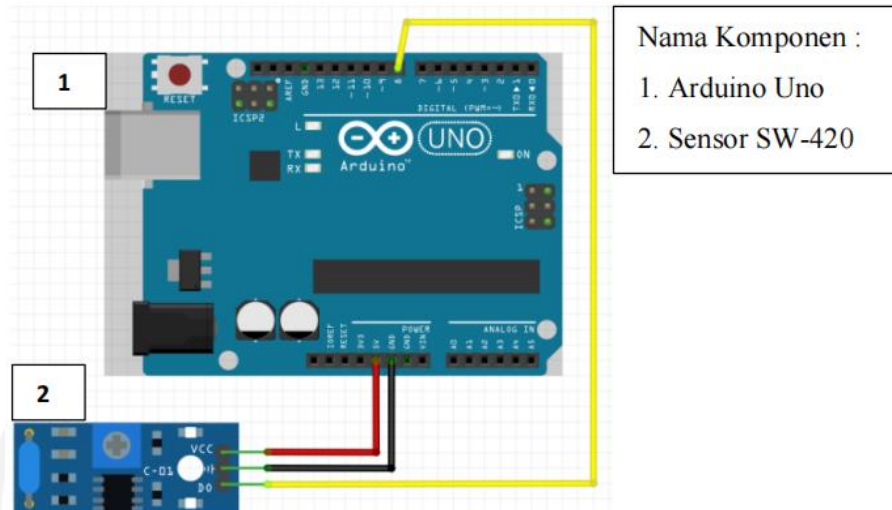
Transmitter adalah perangkat keras yang dibuat untuk membaca getaran, menerima data dan mengirim data. *Transmitter* terdiri dari beberapa komponen seperti *Arduino* sebagai main part atau mikrokontrolernya, antena NRF sebagai serial komunikasi pengiriman data ke *Receiver* dan sensor getaran yang terpasang di *Arduino Transmitter* sebagai alat untuk mengukur nilai getaran. Komponen-komponen tersebut dirangkai menjadi satu, kemudian program diinstal ke *Arduino Transmitter*, sehingga komponen-komponen tersebut dapat bekerja sesuai input program yang diberikan.



Gambar 3. 3 Rangkaian Skematik Alat 1 Receiver

Receiver adalah perangkat keras yang dibuat untuk menerima data dari *Transmitter*, *Receiver* juga terhubung dengan laptop, sehingga data yang diterima *Receiver* dapat dibaca secara *real time* berupa grafik nilai getaran. *Receiver* terdiri dari beberapa komponen seperti *Arduino Nano* sebagai main part dan *antena NRF* sebagai serial komunikasi penerima data dari *Transmitter*. komponen tersebut dirangkai menjadi satu, kemudian program diinstal ke *Arduino Nano Receiver*, sehingga komponen-komponen tersebut dapat bekerja sesuai input program yang diberikan.

Alat 2 adalah alat yang tidak menggunakan antena, maka dari itu pengukuran tidak dilakukan dengan menggunakan bantuan sinyal *wireless*. Skema rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik Alat 2

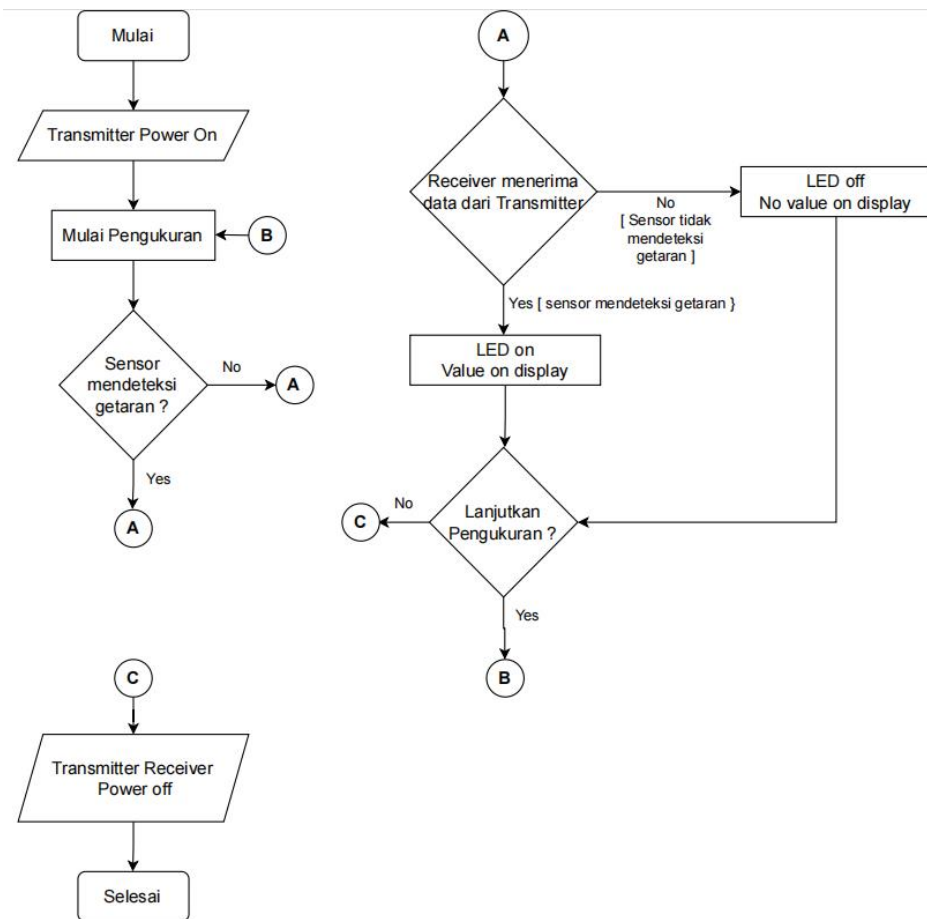
Koneksi pin sensor *SW-420* menyambung ke *Arduino*, karena *Arduino* sebagai pusat kontrol dari jalannya perintah yang diberikan program. Maka dari itu komponen selain *Arduino* disebut komponen pendukung. Sensor *SW-420* kemudian dirakit, *Power supply* yang digunakan adalah laptop. Pada alat 2 *Arduino* yang digunakan *Arduino Uno*,

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak Alat 1 dan Alat 2

Perancangan perangkat lunak alat 1 dan terdapat dua tahapan, tahapan pemrograman dan pengaturan *display*. Tahapan pemrograman membutuhkan bantuan perangkat lunak untuk menulis program dan tahapan pengaturan *display* juga membutuhkan perangkat lunak. Berikut adalah penjelasan kedua tahapan tersebut :

a) Tahapan Pemrograman Alat 1 dan Alat 2

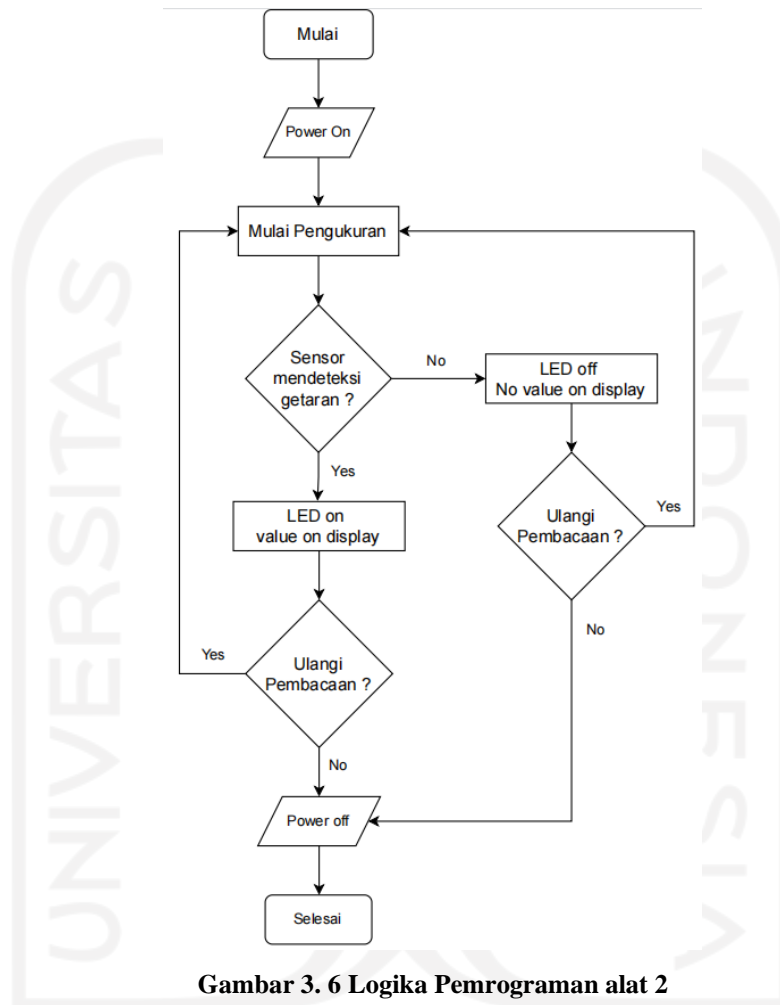
Pemrograman digunakan untuk memberikan perintah yang akan dijalankan oleh perangkat keras. Pembuatan program di alat 1 membutuhkan dua program untuk *Transmitter* dan *Receiver*. Program ditulis dengan bantuan perangkat lunak *Arduino IDE*. Contoh logika pemrograman alat 1 dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Logika Pemrograman alat 1 Transmitter dan Receiver

Pada saat sensor melakukan pengukuran dan jika terdeteksi getaran maka *LED* akan menyala dan jika sensor tidak mendeteksi getaran *LED* akan mati, kondisi *LED* menyala dan mati di sensor akan menghasilkan nilai dengan cara kondisi tersebut diproses di *transmitter* kemudian *transmitter* akan mengirim kondisi tersebut ke *receiver* melalui sinyal antenna, *receiver* yang terkoneksi dengan laptop akan mengubah kondisi tersebut menjadi sebuah nilai atau data, jika kondisi *LED* menyala maka akan menampilkan nilai grafik di penampilan atau *display* di laptop dan jika kondisi *LED* mati maka penampilan data di laptop tidak ada. Proses ini akan terus berulang hingga *transmitter* atau *receiver* dalam kondisi *Off*.

Pembuatan program di alat 2 membutuhkan 1 program. Program ditulis dengan bantuan perangkat lunak *Arduino IDE*. Contoh logika pemrograman alat 2 dapat dilihat pada gambar 3.6.



