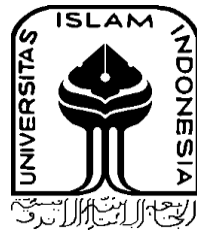


**ANALISIS GETARAN TERHADAP KRITERIA KENYAMANAN  
KENDARAAN PADA TEMPAT DUDUK SEPEDA MOTOR**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Raynaldo Zulkarnain**  
**No. Mahasiswa : 15525020**

**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 plagiarisme 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, 30 Agustus 2022



Muhammad Rayuhaldo Zulkaman

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN KENDARAAN  
PADA TEMPAT DUDUK SEPEDA MOTOR**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Raynaldo Zulkarnain**

**No. Mahasiswa : 15525020**

Yogyakarta, 18 Juni 2022

**Dosen Pembimbing I**



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

**NIP. 115250101**

**Dosen Pembimbing II**



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

**175250404**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN KENDARAAN  
PADA TEMPAT DUDUK SEPEDA MOTOR**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Raynaldo Z**

**No. Mahasiswa : 15525020**

Tim Penguji

Ir. Dony Sryawan, S.T., M.Eng., IPP

Ketua



---

Tanggal : 07 September 2022

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T.,

M.T., IPP



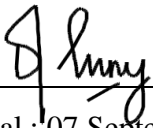
---

Tanggal : 06 September 2022

Anggota I

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng

Anggota II




---

Tanggal : 07 September 2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang penulis persembahkan kepada.

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat iman dan Islam kepada penulis dan Nabi Muhammad SAW, juga atas segenap keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Ayah, dan Ibu penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
3. Segenap dosen program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir.

## **HALAMAN MOTTO**

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu  
pengetahuan”

[Ali bin Abi Thalib]

“Saya bisa menerima kegagalan, tapi saya tidak bisa menerima segala hal yang  
tak pernah diusahakan”

[Michael Jordan]

## KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas berkat, rahmat, hidayah, serta karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS GETARAN TERHADAP KENYAMANAN KENDARAAN PADA TEMPAT DUDUK SEPEDA MOTOR” INI DENGAN BAIK. Selama proses penyusunan laporan tugas akhir, penulis selalu mendapatkan dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rezeki seraf karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik
2. Orangtua yang selalu mendoakan dan mendukung dalam bentuk moral ataupun materi.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Muhammad Faizun, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing kedua
5. Serta teman – teman yang selalu membantu saat penulis menemukan kesulitan.

Demikian yang dapat penulis sampaikan dalam laporan ini. Penulis mengetahui bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk memperbaiki laporan penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat.

Yogyakarta, 17 Juni 2022



Muhammad Raynaldo Zulkarnain

## ABSTRAK

Sepeda motor merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia baik untuk berpergian maupun untuk aktivitas pekerjaan. Dengan melewati berbagai kondisi permukaan jalan, tentunya dalam berkendara akan merasakan getaran yang merupakan dampak dari permukaan jalan yang tidak rata. Getaran tersebut nantinya akan dirasakan pada tangan yang memegang stang kemudi, kaki pada footstep dan juga pada pinggang pada tempat duduk. Getaran tersebut dapat mempengaruhi pengendara dalam hal ketidaknyamanan yang dapat menyebabkan kelelahan berkendara dalam jangka waktu yang lama saat mengemudi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil getaran yang terjadi pada tempat duduk sepeda motor Honda Vario 150 pada saat melewati kondisi permukaan aspal yang rata dan juga kondisi aspal yang tidak rata. Metode yang akan digunakan untuk pengolahan data nilai getaran yaitu dengan menggunakan metode statistika deskriptif. Alat uji yang berhasil dalam mendeteksi getaran yaitu menggunakan hasil dari evaluasi desain dengan menggunakan komponen Arduino nano dan sensor getar sw-420. Sehingga didapatkan hasil tingkat kenyamanan yang normal pada getaran di tempat duduk sepeda motor dengan nilai 269 atau mencapai 50% ketika melewati kondisi jalan yang rata maupun kondisi jalan yang kasar.

Kata kunci : Getaran, Kenyamanan, Sensor Getar, Arduino, Standar Deviasi

## **ABSTRACT**

*Motorcycle are one of the means of transportation that are often used by the people of Indonesia both for traveling and for work activities. By passing through various road surface conditions, of course, in driving, you will feel vibrations which are the impact of uneven road surfaces. The vibration will later be felt on the hand holding the steering handlebar, the foot on the footstep and also on the waist on the seat. Such vibrations can affect the rider in terms of discomfort that can lead to fatigue driving over a long period of time while driving.*

*The purpose of this study was to determine the results of vibrations that occurred on the seat of the Honda Vario 150 motorcycle when passing through flat asphalt surface conditions and also uneven asphalt conditions. The method that will be used for processing vibration value data is to use descriptive statistical methods. The test tool that is successful in detecting vibrations is using the results of design evaluation using Arduino nano components and sw-420 vibrating sensors. So that the results of a normal level of comfort are obtained on vibrations in the motorcycle seat with a value of 269 or reaching 50% when passing through flat road conditions and rough road conditions.*

*Keywords : Vibration, Comfort, Vibrating Sensor, Arduino, Standard Deviation*

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....</b>	<b>ii</b>
<b>Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Persembahan .....</b>	<b>iv</b>
<b>Halaman Motto .....</b>	<b>v</b>
<b>Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih.....</b>	<b>vi</b>
<b>Abstrak .....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xii</b>
<b>Bab 1 Pendahuluan.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>Bab 2 Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Getaran.....	7
2.2.2 Arduino Nano .....	8
2.2.3 Arduino Uno .....	9
2.2.4 Sensor Getar SW 420 .....	10
2.2.5 Modul <i>Transceiver</i> nRF24L01 .....	11
2.2.6 Printed Circuit Board (PCB) .....	12
2.2.7 Software Arduino IDE.....	12
2.2.8 <i>Software Processing</i> .....	13
2.2.9 Metode Statistika Deskriptif.....	14
<b>Bab 3 Metode Penelitian .....</b>	<b>16</b>

3.1	Alur Penelitian .....	16
3.2	Peralatan dan Bahan.....	19
3.2.1	Perangkat Lunak.....	19
3.2.2	Perangkat Keras .....	19
3.3	Perancangan .....	19
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras .....	20
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	22
3.4	Evaluasi Desain.....	24
<b>Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....</b>		<b>29</b>
4.1	Hasil Perancangan.....	29
4.1.1	Penampakan Alat.....	29
4.1.2	Mekanisme Alat.....	30
4.1.3	Pemasangan Sensor .....	31
4.2	Hasil Pengujian .....	32
4.2.1	Pengujian Pada Kondisi Jalan Yang Rata.....	33
4.2.2	Pengujian Pada Kondisi Jalan yang Rusak.....	35
4.2.3	Hasil Pengujian Evaluasi Desain.....	37
4.3	Analisis dan Pembahasan.....	41
4.3.1	Pengujian Pada Kondisi Jalan Yang Rata.....	42
4.3.2	Pengujian Pada Kondisi jalan yang Rusak .....	47
<b>Bab 5 Penutup.....</b>		<b>52</b>
5.1	Kesimpulan .....	52
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	52
<b>Daftar Pustaka .....</b>		<b>53</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Efek getaran pada manusia .....	2
Tabel 2.1 Klasifikasi tingkat getaran .....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano.....	9
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor getar SW-420 .....	11
Tabel 2.4 Spesifikasi antenna nRF24L01 .....	11
Tabel 3.1 Klasifikasi Getaran .....	18
Tabel 3.2 Software pada perangkat lunak dan juga fungsinya .....	19
Tabel 3.3 Komponen pada perangkat keras dan fungsinya .....	19
Tabel 3.4 Parameter Pengujian .....	25
Tabel 3.5 Parameter pengambilan data.....	28
Tabel 4.1 Tabel pertanyaan responden .....	41
Tabel 4.2 Tabel klasifikasi getaran.....	43
Tabel 4.3 Hasil pengujian nilai getaran .....	44
Tabel 4.4 Nilai rata – rata pengujian pada kondisi jalan rata .....	45
Tabel 4.5 Hasil pengujian nilai getaran pada kondisi jalan yang rusak.....	47
Tabel 4.6 Perhitungan standar deviasi.....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Nano .....	9
Gambar 2.2 Arduino Uno .....	10
Gambar 2.3 Sensor getar SW 420 .....	10
Gambar 2.4 Antena nRF24L01 .....	11
Gambar 2.5 Contoh tampilan grafik getaran pada Arduino IDE.....	13
Gambar 2.6 <i>Tampilan software processing</i> .....	14
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian .....	16
Gambar 3.2 Rangkain <i>Tranmitter</i> .....	21
Gambar 3.3 <i>Rangkain Receiver</i> .....	21
Gambar 3.4 Diagram alir <i>transmitter</i> .....	22
Gambar 3.5 Diagram alir <i>receiver</i> .....	23
Gambar 3.6 Rangkaian evaluasi desain .....	24
Gambar 3.7 Penempatan alat uji.....	25
Gambar 3.8 penempatan <i>transmitter</i> .....	26
Gambar 3.9 Rangkaian <i>receiver</i> .....	27
Gambar 3.10 Rangkaian alat evaluasi desain .....	27
Gambar 4.1 Rangkaian <i>Transmitter</i> .....	29
Gambar 4.2 Rangkaian <i>Receiver</i> .....	30
Gambar 4.3 <i>Transmitter</i> .....	30
Gambar 4.4 <i>Receiver</i> .....	31
Gambar 4.5 Pemasangan transmitter pada tempat duduk sepeda motor .....	32
Gambar 4.6 Pengujian pada permukaan jalan yang rata .....	33
Gambar 4.7 Grafik getaran pengujian pertama .....	33
Gambar 4.8 Grafik getaran pengujian kedua.....	34
Gambar 4.9 Grafik getaram pengujian ketiga .....	35
Gambar 4.10 Pengujian pada kondisi jalan yang rusak.....	36
Gambar 4.11 Grafik getaran pengujian pertama .....	36
Gambar 4.12 Grafik getaran pengujian kedua pada jalan rusak.....	37
Gambar 4.13 Grafik getaran pengujian ketiga pada jalan rusak.....	37
Gambar 4.14 Grafik pengujian pertama menggunakan <i>Software processing</i> .....	38

Gambar 4.15 Grafik pengujian kedua menggunakan <i>Software Processing</i> .....	38
Gambar 4.16 Grafik pengujian pertama dengan <i>Software Arduino IDE</i> .....	39
Gambar 4.17 Grafik pengujian kedua dengan <i>Software Arduino IDE</i> .....	40
Gambar 4.18 Tampilan data nilai getaran <i>Software Processing</i> .....	42
Gambar 4.19 Jumlah data nilai getaran tiap sampel .....	43
Gambar 4.20 Klasifikasi getaran pada jalan rata .....	45
Gambar 4.21 Diagram rata – rata klasifikasi getaran .....	46
Gambar 4.22 Banyaknya nilai tegangan berdasarkan klasifikasi getaran .....	48
Gambar 4.23 Diagram rata – rata berdasarkan klasifikasi getaran .....	49
Gambar 4.24 Diagram tabel standar deviasi.....	50
Gambar 4.25 Sebaran kriteria kenyamanan.....	51

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sepeda motor merupakan alat transportasi roda dua yang digerakkan oleh sebuah mesin mulai yang berkapasitas kecil hingga mesin berkapasitas besar tergantung sesuai dengan kebutuhan. Sepeda motor menjadi alat transportasi yang mudah dijangkau oleh masyarakat karena harganya yang relatif terjangkau atau murah sehingga dapat dikendarai oleh berbagai kalangan. Selain digunakan sebagai sarana transportasi sepeda motor pun juga digunakan untuk menunjang aktivitas pekerjaan seperti ojek *online* ataupun kurir barang. Sepeda motor jenis *matic scooter* dan sepeda motor jenis bebek berkapasitas mesin 110 cc sampai 150cc yang banyak digunakan saat ini.

Di Indonesia, kondisi jalan cukup bervariasi mulai dengan kondisi permukaan aspal yang halus sampai kondisi permukaan aspal yang mengelupas hingga berlubang jalanan. Saat melewati jalanan yang tidak rata, sepeda motor sering kali menghasilkan getaran yang menyebabkan pengendara merasa tidak nyaman. Paparan getaran dalam berkendara ini biasa disebut dalam *Whole-body Vibration (WBV)* dan *Hand-arm Vibration (HAV)*. *Whole body vibration* dan *Hand-arm Vibration* dapat terjadi karena guncangan atau getaran yang berasal dari permukaan jalan yang tidak rata ataupun bergelombang pada saat sepeda motor melaju dan juga berasal dari getaran mesin sepeda motor itu sendiri. Kemudian getaran tersebut disalurkan oleh tubuh bagian tangan yang memegang stang kemudi, kaki saat berpijak dan juga pantat atau pinggul pada saat duduk sehingga dapat mengurangi rasa kenyamanan bahkan dapat mengalami cedera. Dalam jangka waktu lama, getaran yang dirasakan pada saat mengemudi mempunyai beberapa dampak negatif terhadap kesehatan misalnya kesemutan pada jari dan kaki, nyeri pada bagian punggung dan juga dapat mengakibatkan kelelahan saat berkendara hingga dapat meningkatkan resiko kecelakaan. Resiko cedera akibat getaran tergantung pada seberapa sering sering pengendara menggunakan sepeda motor tersebut. Pada pengujian getaran, pengujian dilakukan pada tempat duduk sebagai bahan uji sehingga didapatkan data berupa nilai getaran apakah sesuai

dengan standar yang telah ditetapkan. Standar yang digunakan mengacu pada ISO 2631-1 dan ISO 2631-5. ISO 2631-1 mendefinisikan metode untuk pengukuran getaran seluruh tubuh secara periodik. Pada ISO ini menunjukkan faktor – faktor utama yang digabungkan untuk menentukan sejauh mana paparan getaran yang dapat diterima (Roseiro dkk., 2016). Rentang frekuensi yang dapat diterima oleh tubuh yaitu antara 0,5 HZ sampai 80 HZ yang dapat dilihat pada tabel 1.1 dibawah ini.