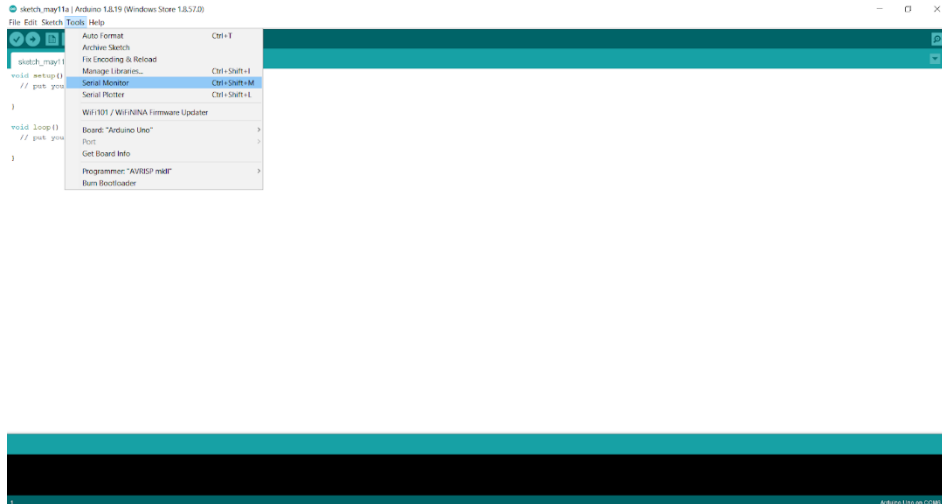
Gambar 3. 6 Logika Pemrograman alat 2

Pada prinsipnya pemrograman di alat 2 sama dengan alat 1, namun di alat 2 tidak menggunakan *system transmitter* dan *receiver* atau antena sebagai pengiriman data. Pengiriman data menggunakan kabel dan langsung diproses di *display*.

b) Tahapan Pengaturan Penampilan Data atau *Display* Alat 1 dan Alat 2

Di penelitian ini data yang dibutuhkan adalah nilai dan grafik amplitudo dan frekuensi tegangan sinyal analog yang dapat dilihat di *display Arduino IDE* dan *Processing*. *Display* yang digunakan di penelitian ini menggunakan dua *display*,

yang bertujuan untuk membandingkan mana yang lebih bagus dalam hal pengukuran getaran.



Gambar 3. 7 Menu Penampilan data atau *display* Arduino IDE

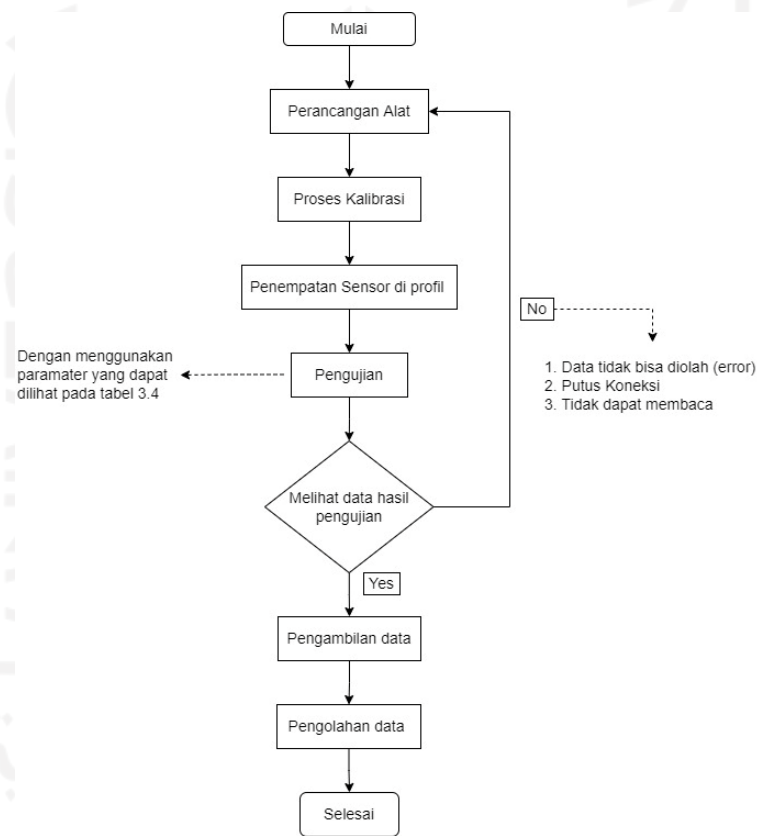
Gambar 3.7 adalah *display* Arduino IDE, selain digunakan untuk pemrograman, juga dapat dijadikan sebagai *display* hasil pengukuran sensor. Di menu *serial plotter* untuk menampilkan hasil berupa grafik dan *serial monitor* untuk menampilkan data berupa data analog dan digital 0/1.



Gambar 3. 8 Menu Penampilan data atau *display* Processing

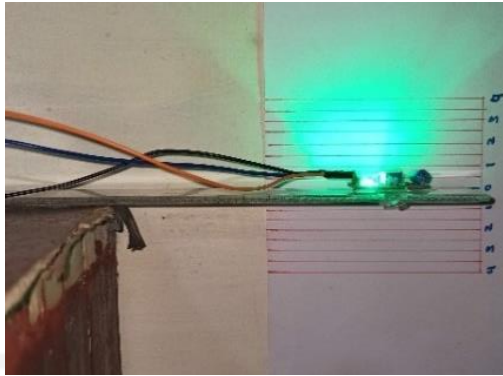
Gambar 3.8 adalah tampilan atau *display processing*, selain menggunakan *display Arduino IDE*, penelitian ini juga menggunakan *display Processing*. Pembacaan *processing* dapat melakukan pembacaan dengan *output* grafik dan angka tegangan. Tidak seperti *Arduino IDE* yang tampilannya tidak dapat diatur, pada *Processing* tampilannya dapat diatur. Di *Arduino IDE* serial pembacaan atau COM dapat langsung tersambung setelah memasang kabel USB, pada *Processing* membutuhkan program untuk hal tersebut, istilah program yang sering digunakan adalah memanggil COM yang aktif.

3.4 Metode Pengujian



Gambar 3. 9 Diagram Alir Pengujian

Gambar 3.9 adalah gambar diagram alir atau urutan pengujian, hasil dari pengujian dapat dijadikan untuk penarikan kesimpulan penggunaan alat untuk mengambil data getaran pada profil stang sepeda motor.



Gambar 3. 10 Proses Kalibrasi

Sebelum melakukan pengujian alat atau pengambilan data alat 1 dan 2, sebelumnya alat 1 dan 2 dilakukan proses kalibrasi yang terlihat pada gambar 3.10. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk mengukur keakuratan pembacaan sensor dan apakah sesuai dengan dasar teori mengenai prinsip frekuensi dan amplitudo. Proses kalibrasi menggunakan metode bantuan penggaris. Sensor ditempel pada ujung penggaris, kemudian penggaris dikenai beban dari atas dan kemudian beban itu dilepaskan maka penggaris akan beresilasi.

Berikut adalah parameter pengujian yang ditampilkan pada tabel 3.4. Pengujian dilakukan terhadap alat 1 dan alat 2.

Tabel 3. 4 Parameter Pengujian Alat 1 dan Alat 2

| No | Parameter Pengujian | Keterangan |
|----|---------------------|--|
| 1. | Kecepatan | 0-30 km/ jam. |
| 2. | Waktu pengujian | 6 Menit (3 menit display Arduino IDE dan 3 menit display Processing) |
| 3. | Motor | Honda Beat Tahun 2018 |
| 4. | Profil yang diuji | Stang |

| | | |
|----|-------------------------|--|
| 5. | Kondisi permukaan jalan | Kasar |
| 6. | lokasi pengujian | di Boulevard UII  |

Gambar 3. 11 Permukaan Jalan

Kecepatan berkendara maksimal adalah 30 km/jam, naik turunnya kecepatan tergantung dari kondisi lalu lintas jalan. Waktu pengujian adalah 6 menit (3 menit *display Arduino IDE* dan 3 menit *display Processing*), dalam waktu 6 menit akan menghasilkan 4 data pengukuran getaran (2 data *display Arduino IDE* dan 2 data *display Processing*).



Gambar 3. 12 Setup Pengujian Alat 1 Transmitter

Gambar 3.12 adalah gambar *setup* penempatan *transmitter* dan sensor dari alat 1 yang menggunakan antenna. Setelah pengendara mengendarai motor dan jika terjadi getaran maka sensor mengirim data ke *transmitter*, kemudian

transmitter akan mengirim data dengan menggunakan antena dan data tersebut akan diterima di *receiver* yang dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Setup Pengujian Alat 1 Receiver

Gambar 3.13 adalah *setup* atau proses penerimaan data di *receiver* yang dikirim oleh *transmitter*, selanjutnya data tersebut akan ditampilkan dan disimpan di laptop.



Gambar 3. 14 Setup Pengujian Alat 2

Gambar 3.14 adalah *setup* pengambilan data dengan menggunakan alat 2 atau alat yang tidak menggunakan antena. Karena pengiriman data tidak menggunakan antena atau langsung terkoneksi di laptop dengan menggunakan kabel *USB*, maka orang kedua sebagai pembonceng bertugas untuk melihat dan mengatur data dengan menggunakan laptop.

3.5 Pengambilan data

Setelah dilakukan proses pengujian maka dapat diketahui alat mana dan penggunaan penampilan data atau display mana yang minim *error*. Berikut adalah parameter pengambilan data yang ditampilkan pada tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Parameter Pengambilan Data

| No | Parameter Pengambilan Data | Keterangan |
|----|----------------------------|--|
| 1. | Kecepatan | 0-30 km/ jam. |
| 2. | Waktu pengujian | 12 menit (menghasilkan 5 data) |
| 3. | Motor | Honda Beat Tahun 2018 |
| 4. | Profil yang diuji | Stang |
| 5. | Kondisi permukaan jalan | Kasar |
| 6. | lokasi pengambilan data | di Boulevard UII  |

Gambar 3. 15 Permukaan Jalan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Setelah penjelasan proses perancangan alat, gambar 4.1, 4.2 dan 4.3 adalah contoh penampakan alat hasil dari perancangan.