Tabel 1.1 Efek getaran pada manusia

Frekuensi Getaran	Jenis Efek Pada Manusia
Di bawah 1 Hz	Mabuk
35 hingga 6 Hz	Efek peringatan
4 hingga 10 Hz	Sakit dada dan perut
Sekitar 5 Hz	Menurunkan tindakan manual
7 hingga 20 Hz	Masalah Komunikasi
8 hingga 10 Hz	Sakit Punggung
10 hingga 20 Hz	Sakit usus dan kandung kemih
10 hingga 30 Hz	Menurunkan control manual dan visual
10 hingga 90 Hz	Menurunkan tindakan visual

Pada tabel 1.1 merupakan rentang frekuensi getaran dan efek getaran pada manusia menurut penelitian yang dilakukan oleh (Brammer dan Pitts, 2012). Terdapat beberapa penelitian yang telah melakukan pengujian pada bidang getaran terhadap tubuh manusia, seperti pengujian yang dilakukan oleh DEWEsoft (2021) yang meneliti tentang Pengukuran Getaran Tubuh Manusia pada Sepeda Motor. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh John Parkin dan Sainte Cluque tentang dampak getaran pada kenyamanan dan stress tubuh saat bersepeda.

Getaran tersebut harus diperhatikan secara serius oleh produsen sepeda motor dalam menciptakan sepeda motor yang nyaman sesuai dengan batas getaran yang dapat diterima oleh tubuh. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa seberapa besar getaran pada sepeda motor Honda Vario 150 tahun

2018 khususnya pada bagian tempat duduk dengan menggunakan perangkat mikrokotroller Arduino dengan menggunakan sensor getar SW 420

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dia atas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat rangkaian sensor getaran yang digunakan untuk mengukur nilai getaran yang terjadi pada tempat duduk sepeda motor?
2. Bagaimana hasil pengolahan data nilai getaran menggunakan metode statistika deskriptif

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah diberikan agar penelitian ini dapat bekerja secara terstruktur dan mendapatkan hasil yang diinginkan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian getaran dilakukan pada tempat duduk pengendara dengan menggunakan sepeda motor matic Honda Vario tahun 2018.
2. Pengujian dilakukan pada kondisi permukaan jalan yang halus dan permukaan jalan yang kasar.
3. Pengujian dilakukan dengan kecepatan 30 km/jam – 35 km/jam pada permukaan jalan rata dan 20 km.jam sampai 25km/jam pada permukaan jalan yang tidak rata.
4. Alat yang digunakan untuk pengujian menggunakan rangkain sensor getaran SW 420, antena NRF24L01 dengan *microcontroller* arduino dan perangkat lunak berupa pemrograman Arduino IDE untuk program controller dan Processing untuk menampilkan grafik nilai getaran.
5. Menggunakan metode statistika deskriptif. (mean, varian, standar deviasi) untuk menentukan kategori tingkat kenyamanan sangat nyaman, normal dan kurang nyaman.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan perancangan ini adalah

1. Membuat alat pengujian getaran menggunakan sensor getaran SW-420.
2. Mengetahui hasil getaran pada tempat duduk sepeda motor untuk menentukan tingkat kenyamanan.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui cara untuk merancang dan merakit system mekatronika untuk pengujian getaran.
2. Dapat mengetahui nilai getaran pada profil tempat duduk sepeda motor Honda Vario 150 yang akan dilakukan pengujian.
3. Dapat digunakan sebagai evaluasi untuk produsen kendaraan terkait dengan getaran yang terjadi sehingga dapat meningkatkan kenyamanan berkendara.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penelitian tugas akhir ini terbagi menjadi 5 bab yang telah terstruktur dalam penulisannya. Dalam hal ini guna memudahkan penulis menjalankan penelitiannya.

1. BAB 1. Pendahuluan, berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan
2. BAB 2. Tinjauan pustaka yang berisi tentang kajian pusaka yang menerangkan topik – topik terdahulu mengenai penelitian ini serta dasar teori yang akan dipakai pada penelitian ini.
3. BAB 3. Metode penelitian, berisi tentang alur penelitian yang akan dikerjakan, alat dan bahan yang dipakai, pengujian sampel, tahapan – tahapan pembuatan produk.
4. Bab 4, Hasil dan pembahasan, berisi mengenai hasil pengujian sampel, pross pembuatan produk, pembahasan proses pembuatan produk.
5. BAB 5. Penutup, berisi menegenai kesimpulan – kesimpulan penelitian sertasan yang di dapat dari pelaksanaan penelitian ini.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Sepeda motor merupakan kendaraan yang sering digunakan saat ini oleh masyarakat baik digunakan untuk bepergian ataupun digunakan sebagai pekerjaan utama seperti ojek *online* dan kurir barang. Banyak masyarakat yang memilih sepeda motor karena dianggap praktis dan efisien dalam menempuh suatu perjalanan. Tak heran jumlah sepeda motor terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga produsen sepeda motor selalu melakukan inovasi model sepeda motor terhadap produknya. Masyarakat pun terkadang mengabaikan faktor kenyamanan dalam memilih sepeda motor saat membelinya. Faktor kenyamanan sendiri dapat meliputi keergonomisan pada saat mengendarai, stabil saat digunakan pada kecepatan tinggi dan menikung dan juga yang tidak kalah penting yaitu getaran yang dihasilkan oleh sepeda motor. Dalam hal ini getaran dapat terjadi pada mesin sepeda motor itu sendiri dan saat sepeda motor melewati permukaan jalan yang tidak rata. Kenyamanan dalam berkendara merupakan adanya rasa nyaman dan aman yang dirasakan oleh pengemudi saat berkendara ketika kendaraan melewati kondisi jalan bergelombang ataupun jalanan yang rata.

Pada penelitian ini mengacu pada pengujian getaran telah yang telah dilakukan sebelumnya, seperti pada pengujian getaran yang dilakukan oleh *Dewesoft* yang menguji getaran pada tempat duduk dan juga pada stang kemudi sepeda motor menggunakan alat uji berupa *Accelerometer 3-aksial Dytran*, Antena *GNSS*, Sistem akuisisi data *SIRIUS xACC-2xSTG*. Pada penelitian tersebut merupakan pengujian getaran pada profil tempat duduk dan stang kemudi sepeda motor yang menghasilkan rentang nilai getaran dan dampak getaran bagi pengendara sepedamotor, sehingga pada penelitian ini pemilihan profil yang akan diuji adalah padatempat duduk sepeda motor. Kemudian pada referensi yang kedua merupakan pengujian getaran yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal “*Performance Analysis of the Sw-420 Vibration Sensor on Vibrating Equipment Using the Fuzzy Logic Method*” pada penelitian tersebut berfokuskan pada output getaran dari sensor getar sw-420 yang berupa nilai getaran yang berkisar antara 0-

700 dan juga klasifikasi getaran dari getaran sangat lemah hingga getaran sangat kuat.

Getaran yang terjadi akibat jalan yang bergelombang sebaiknya dapat diredam dengan baik oleh suspensi sehingga getaran yang dirasakan oleh pengendara cukup minim dirasakan saat berjalan. Getaran merupakan gerakan bolak balik dalam suatu interval dalam waktu tertentu. Semua benda yang mempunyai massa dan sifat elastisitas dapat bergetar. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut (Wati, 2020). Gerak osilasi sendiri seperti gerakan bandul jam ataupun gerak piston pada silinder mesin motor. Salah satu cara mengidentifikasi kenyamanan sebuah kendaraan dapat menggunakan pengujian dengan cara mengetahui seberapa besar getaran yang diterima anggota tubuh ketika sepeda motor tersebut berjalan. Besarnya dampak getaran yang dirasakan oleh pengendara tergantung dengan seberapa besar frekuensi dari getaran tersebut.

Pada proses pelaksanaannya, ada beberapa proses yang dilakukan untuk mengambil data getaran tersebut yaitu perancangan alat dan perancangan program dengan menggunakan *software*. Pada proses perancangan alat, tahap pertama yaitu menentukan komponen elektronik yang akan digunakan untuk pengambilan data getaran dengan menggunakan komponen *open source* seperti, Arduino nano, sensor getar SW420, antena NRF, PCB, kabel arduino dan juga *power supply* dengan menggunakan *power bank*.

Perancangan program, setelah merancang komponen kemudian dilanjutkan dengan perancangan program pada *microcontroller* dengan menggunakan *software* Arduino IDE. *software* tersebut digunakan untuk menulis program pada Arduino uno kemudian mengupload program tersebut ke dalam Arduino. Pada program Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman yang disebut dengan bahasa pemrograman C/C+. Bahasa pemrograman ini dibuat sesuai dengan system perancangan sehingga dapat menerima perangkat *input* dan perangkat *output*.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Getaran

Getaran merupakan gerakan bolak balik dalam suatu *interval* dalam waktu tertentu. Semua benda yang mempunyai massa dan sifat elastisitas dapat bergetar. Getaran berhubungan dengan gerak *osilasi* benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut (Wati, 2020). Gerakan setiap getaran mempunyai kecepatan yang berbeda angka yang menyatakan banyaknya getaran dalam setiap detik disebut frekuensi, jadi frekuensi suatu getaran adalah banyaknya getaran yang dilakukan oleh suatu benda dalam setiap detik atau dapat dikatakan satuan dari frekuensi adalah *hertz (Hz)* (Nurcahyani, 2011). Besaran getaran dapat dinyatakan dalam frekuensi, amplitudo dan percepatan. Frekuensi merupakan besaran ukuran jumlah putaran ulang suatu gerakan dalam waktu tertentu dalam waktu satu detik. Satuan yang digunakan adalah *Hertz (Hz)*. Amplitudo adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan pada getaran, intensitas dari getaran tergantung pada amplitude. Satuan internasional untuk ampitudo yaitu *meter (m)*. Percepatan adalah perubahan kecepatan pada satuan waktu tertentu. Satuan yang dignakan merupakan  $(m/s^2)$ . Getaran pada sepeda motor merupakan salah satu aspek penting dalam menilai sebuah kenyamanan pada kendaran yang bersifat subyektif. Semakin besar getaran pada sepeda motor maka kenyamanannya pun juga semakin berkurang. Untuk menjaga kenyamanannya komponen shockbreaker digunakan untuk meredam atau mengurangi getaran yang timbul pada saat sepeda motor berjalan. Paparan getaran yang dihasilkan oleh sepeda motor akan menghasilkan dua jenis getaran yang diterima oleh pengendara yaitu *Whole Body Vibration (WBV)* dan *Hand Arm Vibration (HAV)*. Kedua getaran tersebut memiliki sumber getaran yang berbeda.

#### a. Getaran Seluruh tubuh (*whole body vibration*)

*Whole body vibration* merupakan getaran mekanis yang bila diteruskan ke seluruh tubuh dapat menimbulkan resiko bagi kesehatan seperti morbiditas punggung bawah dan trauma tulang belakang (Roseiro & dkk, 2016). Getaran *whole body vibration* memiliki frekuensi yang rendah dan ampitudo yang tinggi berada pada kisaran 1 sampai dengan 80 *Hz*. Contoh *WBV* pada sepeda motor dapat

dialami oleh pengendara sepeda motor ketika melewati permukaan jalan yang kasar, getaran tersebut disalurkan ke tubuh melalui tempat duduk pengendara dan kaki pada pijakan sepeda motor.

b. Getaran Lengan Tangan (*hand arm vibration*)

Getaran pada *hand arm vibration* merupakan jenis getaran yang disalurkan pada tangan dan lengan, getaran mekanis yang bila diteruskan ke lengan-tangan dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan khususnya gangguan vaskular cedera osteo articular, dan gangguan neurologis atau otot (Roseiro & dkk, 2016). Pada sepeda motor getaran ini terdapat pada stang kemudi yang terjadi pada saat melewati permukaan jalan yang rusak atau pada alat – alat perkakas tangan.

Tabel 2.1 Klasifikasi tingkat getaran

Nilai getaran	Hasil klasifikasi
0-299	<i>Very Weak</i>
300-349	<i>Weak</i>
350-599	<i>Medium</i>
600-649	<i>Strong</i>
650-700	<i>Very Strong</i>

Pada tabel 2.1 merupakan *output* dari sensor getar sw-420 dan klasifikasi getaran pada penelitian getaran yang dilakukan oleh Ikhwan El Akmal yang memiliki rentang nilai getaran 0 sampai 700 dengan klasifikasi getaran sangat lemah hingga getaran sangat kuat.

### 2.2.2 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah *platform* yang bersifat open source. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, ttapi merupakan kombinasi dari *hardware*, Bahasa pemrograman dan *Integrated Devlopment Environment (IDE)*, yang canggih IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengupload ke dalam *memory microcontroller*.