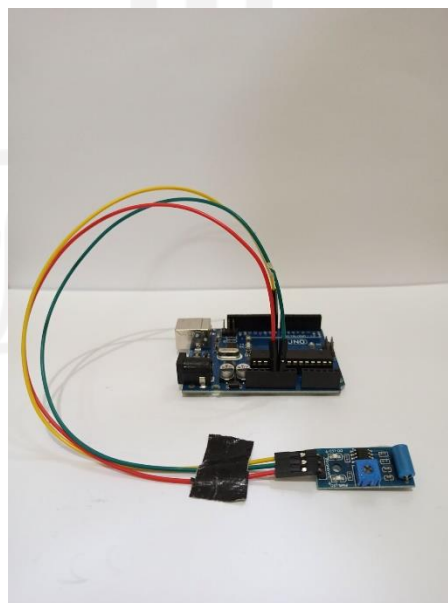
Gambar 4.1 Alat 1 Transmitter

Gambar 4.1 adalah gambar penampakan dari hasil perancangan *Transmitter*, dengan rangkaian *Arduino* sebagai main part atau mikrokontrolernya, antena *NRF* sebagai serial komunikasi pengiriman data ke *Receiver* dan sensor getaran yang terpasang di *Arduino Transmitter* sebagai alat untuk mengukur nilai getaran. Komponen-komponen tersebut dirangkai menjadi satu yang terlihat pada gambar 4.1. Kemudian program diinstal ke *Arduino Transmitter*, sehingga komponen-komponen tersebut dapat bekerja sesuai input program yang diberikan.



Gambar 4. 2 Alat 1 Receiver

Gambar 4.2 adalah gambar penampakan dari hasil perancangan *Receiver*. Dengan rangkaian komponen *Arduino Nano* sebagai main part dan *antena NRF* sebagai serial komunikasi penerima data dari *Transmitter*. komponen tersebut dirangkai menjadi satu yang terlihat pada gambar 4.2. Kemudian program diinstal ke *Arduino Nano Receiver*, sehingga komponen-komponen tersebut dapat bekerja sesuai input program yang diberikan.



Gambar 4. 3 Alat 2 Tanpa Antena

Gambar 4.3 adalah gambar penampakan dari hasil perancangan alat 2, dengan rangkaian *Arduino* sebagai main part atau mikrokontrolernya, dan sensor SW 420 sebagai sensor pendeteksi getaran. Serial komunikasi ke penampil data getaran menggunakan kabel *USB*.

4.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian alat 1 (menggunakan antenna) dan alat 2 (tidak menggunakan antenna) ditampilkan di dua perangkat lunak *Processing* dan *Arduino IDE*. Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil pengujian seperti yang dijelaskan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Alat 1

| Perangkat Keras | Perangkat Lunak <i>Display</i> | |
|--------------------------------|---|---|
| | Arduino Ide | Processing |
| Alat 1 (Menggunakan Antena) | Penampilan data tidak bagus, karena pembacaan terputus. | Penampilan data tidak bagus, karena pembacaan terputus dan pembacaan mengalami pengulangan. |

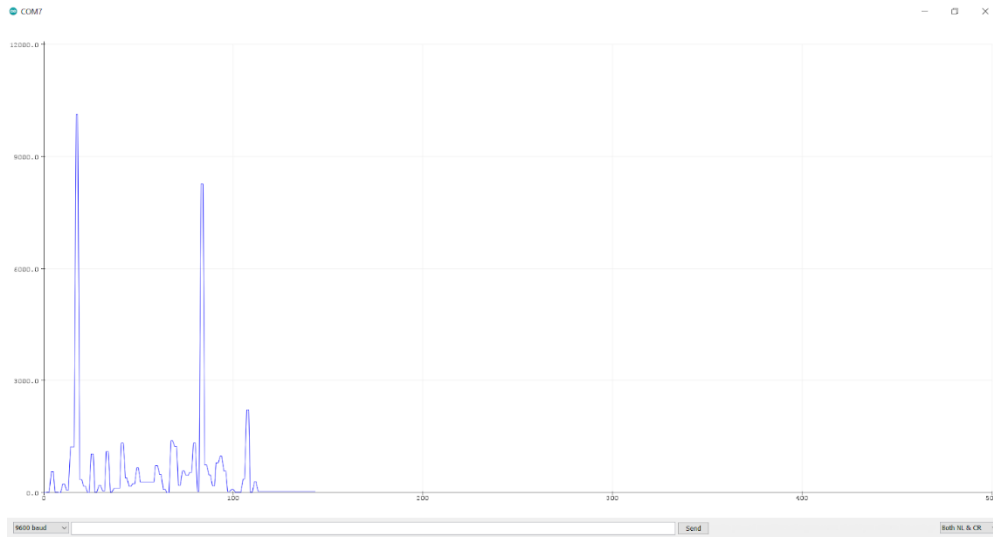
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat 2

| Perangkat Keras | Perangkat Lunak <i>Display</i> | |
|--------------------------------------|---|--|
| | Arduino Ide | Processing |
| Alat 2 (Tidak Menggunakan Antena) | Penampilan data cukup bagus, namun tidak dapat melakukan pembacaan dengan output angka tegangan dan grafik tegangan secara bersamaan. | Penampilan data bagus, karena pembacaan tidak terputus, tidak mengalami pengulangan dan dapat melakukan pembacaan dengan output angka tegangan dan grafik tegangan secara bersamaan. |

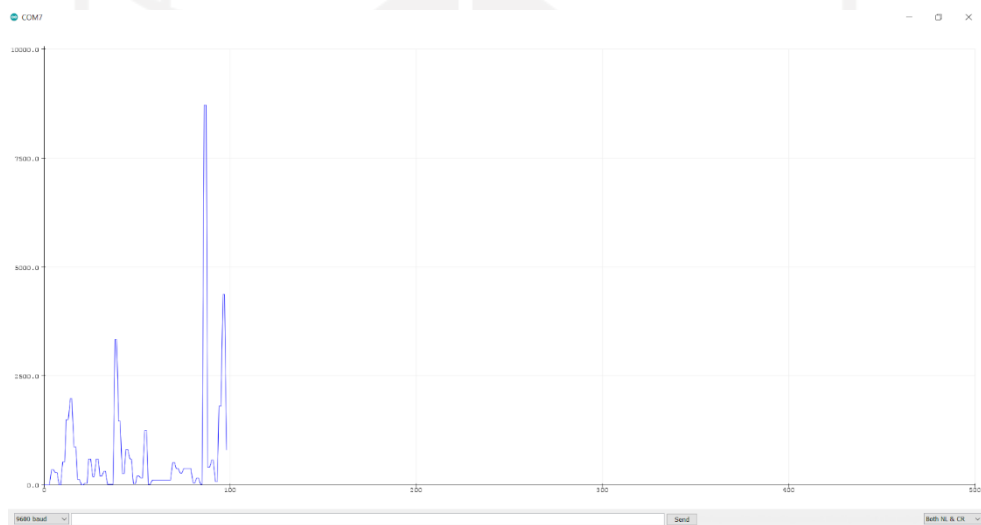
Alat yang hasil datanya stabil dan minim *error* untuk pengukuran getaran adalah alat 2 dengan *display* perangkat lunak *Processing*. Hasil dari alat 2 dengan *display* perangkat lunak *Processing* tidak hanya grafik tegangan, namun juga angka tegangan. Grafik muncul berdasarkan dari nilai angka tegangan, maka dari itu angka teganganlah yang dapat memberikan informasi yang lebih rinci. Untuk penampilan lebih detail grafik hasil pengujian dapat dilihat pada sub bab 4.2.1 dan sub bab 4.2.2.

4.2.1 Hasil Pengujian Alat 1 dan Alat 2 *Display Arduino IDE*

Grafik yang dihasilkan adalah ukuran dari puncak amplitudo tegangan (mV) dari output sensor SW-420 setiap kali bergetar, nilai besar atau kecilnya amplitudo dapat dibaca di sumbu Y. Sedangkan sumbu X adalah banyaknya frekuensi dari amplitudo di setiap detik pengukuran. Amplitudo di hasil penelitian ini adalah jarak osilasi dari stang sepeda motor, Stang sepeda motor yang bergetar atau berisolasi mengalami perpindahan dari titik diam ke titik perpindahannya. Kondisi stang sama dengan kondisi sensor SW-420, kemudian sensor akan membaca kondisi tersebut dan menghasilkan data pengukuran getaran.

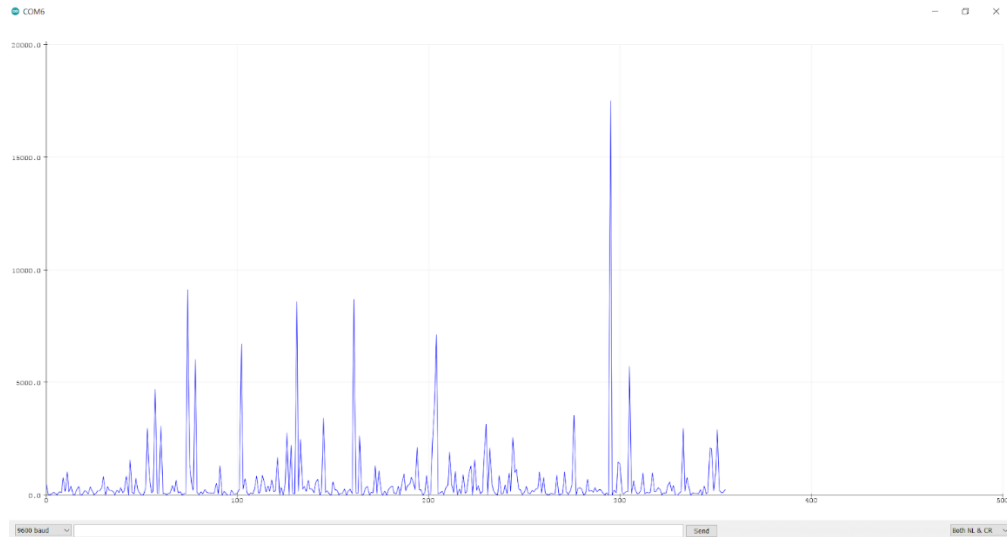


Gambar 4. 4 Grafik Hasil Alat 1 Pengujian ke-1

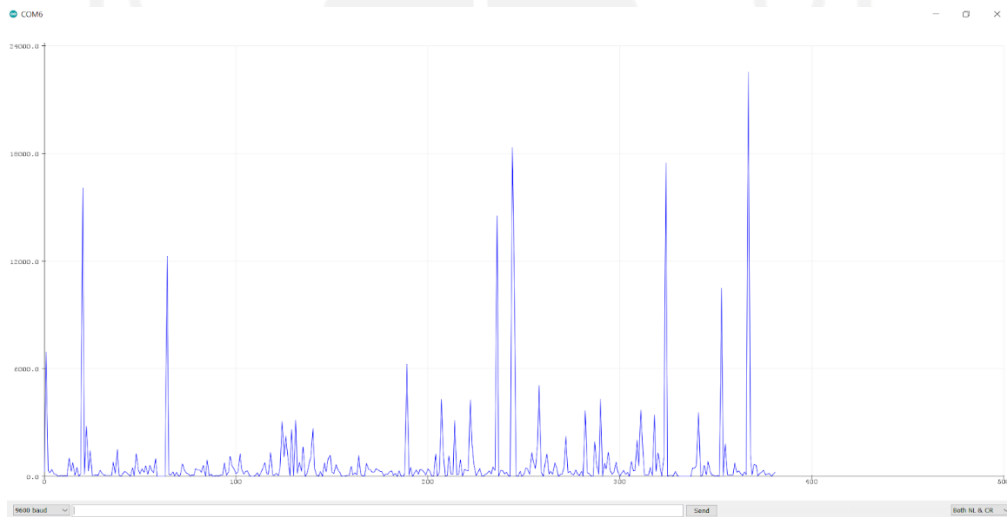


Gambar 4. 5 Grafik Hasil Alat 1 Pengujian ke-2

Gambar 4.4 dan 4.5 adalah data dari alat yang menggunakan antena, menampilkan hasil tidak bagus. Grafik yang dihasilkan pada awalnya bagus, namun setelah jarak sekitar 10 meter koneksi antara *receiver* dan *transmitter* terputus dan tidak dapat melakukan pembacaan.