Gambar 2.1 Arduino Nano

Pada Gambar 2.1 merupakan tampilan Arduino nano yang digunakan dalam penelitian ini. Arduino Nano merupakan *board* Arduino yang lebih kecil dibandingkan board microcontroller Arduino lainnya. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini *USB port*. Untuk lebih jelasnya tentang spesifikasi Arduino nano dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Nano

<i>Chip Microcontroller</i>	ATmega 168
Tegangan Operasi	5 V
Tegangan Input	7 -12 V
Digital I/O pin	14 buah (6 diantaranya pin PWM)
Analog Input Pin	8 buah pin
Arus DC per pin I/O	40 mA
<i>Memori Flash</i>	16 KB, 2 KB untuk <i>Bootloader</i>
SRAM	1 Kbytes
EEPROM	512 Byte
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
Dimensi (panjang x lebar)	4,3cm x 1,85cm
Berat	5 gram

### 2.2.3 Arduino Uno

Arduino uno merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega328 yang digunakan untuk mengatur jalannya sistem pada rangkaian elektronik. Arduino

memiliki 14 pin input atau output digital, 6 pin input atau output analog, koneksi USB dan tombol reset.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Pada Gambar 2.2 menjukkam komponen Arduino Uno yang digunakan pada evaluasi desain dalam pengujian ini.

#### 2.2.4 Sensor Getar SW 420

Sensor Getar SW 420 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran, cara kerja sensor ini adalah dengan menggunakan 1 buah pelampung logam yang akan bergetar ditabung yang berisi 2 elektroda ketika sensor menerima getaran. (Wati, 2020).



Gambar 2.3 Sensor getar SW 420

Pada Gambar 2.3 merupakan tampilan dari sensor getar SW-420 yang digunakan dalam pengujian ini. Sensor digital pada sensor getar SW-420 menghasilkan keluaran logika *High* pada saat mendeteksi terjadinya getaran. Inti dari sensor ini merupakan komponen pendeteksi getar yang akan bereaksi pada getaran yang terjadi dari berbagai sudut. Pada kondisi tidak mendeteksi getaran

sensor ini berfungsi seperti saklar yang berada pada kondisi menutup, dan bersifat konduktif pada kondisi mendeteksi getaran. Tingkat sensitifitas getaran dapat diatur dengan memutar *potensiometer* (Siahan, 2017). Untuk lebih jelasnya tentang spesifikasi sensor getar Sw-420 dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Spesifikasi sensor getar SW-420

Tegangan Operasi	3,3 V – 5 V
Arus DC	15 mA
Output	0 dan 1 (digital)
Dimensi (panjang x lebar)	3,2 cm x 14 cm

### 2.2.5 Modul *Transceiver* nRF24L01

Modul Wireless nRF24L01 adalah module yang mempunyai fungsi untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang. Pin yang terdapat pada modul NRF 24l01 yaitu, GND, VCC, CSN, CE, MOSI, MISO, IRQ



Gambar 2.4 Antena nRF24L01

Gambar 2.4 merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk mengirim dan menerima data getaran yang diambil oleh sensor. Untuk lebih jelasnya spesifikasi nRF24L01 dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Spesifikasi antenna nRF24L01

Tegangan Operasi	2,7V -3,6 v
Frekuensi Operasi	2,4 Ghz – 2,5 Ghz

Daya Pancar	>20dbm
Arus Maksimal	115 mA
Arus DC	45mA
Jarak Transmisi	800m – 1000m
Dimensi (panjang x lebar)	4,5 cm x 1,6 cm

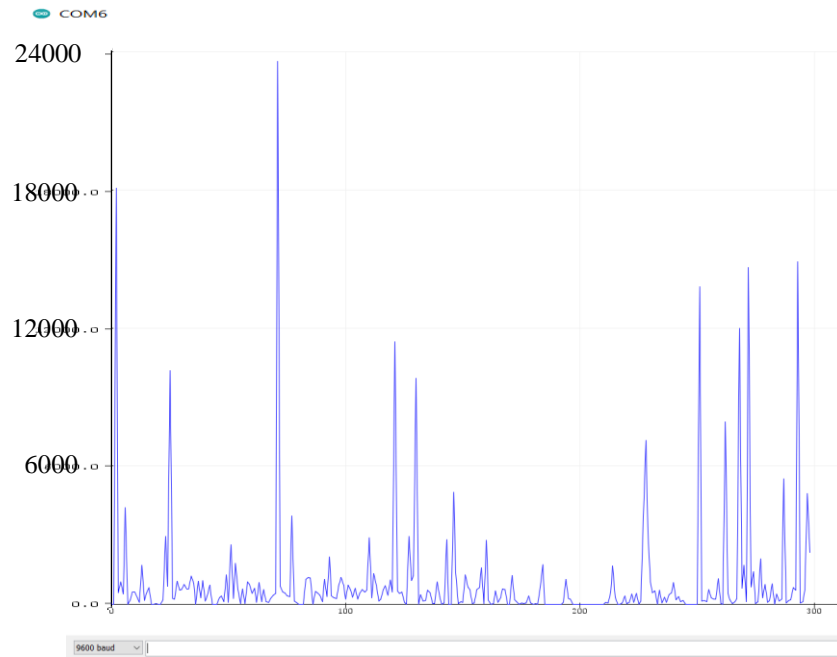
### 2.2.6 Printed Circuit Board (PCB)

PCB merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dengan lapisan jalur konduktornya. Secara umum fungsi PCB sebagai berikut :

- a. Sebagai tempat untuk menyusun komponen elektronik sehingga terpasang secara terorganisir
- b. Menghubungkan kaki komponen satu sama lain baik kaki komponen aktif maupun pasif
- c. Pengganti kabel untuk menyusun komponen sehingga lebih efektif

### 2.2.7 Software Arduino IDE

Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program ke dalam Arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara Bahasa C++ dan Java. *Software* Arduino ini dapat dioperasikan pada sistem operasi seperti windows. Selain digunakan untuk pemrograman, *software* Arduino IDE dapat digunakan untuk menampilkan grafik getaran dan juga pada penelitian ini *software* Arduino IDE digunakan untuk menampilkan grafik getaran. Contoh tampilan grafik dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Contoh tampilan grafik getaran pada Arduino IDE