Gambar 4. 6 Grafik Hasil Alat 2 Pengujian ke-3

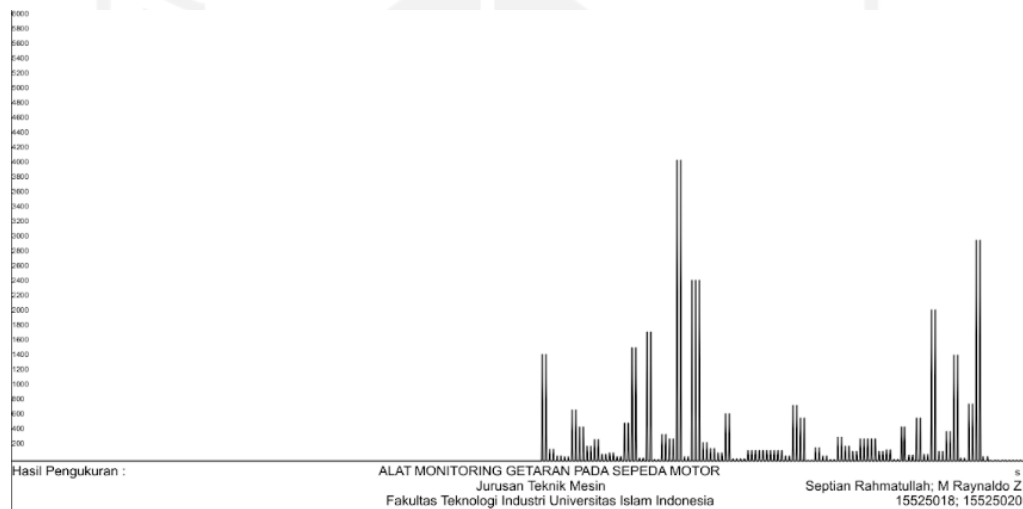


Gambar 4. 7 Grafik Hasil Alat 2 Pengujian ke-4

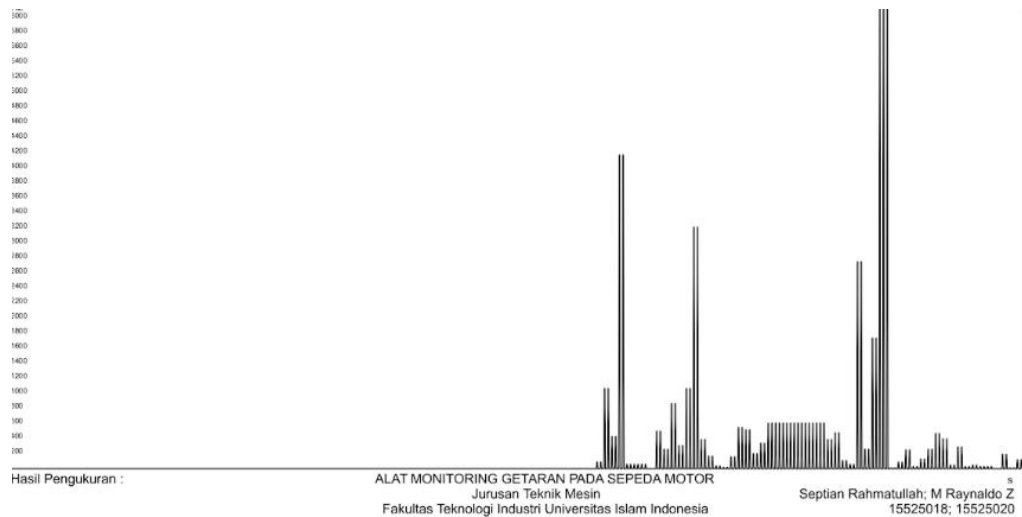
Grafik 4.6 dan 4.7 adalah data dari alat yang tidak menggunakan antena, menampilkan hasil cukup bagus. Hasil pembacaan tidak terputus, karena koneksi menggunakan kabel lebih stabil dibandingkan dengan antena. Namun *Arduino IDE* tidak dapat melakukan pembacaan dengan output angka tegangan dan grafik tegangan secara bersamaan.

4.2.2 Hasil Pengujian Alat 1 dan Alat 2 *Display Processing*

Grafik yang dihasilkan adalah ukuran dari puncak amplitudo tegangan (mV) dari output sensor SW-420 setiap kali bergetar, nilai besar atau kecilnya amplitudo dapat dibaca di sumbu Y. Sedangkan sumbu X adalah banyaknya frekuensi dari amplitudo di setiap detik pengukuran. Amplitudo di hasil penelitian ini adalah jarak osilasi dari stang sepeda motor, Stang sepeda motor yang bergetar atau berisolasi mengalami perpindahan dari titik diam ke titik perpindahannya. Kondisi stang sama dengan kondisi sensor SW-420, kemudian sensor akan membaca kondisi tersebut dan menghasilkan data pengukuran getaran.

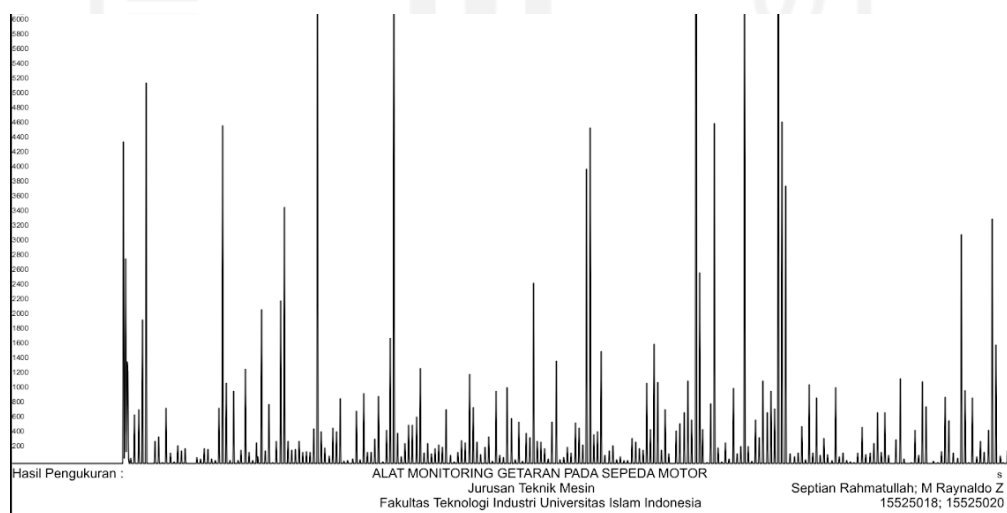


Gambar 4. 8 Grafik Hasil Alat 1 Pengujian ke-5

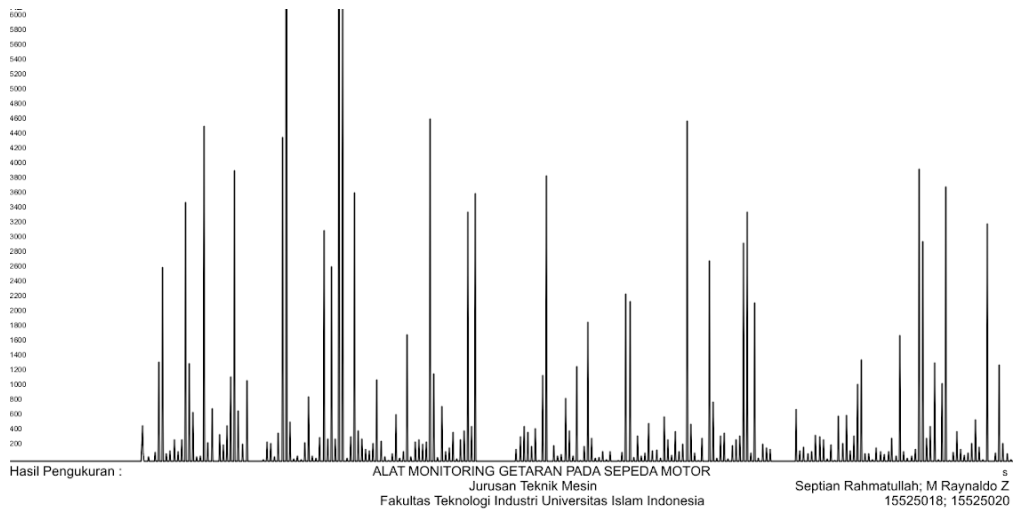


Gambar 4. 9 Grafik Hasil Alat 1 Pengujian ke-6

Gambar 4.8 dan 4.9 adalah data dari alat yang menggunakan antena, menampilkan hasil tidak bagus. Selain pembacaan terputus, pembacaan yang muncul di grafik mengalami pengulangan sebanyak dua kali atau lima kali, contohnya jika nilai tegangan yang dihasilkan adalah 500 mV maka garis grafik melakukan pembacaan dua atau lima kali dengan nilai 500 mV dan setelah itu nilai baru akan berubah.