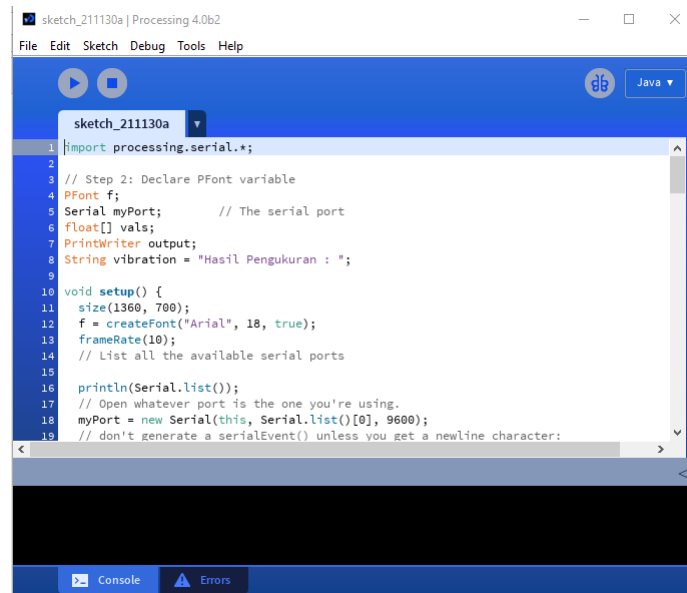
Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan tetapi kombinasi dari *hardware*, Bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *Software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode *biner* dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. *Software* IDE Arduino terdiri dari tiga bagian :

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam Bahasa *processing*.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah Bahasa *processing* kedalam kode biner karena kode biner merupakan satu – satunya Bahasa program yang dipahami oleh *microcontroller*.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori *microcontroller*.

### 2.2.8 *Software Processing*

Pengukuran getaran dengan *output* grafik membutuhkan bantuan perangkat lunak yang dapat terhubung dengan Arduino untuk mengubah data getaran dari sensor getar menjadi nilai getaran dan grafik getaran. Pada perangkat lunak Arduino mempunyai keterbatasan tidak dapat mengubah data menjadi nilai getaran

dan grafik getaran secara bersamaan sehingga dibutuhkan *software processing* sehingga dapat menampilkan data nilai getaran dan grafik getaran secara bersamaan. Berikut ini merupakan tampilan dari *software processing* yang dapat dilihat pada gambar 2.6



```
sketch_211130a | Processing 4.0b2
File Edit Sketch Debug Tools Help

sketch_211130a
1 import processing.serial.*;
2
3 // Step 2: Declare PFont variable
4 PFont f;
5 Serial myPort; // The serial port
6 float[] vals;
7 PrintWriter output;
8 String vibration = "Hasil Pengukuran : ";
9
10 void setup() {
11   size(1360, 700);
12   f = createFont("Arial", 18, true);
13   frameRate(10);
14   // List all the available serial ports
15
16   println(Serial.list());
17   // Open whatever port is the one you're using.
18   myPort = new Serial(this, Serial.list()[0], 9600);
19   // don't generate a serialEvent() unless you get a newline character:
```

Gambar 2.6 Tampilan *software processing*

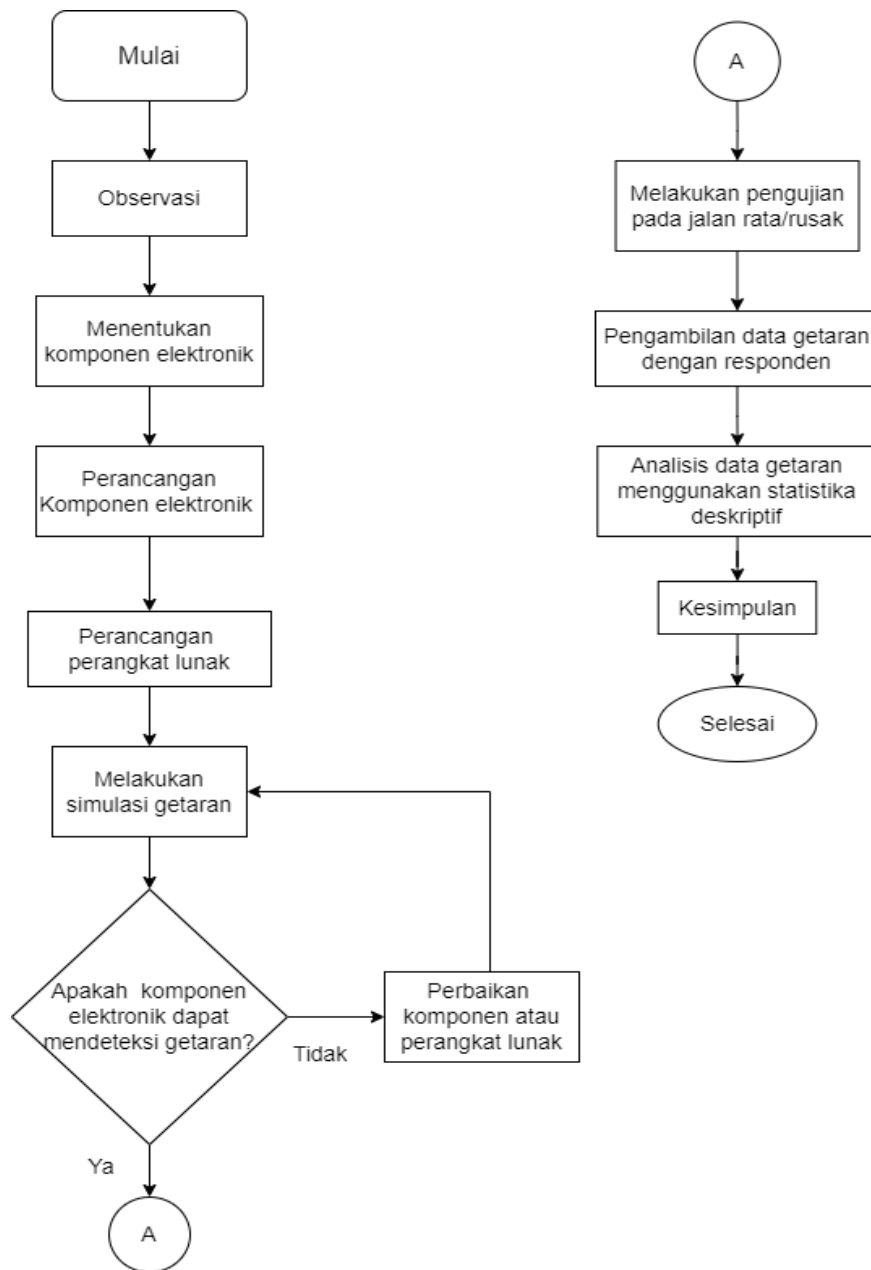
## 2.2.9 Metode Statistika Deskriptif

Menurut (Nuryadi dkk., 2017:2) menyatakan bahwa Statistika adalah gabungan dari beberapa informasi yang berbentuk angka – angka yang kemudian disusun dalam bentuk tabel yang kemudian digambarkan pada sebuah persoalan. Dalam statistika terdapat beberapa tahapan yaitu : pengumpulan data, penyajian data, pengolahan data, analisis data dan penarikan kesimpulan, sehingga data yang didapat selanjutnya dapat dianalisa hingga dibuat sebuah kesimpulan. Pada statistika, metode statistika dibedakan menjadi dua, yaitu metode statistika deskriptif dan metode statistika inferensia. Statistika deskriptif merupakan metode yang digunakan untuk pengumpulan dan penyajian data sehingga dalam penyajiannya dapat memberikan informasi yang dapat memudahkan pembaca untuk memahami data secara lebih mudah. Pada pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor akan menggunakan metode statika deskriptif dengan menggunakan data primer yang artinya data pengujian didapatkan atau dihasilkan

berdasarkan pengujian sendiri, sedangkan data sekunder nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk mengklasifikasikan nilai getaran yang dihasilkan. Berdasarkan sifatnya, data pada metode statistika deskriptif terbagi menjadi dua yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Dalam pengujian pengambilan data getaran, data kuantitatif berupa nilai getaran yang dihasilkan oleh sensor getar SW-420, sedangkan data kualitatif digunakan untuk menanyakan pendapat kepada responden pada saat melakukan pengujian, apakah getaran pada tempat duduk sepeda motor terasa nyaman atau tidak.