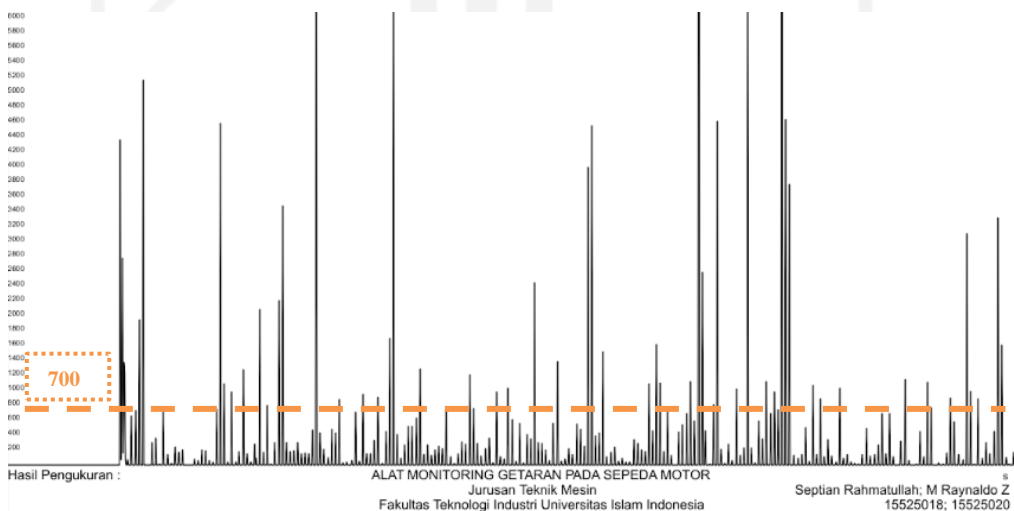
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Alat 2 Pengujian ke-7



Gambar 4. 11 Grafik Hasil Alat 2 Pengujian ke-8

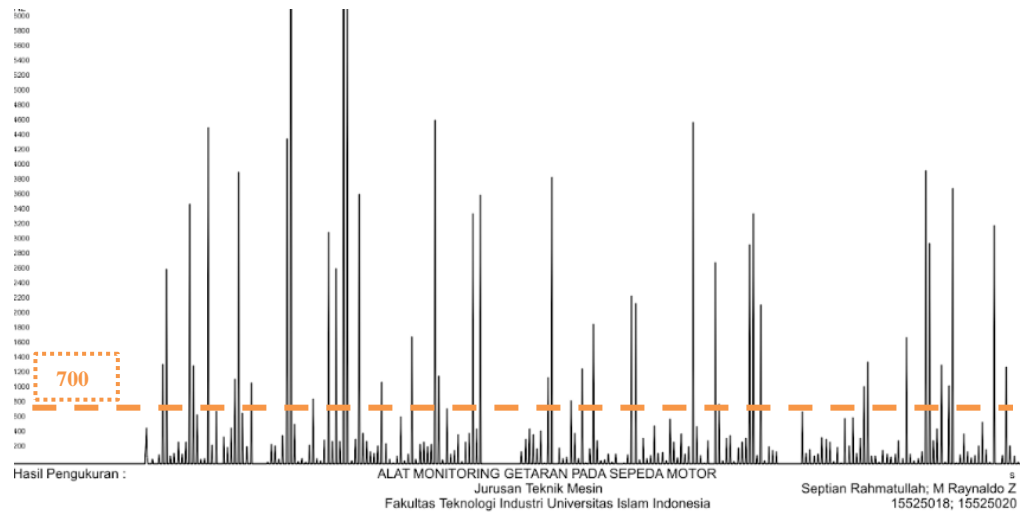
Gambar 4.10 dan 4.11 adalah data dari alat yang tidak menggunakan antena, menampilkan hasil bagus. Alat 2 di display *Processing* tidak mengalami kendala-kendala yang terjadi di pembahasan di atas, yaitu tidak mengalami putus koneksi dan *Processing* dapat melakukan pembacaan dengan *output* angka tegangan dan grafik tegangan secara bersamaan.

4.3 Hasil Pengambilan Data

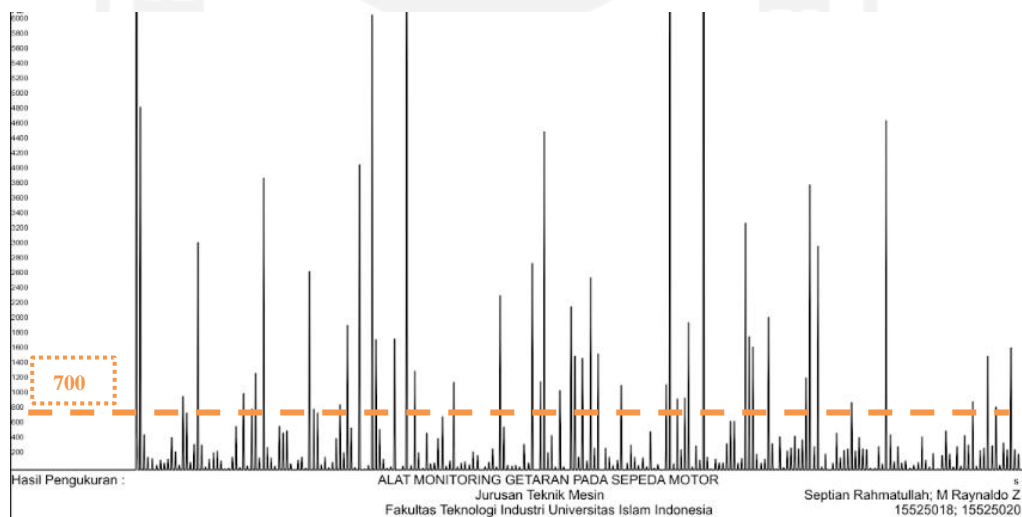


Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengambilan Data Getaran ke-1

Gambar 4.12 adalah hasil pengambilan data ke-1 yang dilakukan, dengan hasil relatif banyak data *error* atau melebihi 700 mV. Nilai grafik relatif banyak data *error* karena kondisi lalu lintas relatif ramai, sehingga kecepatan berkendara diperlambat dan getaran yang terjadi akan relatif besar.

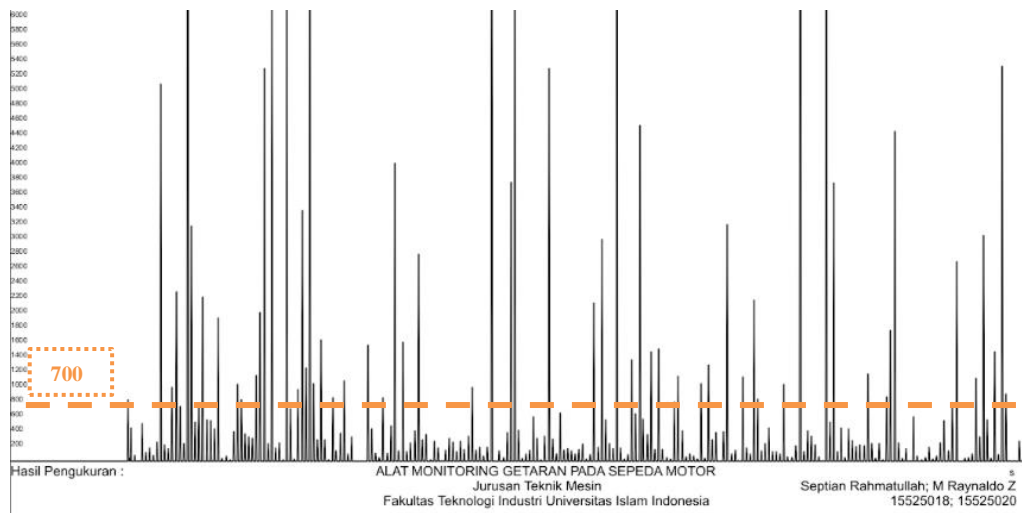


Gambar 4. 13 Grafik Hasil Pengambilan Data Getaran ke-2

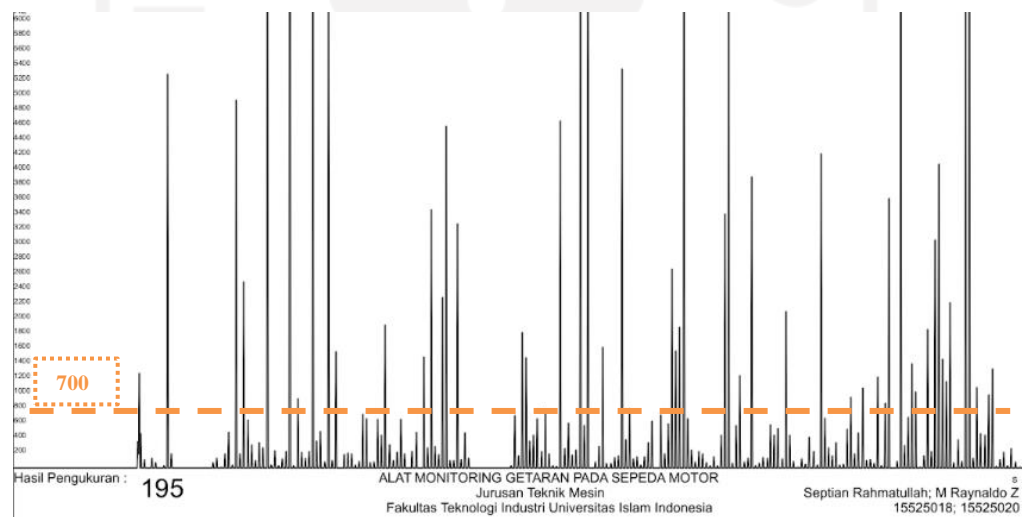


Gambar 4. 14 Grafik Hasil Pengambilan Data Getaran ke-3

Gambar 4.13 dan 4.14 adalah hasil pengambilan data ke-2 dan ke-3 yang dilakukan, dengan hasil tidak banyak data *error* atau tidak melebihi 700 mV. Nilai grafik tidak banyak data *error* karena kondisi lalulintas sepi, sehingga kecepatan berkendara dipercepat dan getaran yang terjadi akan semakin kecil.



Gambar 4. 15 Grafik Hasil Pengambilan Data Getaran ke-4



Gambar 4. 16 Grafik Hasil Pengambilan Data Getaran ke-5

Gambar 4.15 dan 4.16 adalah hasil pengambilan data ke-4 dan ke-5 yang dilakukan, dengan hasil paling banyak data error atau melebihi 700 mV. Nilai grafik paling banyak data error karena kondisi lalu lintas lebih ramai daripada pengambilan data sebelumnya, sehingga kecepatan berkendara semakin diperlambat dan getaran yang terjadi akan semakin tinggi nilainya.

Dari penjelasan hasil pengambilan data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a) data yang tidak banyak error adalah data percobaan ke-2 dan ke-3.
- b) data dengan jumlah error sedang berada di percobaan ke-1.
- c) data yang paling banyak terdapat jumlah error berada di percobaan ke-4 dan ke-5.

Hasil data tergantung dari kondisi yang paling banyak menyebabkan getaran, karena yang akan diambil adalah getaran pada profil stang sepeda motor, kondisi yang paling banyak menyebabkan getaran yaitu kondisi permukaan jalan, kondisi lalu lintas dan kondisi atau percepatan berkendara. Kondisi mesin pada saat pengujian tidak menyebabkan getaran yang signifikan.