# BAB 3 METODE PENELITIAN

## 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

Sebelum melakukan perancangan perangkat keras, terlebih dahulu dilakukan kajian studi pustaka yang bertujuan untuk mencari referensi sehingga dapat menentukan komponen dan spesifikasi apa saja yang akan digunakan dalam penelitian ini. Setelah mendapatkan referensi yang didapat kemudian dilanjutkan dengan membuat rancangan perangkat keras. Terdapat dua perangkat keras pada penelitian dalam menguji getaran pada tempat duduk sepeda motor yaitu *Receiver* dan *Transmitter*. *Transmitter* digunakan untuk mengukur nilai getaran yang terjadi pada tempat duduk sepeda motor dari sensor getar, sedangkan *Receiver* digunakan untuk menerima data getaran dari *Transmitter* sehingga dapat menampilkan nilai getaran dan grafik getaran dengan bantuan *software Processing*. Pada perancangan perangkat keras *Transmitter* maupun *Receiver* komponen utama yang digunakan yaitu Arduino Uno, sensor getar SW 420, modul *transceiver* nRF23L01, dan PCB, perakitan komponen pertama kali yaitu mencetak papan PCB karena hal ini bertujuan untuk dukungan mekanis untuk komponen yang lain dan membantu dalam transfer dan komunikasi daya dan informasi antara perangkat elektronik, kemudian merakit komponen lainnya sesuai dengan skema yang telah ditentukan sebelumnya. Pada proses perakitan komponen elektronik terlebih dahulu melakukan pengecekan sambungan dengan menggunakan multimeter pada rangkaian sehingga mencegah terjadinya konslet atau *short-circuit*.

Setelah komponen elektronik telah dirakit dan berfungsi secara normal selanjutnya dilakukan pemrograman pada *microcontroller* Arduino sehingga alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian ini. Setelah pemrograman selesai, melakukan simulasi pada alat dan program untuk mengetahui adanya error pada alat atau program tersebut. Apabila tidak dapat terdapat kendala atau *error* dapat dilakukan pengujian untuk mengambil data getaran yang diletakkan pada tempat duduk sepeda motor sehingga dapat diketahui berapa getaran yang dihasilkan oleh sepeda motor tersebut.

Dalam pengolahan data pada hasil pengujian getaran yang telah dilakukan, digunakan metode statistika deskriptif untuk pengumpulan dan penyajian data menggunakan data sampel melalui empat responden yang akan diberi pertanyaan apakah getaran pada tempat duduk sepeda motor terasa nyaman atau tidak pada saat melakukan pengujian pada kondisi permukaan jalan yang halus maupun

kondisi permukaan aspal yang kasar. Metode statistika deskriptif terbagi menjadi dua yaitu data kuantitatif dan data kualitatif. Pada pengujian getaran ini data kuantitatif berupa nilai getaran yang dihasilkan pada tempat duduk sepeda motor, nantinya data kuantitatif pada nilai getaran akan dikelompokkan menjadi beberapa bagian berdasarkan tabel 3.1

Tabel 3.1 Klasifikasi Getaran

Nilai rata – rata	Hasil klasifikasi
0-299	<i>Very Weak</i>
300-349	<i>Weak</i>
350-599	<i>Medium</i>
600-649	<i>Strong</i>
650-700	<i>Very Strong</i>

Pada gambar 3.1 merupakan klasifikasi getaran dalam penelitian yang dilakukan oleh (Pakpahan dkk., 2020) menggunakan data analog dari sensor getar SW-420 dengan metode *Fuzzy Logic*, dalam penelitian tersebut tingkat getaran dapat menghasilkan nilai getaran berkisar antara 0-700. Sehingga pada penelitian ini menggunakan klasifikasi getaran tersebut untuk melakukan analisa getaran pada tempat duduk sepeda motor. Kemudian data kuantitatif yang sudah didapatkan melalui pengujian nantinya akan dihitung dengan rata – rata nilai getaran dan standar deviasinya untuk menentukan batas atas dan batas bawah, selanjutnya nilai rata – rata dan standar deviasi tersebut akan disimpulkan apakah getaran pada tempat duduk sepeda motor tersebut nyaman atau tidak nyaman. Kemudian pada data kualitatif responden akan diberi pertanyaan apakah sepeda motor khususnya pada tempat duduknya getaran terasa nyaman atau tidaknya tanpa mengetahui nilai getaran yang terjadi.

### 3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

Tabel 3.2 Software pada perangkat lunak dan juga fungsinya

No.	Software	Fungsi
1.	Arduino IDE	Berguna untuk membuat program meng- <i>compile</i> dan mengupload ke dalam <i>board</i> Arduino Nano
2.	<i>Processing</i>	Untuk menampilkan hasil data secara visual berupa grafik getaran dan nilai getaran

#### 3.2.2 Perangkat Keras

Komponen yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

Tabel 3.3 Komponen pada perangkat keras dan fungsinya

No.	Komponen	Fungsi
1.	Arduino Nano	Sebagai alat pengendali dan memproses program yang telah dibuat
2.	Sensor Getar SW 420	Mendeteksi getaran yang kemudian diubah menjadi sinyal analog
3.	Antena NRF24L01	Untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2.4 GHz
4.	<i>Printed Circuit Board</i> (papan PCB)	Sebagai tempat untuk menyusun komponen elektronik
5.	Kabel <i>Male - Female</i>	Untuk menghubungkan komponen elektronik

### 3.3 Perancangan

Perancangan pada alat sensor getar terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat keras menggunakan

komponen elektronik yang terbagi dalam *Transmitter* dan *Receiver* sedangkan perancangan perangkat lunak menggunakan *Software* Arduino IDE dan *Processing*

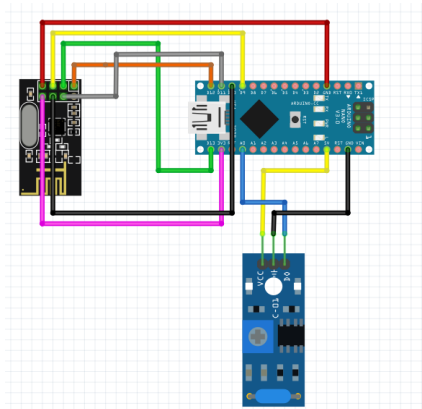
### **3.3.1 Perancangan Perangkat Keras**

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini menggunakan dua alat atau bagian yaitu *Transmitter* dan *Receiver*. *Transmitter* digunakan untuk mengukur nilai getaran yang terjadi pada tempat duduk sepeda motor dari sensor getar SW-420, sedangkan *Receiver* digunakan untuk menerima data getaran dari *Transmitter* yang ditransmisikan melalui antena NRF24L01.