Pada saat lalulintas sepi maka percepatan akan bertambah dan getaran yang dihasilkan akan semakin rendah. Getaran yang dihasilkan rendah atau tidaknya juga tergantung pada permukaan jalan, jika kondisi permukaan jalan kasar akan menghasilkan getaran sesuai dengan permukaan jalan kasar, yaitu lebih tinggi daripada kondisi permukaan halus, Namun pengujian ini dilakukan di permukaan jalan kasar untuk memperoleh data getaran di jalan dengan permukaan kasar.

Data juga dapat dikatakan error karena melebihi 700 mV, penetapan nilai 700 berdasarkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal dengan jurnalnya yang berjudul Performance Analysis of the Sw-420 Vibration Sensor on Vibrating Equipment Using the Fuzzy Logic Method dan *data sheet* dari komparator sensor SW-420. Hasil klasifikasi yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal digunakan untuk menentukan apakah getaran yang dihasilkan masuk ke dalam golongan tingkatan lemah, medium atau strong dan kemudian akan dilakukan pengolahan data getaran yang lebih detail dengan menggunakan metode statistika deskriptif yang akan dibahas di bab 4.4.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Metode analisis yang digunakan di penelitian ini adalah metode analisis statistika deskriptif. Tahapan awal adalah menyaring data.

Tabel 4. 3 File Pengambilan Data

| Name | Date modified | Type | Size |
|------|-----------------|---------------|------|
| 1 | 19-Apr-22 21:08 | Text Document | 2 KB |
| 2 | 19-Apr-22 21:12 | Text Document | 2 KB |
| 3 | 19-Apr-22 21:15 | Text Document | 2 KB |
| 4 | 19-Apr-22 21:17 | Text Document | 2 KB |
| 5 | 19-Apr-22 21:20 | Text Document | 2 KB |

Tabel 4.3 adalah file data yang disimpan di notepad dan history waktu dan tanggal pengambilan data. Kemudian file tersebut disalin ke *Microsoft Excel* untuk dilakukan pengolahan dan penyaringan data.

Tabel 4. 4 Nilai Tegangan di 5 data

| | A | B | C | D | E | F | G |
|-----|------|-------|------|------|------|----------|---|
| 241 | 176 | 84 | 0 | 100 | 1678 | | |
| 242 | 72 | 416 | 0 | 105 | 9 | | |
| 243 | 19 | 25 | 0 | 0 | 18 | | |
| 244 | 45 | 1066 | 0 | 590 | 259 | | |
| 245 | 3682 | 32 | 0 | 3902 | 492 | | |
| 246 | 148 | 57 | 0 | 324 | 1377 | | |
| 247 | 19 | 288 | 0 | 5843 | 550 | | |
| 248 | 324 | 502 | 1224 | 88 | 931 | | |
| 249 | 107 | 535 | 422 | 393 | 300 | | |
| 250 | 6225 | 212 | 0 | 17 | 1378 | | |
| 251 | 558 | 1105 | 53 | 217 | 2258 | | |
| 252 | 2 | 3 | 2231 | 235 | 281 | | |
| 253 | 29 | 1150 | 19 | 218 | 0 | | |
| 254 | 5 | 130 | 61 | 98 | 100 | | |
| 255 | 1372 | 158 | 0 | 280 | 594 | | |
| 256 | 159 | 421 | 48 | 24 | 0 | | |
| 257 | 35 | 13172 | 58 | 154 | 246 | | |
| 258 | 109 | 0 | 43 | 67 | 373 | | |
| 259 | 256 | 1693 | 53 | 148 | 871 | | |
| 260 | 1906 | 1345 | 33 | 209 | 0 | 260 DATA | |
| 261 | | | | | | | |
| 262 | | | | | | | |
| 263 | | | | | | | |

260 data di tiap sampel mempunyai nilai tegangan yang berbeda-beda, kemudian nilai yang berbeda-beda disaring dan diklasifikasi di *Microsoft Excel* menggunakan parameter tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Klasifikasi Nilai Tegangan Dari Output Sensor Getar SW-420

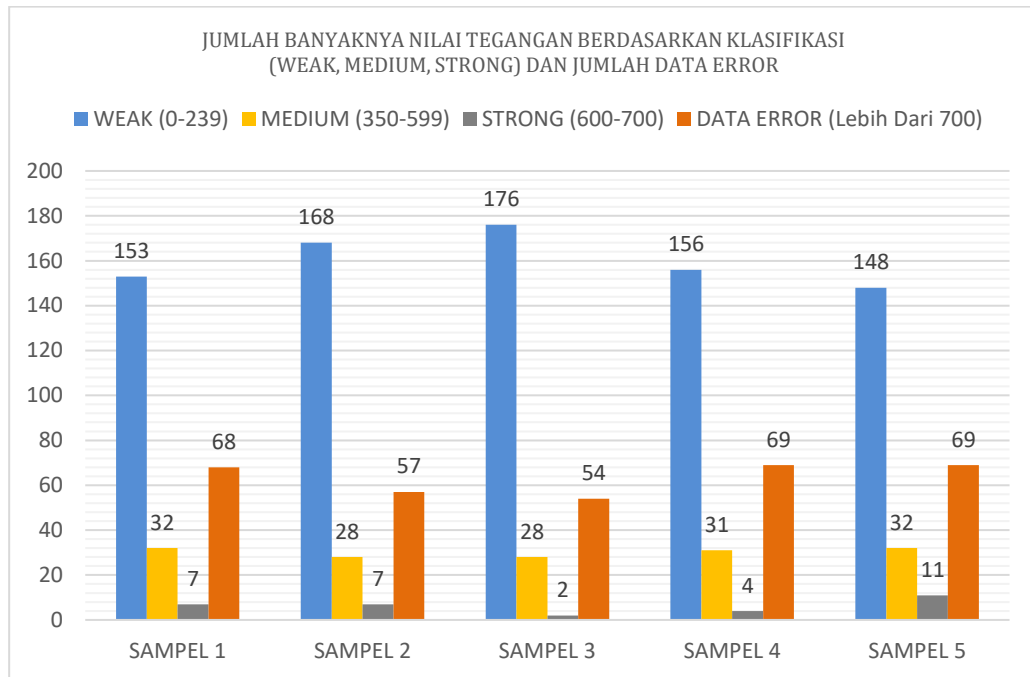
| No | Nilai Data | Hasil Klasifikasi |
|----|------------|-------------------|
| 1. | 0-299 | Very weak |
| 2. | 300-349 | Weak |

| | | |
|----|---------|-------------|
| 3. | 350-599 | Medium |
| 4. | 600-649 | Strong |
| 5. | 650-700 | Very strong |

Seperti yang sudah dijelaskan di sub bab 3.1, Tabel 4.5 adalah hasil dari penelitian klasifikasi tegangan dengan sensor SW-420 yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal dengan jurnalnya yang berjudul Performance Analysis of the Sw-420 Vibration Sensor on Vibrating Equipment Using the Fuzzy Logic Method. Dari tabel 4.5, maka data dapat diklasifikasi seperti yang terlihat di tabel 4.6 dan gambar 4.17.

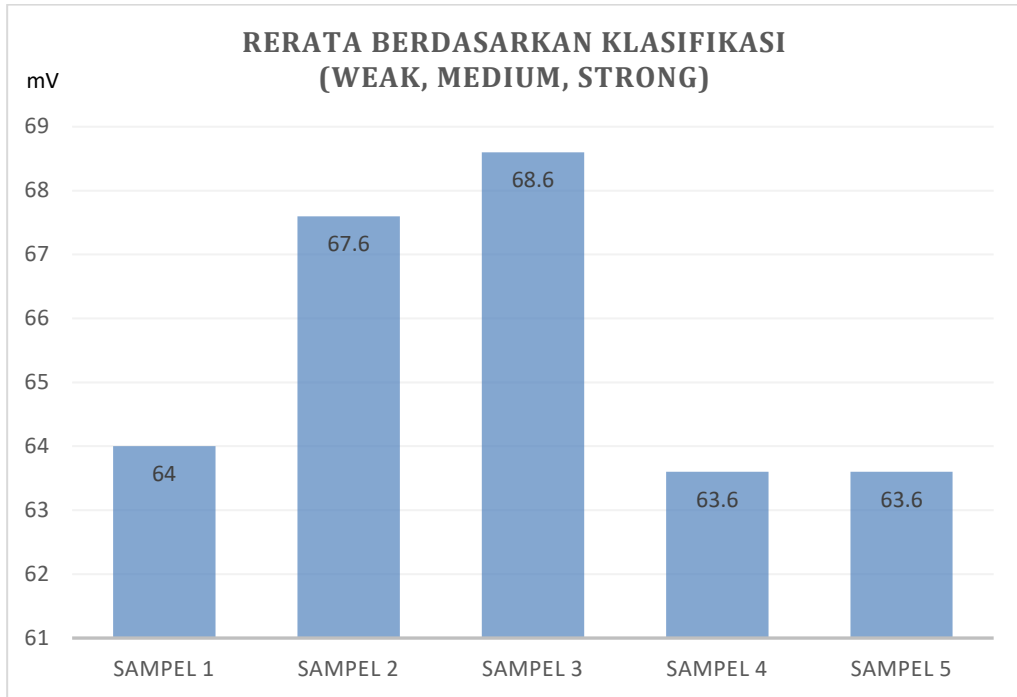
Tabel 4. 6 Jumlah Nilai Tegangan Di Tiap Sampel

| SAMPLER PENGAMBILAN DATA | JUMLAH NILAI TEGANGAN | | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| | WEAK (0-349) | MEDIUM (350-599) | STRONG (600-700) | DATA ERROR (LEBIH DARI 700) |
| SAMPLER 1 | 153 | 32 | 7 | 68 |
| SAMPLER 2 | 168 | 28 | 7 | 57 |
| SAMPLER 3 | 176 | 28 | 2 | 54 |
| SAMPLER 4 | 156 | 31 | 4 | 69 |
| SAMPLER 5 | 148 | 32 | 11 | 69 |



Gambar 4. 17 Diagram Jumlah Banyaknya Nilai Tegangan

Hasil yang didapat di gambar 4.17 sudah dapat ditarik kesimpulan, yaitu profil stang sepeda motor Honda Beat tahun 2018 mendapatkan hasil dengan keterangan nyaman. Dengan membaca hasil dari gambar 4.17 jumlah nilai getaran berdasarkan klasifikasi *weak* atau lemah memperoleh nilai yang tinggi dibandingkan dengan klasifikasi *medium* dan *strong*. Namun hasil dari gambar 4.17 belum dapat memberi informasi tingkat kenyamanan di profil stang sepeda motor Honda Beat tahun 2018, untuk mengetahui hal tersebut dibutuhkan perhitungan standar deviasi. tingkat kenyamanan menurut hasil perhitungan simpangan baku atau *standard deviation* adalah sangat nyaman, normal atau cukup nyaman. Proses selanjutnya, hasil dari gambar 4.17 dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan hasil nilai total yang ditampilkan di gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Diagram Total Nilai Tegangan

Gambar 4.18 adalah perhitungan total dari nilai klasifikasi *weak*, *medium* dan *strong*. Data *error* tidak diikutsertakan dalam hasil gambar 4.18. Tahapan perhitungan selanjutnya adalah menentukan nilai mean dari gambar 4.18. Berikut adalah rumus dan perhitungannya :

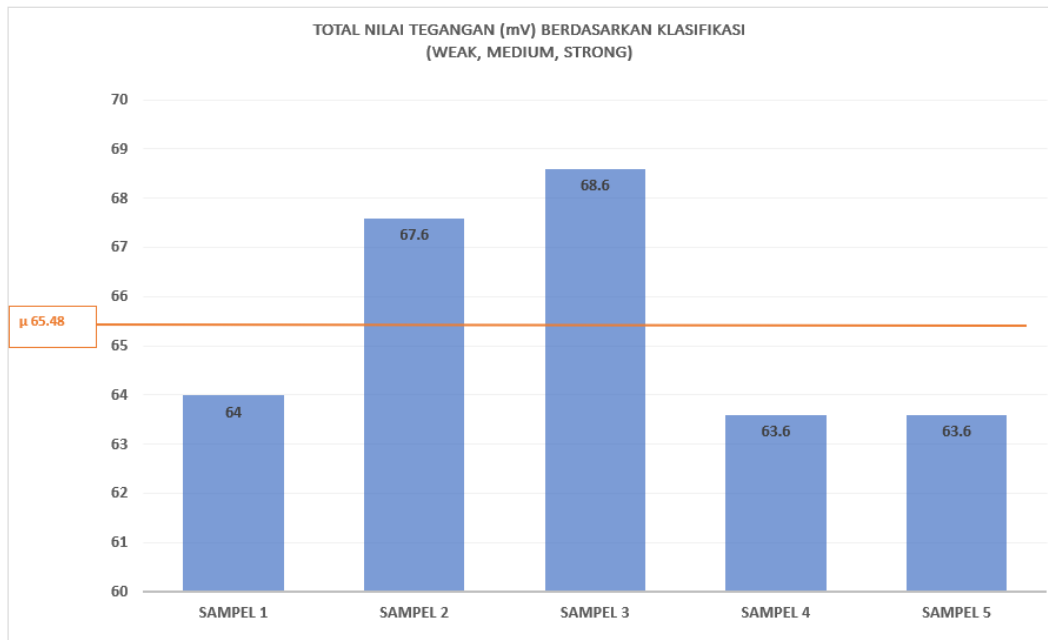
$$\mu = \frac{\text{jumlah total nilai}}{n} \dots\dots\dots(4.1)$$

$\mu = \text{Mean}$

$n = \text{Jumlah Sampel}$

$$\mu = \frac{(64 + 67,6 + 68,6 + 63,6 + 63,6)}{5}$$

$$\mu = 65,48$$



Gambar 4. 19 Diagram Total Nilai Tegangan

Perhitungan rata-rata mendapatkan hasil 65,48 atau yang bergaris warna oranye di gambar 4.19 dari hasil tersebut menunjukkan persebaran data, data dari sampel 2 dan 3 yang hasilnya diatas rata-rata dan data dari sampel 1, 4 dan 5 hasilnya dibawah rata-rata. Proses selanjutnya adalah mencari varian dan kemudian didapatkan *standard deviation* untuk mengetahui batas atas dan batas bawah atau tingkatan data dengan keterangan sangat nyaman, normal atau cukup nyaman. Berikut adalah rumus dan perhitungannya :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (x_i - \mu)^2} \dots\dots\dots(4.2)$$

Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai

| No | nilai asli | nilai asli - μ65.48 (xi) | xi ² |
|----|------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 64 | 1,48 | 2.19 |
| 2 | 67,6 | 2,12 | 4.49 |
| 3 | 68,6 | 3,12 | 9.73 |

| | | | |
|---|------|------|------|
| 4 | 63,6 | 1.88 | 3.53 |
| 5 | 63,6 | 1.88 | 3.53 |

Σ 23,47

$$\sigma = \frac{23,47}{n}$$

$$\sigma = \frac{23,47}{5}$$

$$\sigma = 4,70$$

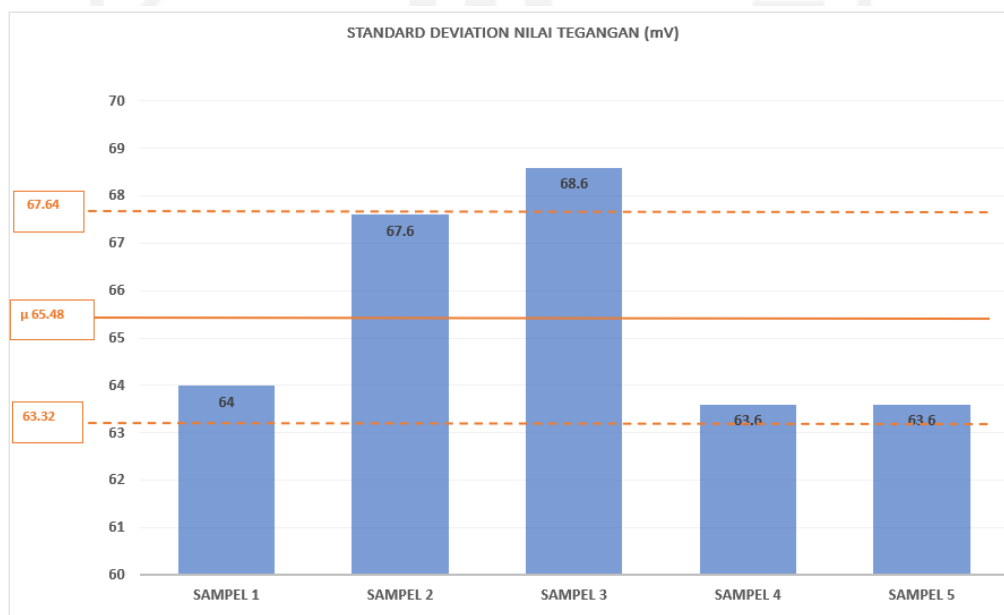
$$\sigma = \sqrt{4,70}$$

$$\sigma = 2,16$$

$$\text{Batas atas} : 65,48 + 2,16 = 67,64$$

$$\text{Batas bawah} : 65,48 - 2,16 = 63,32$$

Setelah mendapatkan hasil *standard deviation* dengan nilai 2,16 dan mendapatkan nilai batas atas dan bawah, proses selanjutnya adalah menerapkan nilai tersebut ke diagram agar lebih mudah untuk membacanya. Contoh diagramnya seperti yang terlihat pada gambar 4.20.



Gambar 4. 20 Diagram Standard Deviation

Garis putus-putus di gambar 4.20 menunjukkan batas atas dan atas bawah. Data yang melewati batas atas dengan nilai lebih dari 67,64 memiliki tingkat kenyamanan sangat nyaman, data yang berada di tengah dan tidak melewati batas atas dan tidak kurang dari batas bawah atau di antara nilai 63,32 dan 67,64 memiliki tingkat kenyamanan normal dan data yang di bawah batas bawah dengan nilai kurang dari 63,32 memiliki tingkat kenyamanan yang kurang. Penjelasan tersebut adalah standar yang dipakai di penelitian ini untuk menyatakan tingkat kenyamanan kendaraan.

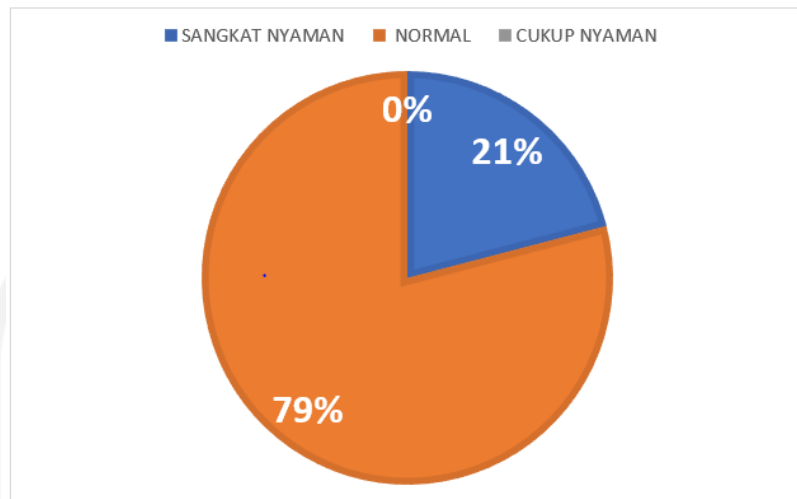
Besar dan kecilnya nilai di gambar 4.20 sangat tergantung dari percepatan berkendara, percepatan berkendara dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas pada saat pengujian. Seperti yang sudah dijelaskan di pendahuluan, permukaan jalan juga mempengaruhi besar kecilnya nilai di gambar 4.20. Permukaan jalan di boulevard Universitas Islam Indonesia jika dilihat dari kasat mata memiliki permukaan jalan yang rata dengan *conblock*, namun jika dirasakan dan diamati dengan baik bentuk, dimensi dan kondisi *conblock* berbeda di sepanjang jalan. Kondisi permukaan tanah di sepanjang jalan memiliki kontur gelombang yang berbeda. Hal tersebut juga mempengaruhi besar kecilnya nilai gambar 4.20.

Tabel 4. 8 Total Nilai Tingkat Kenyamanan

| No. | DATA RESPONDEN | SANGAT NYAMAN | NORMAL | KENYAMAN DI BAWAH BATAS BAWAH |
|-----|----------------|---------------|--------|-------------------------------|
| 1. | SAMPEL 1 | - | 64 | - |
| 2. | SAMPEL 2 | - | 67,6 | - |
| 3. | SAMPEL 3 | 68,6 | - | - |
| 4. | SAMPEL 4 | - | 63,6 | - |
| 5. | SAMPEL 5 | - | 63,6 | - |
| 6. | Σ | 68,6 | 258,8 | 0 |

Data yang memiliki tingkat kenyamanan sangat nyaman berada di responden 3, data yang memiliki tingkat kenyamanan normal berada di responden

1,2,4 dan 5. sedangkan data yang memiliki tingkat kenyamanan di bawah batas bawah berjumlah 0.



Gambar 4. 21 Diagram Tingkat Kenyamanan

Pada tabel 4.8 hasil akhirnya diubah menjadi diagram lingkaran yang terlihat pada gambar 4.21. Tabel 4.8 dan gambar 4.21 yang nantinya digunakan untuk menarik kesimpulan dari penelitian ini yang akan dijelaskan di sub bab 5.1.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan hasil analisis data, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berhasil merancang alat untuk mengukur nilai getaran di profil setang sepeda motor dengan *output* eksak dari sensor SW 420 yang berupa data nilai angka getaran dan grafik getaran.
2. Pengolahan data dari alat untuk mengukur nilai getaran yang diuji di profil stang sepeda motor Honda Beat tahun 2018 di permukaan jalan kasar dengan 5 sampel data memperoleh hasil kenyamanan tingkatan normal dengan nilai 258,8 atau mencapai 79%.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Hasil dari penelitian ini tingkat kenyamanan dengan nilai 258,8 atau mencapai 79% belum dapat mengidentifikasi kecacatan dan pengaruh tubuh pada saat berkendara dalam jangka waktu tertentu, dari masalah itu dibutuhkan penelitian lanjutan yang memiliki parameter yang luas.
2. Penyimpanan sensor SW-420 harus diperhatikan, Walaupun sensor tidak dalam pemakaian dan diletakan di tempat yang bergetar, perlahan tabung sensor akan mengalami penurunan kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Parkin, J., & Cluque, S. (2014). *The impact of vibration on comfort and bodily stress while cycling. Vibration from cycling.*
- Vid Selic. (2021, 16 Jun). *Human Body Vibration Measurements On A Motorbike.* Diakses dari website <https://dewesoft.com/application-notes/human-body-vibration-measurements-on-a-motorbike> pada 24/5/2022.
- Chika Olviani., Harus Laksana Guntur. (2014). *Analisa Kenyamanan Kendaraan Roda Dua dengan Pemodelan Pengendara sebagai Sistem Multi D.O.F.*
- Pakpahan, I. E. (2020). *Analysis of the SW-420 Vibration Sensor Performance on Vibration tools by using a Fuzzy Logic Method.* Proceedings of the International Conference on Culture Heritage, Education, Sustainable Tourism, and Innovation Technologies - Volume 1: CESIT, 543-550..
- Chao Yang., dkk (2017). *Improvement of Pulse Voltage Generated by Wiegand Sensor Through Magnetic-Flux Guidance.*
- Daniel Ferrandez & Engerst Yedra. (2022). *Arduino Based Monitoring System for Materials.*
- Tim Laboratorium Mekatronika UII. (2018). *Modul Petunjuk Praktikum Mekatronika.*
- Nugraha Setiawan. (2005). *Pengolahan Dan Analisis Data.*
- Vivi Silvia. (2020). *Statistika Deskriptif.*
- Mathsisfun. (2021). *Standard Deviation and Variance.* Diakses dari website <https://www.mathsisfun.com/data/standard-deviation.html> pada 2/1/20

LAMPIRAN 1

PEMROGRAMAN TRANSMITTER

```
#include
<Wire.h>
#include <SPI.h>
#include
<RF24.h> RF24
radio(9, 10);
const byte address[6] =
"00001";int vs = A0;
#define TICK_MS(x) (millis() - elapsed_time) >=
xstatic uint16_t elapsed_time = 0;

void setup(void)
{
pinMode(vs, INPUT);
Serial.begin(9600);
radio.begin();
radio.openWritingPipe(address);
radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
radio.stopListening();
elapsed_time = millis();
}

void loop(void)
{
if (TICK_MS(1000)) {
long measurement = vibration();
Serial.println(measurement);
char text[32];
radio.write(&text, sizeof(text));
radio.write(&measurement, sizeof(measurement));
elapsed_time = millis();
}}

long vibration()
{
long measurement=pulseIn (vs, HIGH);
return measurement;
}
```

LAMPIRAN 2

PEMROGRAMAN RECEIVER

```
#include<SPI.h>
#include
<RF24.h>

RF24 radio(9, 10); // CE, CSN
const byte address[6] = "00001";
//const uint64_t pipe = 0xE8E8F0F0E1LL;

#define TICK_MS(x) (millis() - elapsed_time) >= x
//static uint16_t elapsed_time =
0;long measurement;
void setup() {
Serial.begin(9600);
radio.begin();
radio.openReadingPipe(0,address);
radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
radio.startListening();
//radio.openReadingPipe(1, pipe);
}

void loop()
{
if (radio.available())
{
char text[32] = "";
radio.read(&text, sizeof(text));
radio.read(&measurement, sizeof(measurement));
}
Serial.println(measurement);
delay(500);
//elapsed_time = millis();
```

LAMPIRAN 3

PEMROGRAMAN ALAT 2

```
int
led=13;

int vs=8;

void      setup(){
pinMode(led,
OUTPUT);
pinMode(vs, INPUT);
Serial.begin(9600);

}
void loop(){
long      measurement
=vibration();    delay(500);
Serial.println(measurement)
;
if (measurement > 5){
digitalWrite(led, HIGH);
}
else{
digitalWrite(led, LOW);
}
}

long vibration(){
long measurement=pulseIn (vs,
HIGH);return measurement;
}
}
```

LAMPIRAN 4

Datasheet Komparator LM393 Sensor SW-420



DATA SHEET
www.onsemi.com

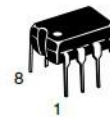
Low Offset Voltage Dual Comparators

LM393, LM393E, LM293, LM2903, LM2903E, LM2903V, NCV2903

The LM393 series are dual independent precision voltage comparators capable of single or split supply operation. These devices are designed to permit a common mode range-to-ground level with single supply operation. Input offset voltage specifications as low as 2.0 mV make this device an excellent selection for many applications in consumer, automotive, and industrial electronics.

Features

- Wide Single-Supply Range: 2.0 Vdc to 36 Vdc
- Split-Supply Range: ± 1.0 Vdc to ± 18 Vdc
- Very Low Current Drain Independent of Supply Voltage: 0.4 mA
- Low Input Bias Current: 25 nA
- Low Input Offset Current: 5.0 nA
- Low Input Offset Voltage: 5.0 mV (max) LM293/393
- Input Common Mode Range to Ground Level
- Differential Input Voltage Range Equal to Power Supply Voltage
- Output Voltage Compatible with DTL, ECL, TTL, MOS, and CMOS Logic Levels
- ESD Clamps on the Inputs Increase the Ruggedness of the Device without Affecting Performance
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q100 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb-Free, Halogen Free/BFR Free and are RoHS Compliant



PDIP-8
N SUFFIX
CASE 626

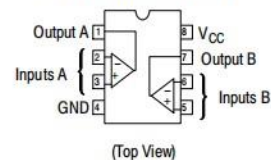


SOIC-8
D SUFFIX
CASE 751



Micro8™
DM SUFFIX
CASE 846A

PIN CONNECTIONS



DEVICE MARKING AND ORDERING INFORMATION

See detailed marking information and ordering and shipping information on page 7 of this data sheet.



LM393, LM393E, LM293, LM2903, LM2903E, LM2903V, NCV2903

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0$ Vdc, $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$, unless otherwise noted.)

| Characteristic | Symbol | LM293, LM393, LM393E | | | LM2903E/V, NCV2903 | | | Unit |
|--|------------|----------------------|-----------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------|
| | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| Input Offset Voltage (Note 4) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{IO} | - | ± 1.0 | ± 5.0 | - | ± 2.0 | ± 7.0 ± 15 | mV |
| Input Offset Current $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | I_{IO} | - | ± 5.0 | ± 50 ± 150 | - | ± 5.0 ± 50 | ± 50 ± 200 | nA |
| Input Bias Current (Note 5) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | I_{IB} | - | 20 | 250 400 | - | 20 20 | 250 500 | nA |
| Input Common Mode Voltage Range (Note 6) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{ICR} | 0 0 | - | $V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 2.0$ | 0 0 | - | $V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 2.0$ | V |
| Voltage Gain $R_L \geq 15$ k Ω , $V_{CC} = 15$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | A_{VOL} | 50 | 200 | - | 25 | 200 | - | V/mV |
| Large Signal Response Time $V_{in} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{ref} = 1.4$ Vdc $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | - | - | 300 | - | - | 300 | - | ns |
| Response Time (Note 7) $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$ | t_{TLH} | - | 1.3 | - | - | 1.5 | - | μs |
| Input Differential Voltage (Note 8) All $V_{in} \geq \text{GND}$ or V^- Supply (if used) | V_{ID} | - | - | V_{CC} | - | - | V_{CC} | V |
| Output Sink Current $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$ Vdc, $V_O \leq 1.5$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | I_{SINK} | 6.0 | 16 | - | 6.0 | 16 | - | mA |
| Output Saturation Voltage $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$, $I_{SINK} \leq 4.0$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | V_{OL} | - | 150 | 400 700 | - | - 200 | 400 700 | mV |
| Output Leakage Current $V_{in-} = 0$ V, $V_{in+} \geq 1.0$ Vdc, $V_O = 5.0$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_{in-} = 0$ V, $V_{in+} \geq 1.0$ Vdc, $V_O = 30$ Vdc, $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ | I_{OL} | - | 0.1 | - | - | 0.1 | - | nA |
| Supply Current $R_L = \infty$ Both Comparators, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L = \infty$ Both Comparators, $V_{CC} = 30$ V | I_{CC} | - | 0.4 | 1.0 2.5 | - | 0.4 - | 1.0 2.5 | mA |

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

LM293 $T_{low} = -25^\circ\text{C}$, $T_{high} = +85^\circ\text{C}$

LM393, LM393E $T_{low} = 0^\circ\text{C}$, $T_{high} = +70^\circ\text{C}$

LM2903, LM2903E $T_{low} = -40^\circ\text{C}$, $T_{high} = +105^\circ\text{C}$

LM2903V & NCV2903 $T_{low} = -40^\circ\text{C}$, $T_{high} = +125^\circ\text{C}$

NCV2903 is qualified for automotive use.

- The maximum output current may be as high as 20 mA, independent of the magnitude of V_{CC} , output short circuits to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction.
- At output switch point, $V_O = 1.4$ Vdc, $R_S = 0 \Omega$ with V_{CC} from 5.0 Vdc to 30 Vdc, and over the full input common mode range (0 V to $V_{CC} = -1.5$ V).
- Due to the PNP transistor inputs, bias current will flow out of the inputs. This current is essentially constant, independent of the output state, therefore, no loading changes will exist on the input lines.
- Input common mode of either input should not be permitted to go more than 0.3 V negative of ground or minus supply. The upper limit of common mode range is $V_{CC} - 1.5$ V.
- Response time is specified with a 100 mV step and 5.0 mV of overdrive. With larger magnitudes of overdrive faster response times are obtainable.
- The comparator will exhibit proper output state if one of the inputs becomes greater than V_{CC} , the other input must remain within the common mode range. The low input state must not be less than -0.3 V of ground or minus supply.