Pengukuran nilai getaran diambil dari profil tempat duduk sepeda motor honda Vario 150 yang didapat oleh *Transmitter* dengan menggunakan sensor getar SW420, kemudian *Transmitter* mengirim data nilai getaran ke *Receiver*, setelah data diterima oleh *Receiver* yang terhubung oleh laptop kemudian data tersebut diubah menjadi nilai getaran dan grafik getaran dengan menggunakan perangkat lunak *Processing*. Dari grafik tersebut dapat diketahui besaran getaran pada tempat duduk sepeda motor yang berhubungan dengan kenyamanan ketika melewati permukaan jalan yang rata dan permukaan jalan yang kasar.

#### **3.3.1.1 Transmitter**

*Transmitter* merupakan suatu perangkat keras yang digunakan untuk membaca nilai getaran dan mengirimkan data berupa sinyal yang dihasilkan oleh sensor. Sinyal pada *Transmitter* merupakan suatu tanda ataupun sinyal yang diberikan ke alat penerima. Pada penelitian ini *Transmitter* terdiri dari papan PCB, Arduino nano, antena Transceiver nRF24L01 yang berfungsi sebagai serial komunikasi pengiriman data ke *Receiver*, dan sensor getar SW 420 sebagai alat untuk menghasilkan nilai getaran. Komponen *Transmitter* yang telah dirancang kemudian diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino untuk memberikan perintah ke *Transmitter* sehingga dapat membaca getaran pada tempat duduk sepeda motor ketika dilakukan pengujian saat melewati permukaan jalan yang rata dan permukaan jalan yang kasar. Rangkaian *Transmitter* dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.

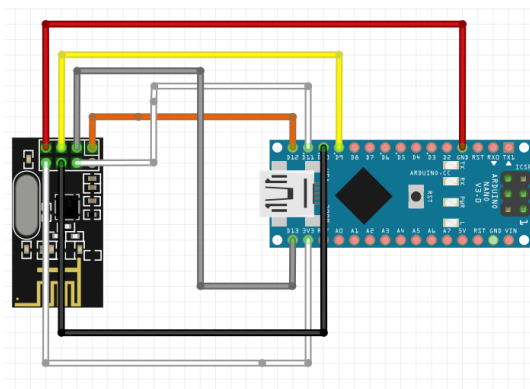


Gambar 3.2 Rangkain *Tranmitter*

Pada Gambar 3.2 merupakan rangkaian dari *transmitter* yang digunakan untuk mengambil data getaran pada tempat duduk sepeda motor, dalam rangkain tersebut dapat bekerja ketika diberi daya 12 V dengan menggunakan bantuan dari *power bank*

### 3.3.1.2 Receiver

*Receiver* merupakan suatu perangkat keras yang digunakan untuk menerima data yang ditransmisikan oleh *transmitter* kemudian data yang diterima *receiver* dapat diidentifikasi dan mengubahnya dalam bentuk grafik. Pada penelitian ini data tersebut berupa nilai getaran yang kemudian diubah menjadi grafik getaran dengan menggunakan perangkat lunak *Processing*. Rangkaian komponen *receiver* terdiri dari Arduino nano dan antenna nrf24L01 yang dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.

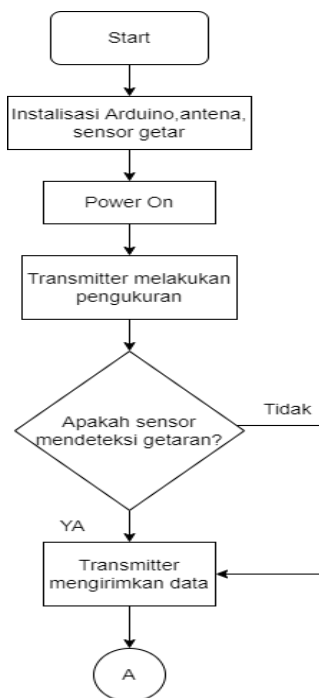


Gambar 3.3 Rangkain *Receiver*

Pada Gambar 3.3 merupakan rangkain dari *receiver* yang nantinya digunakan untuk menerima sinyal dari *transmitter* yang dihubungkan langsung oleh laptop dan *software Processing* sehingga dapat menunjukkan secara langsung nilai getaran dan grafik getaran.

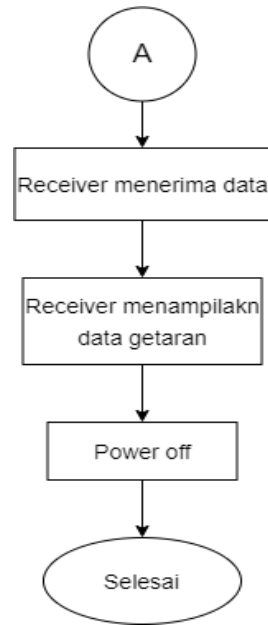
### 3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Setelah melakukan perancangan komponen elektronik tahap selanjutnya yaitu melakukan perancangan perangkat lunak, pada penelitian ini perancangan perangkat lunak menggunakan *Software Arduino IDE* dan *Software Processing*. *Software Arduino* berfungsi untuk membuat sebuah program pada mikrokontroler Arduino dan sensor getar SW-420 yang dihubungkan melalui kabel *USB*. Sedangkan *software Processing* digunakan untuk menampilkan data getaran dan grafik getarannya. Tahap pertama dalam perancangan perangkat lunak adalah mencari referensi program yang sesuai pada sensor getar dan antenna NRF24L01 selanjutnya memasukkan program dan menghubungkan kedalam komponen elektronik. Berikut merupakan logika pemrograman yang digunakan untuk pengujian getaran menggunakan *software Arduino IDE*.



Gambar 3.4 Diagram alir *transmitter*

Pada Gambar 3.4 merupakan diagram alir untuk komponen *transmitter*, *transmitter* berfungsi untuk mengambil data getaran yang dihasilkan oleh sensor SW-420 yang ditempatkan pada tempat duduk sepeda motor, kemudian data tersebut ditransmisikan ke *receiver*.



Gambar 3.5 Diagram alir *receiver*

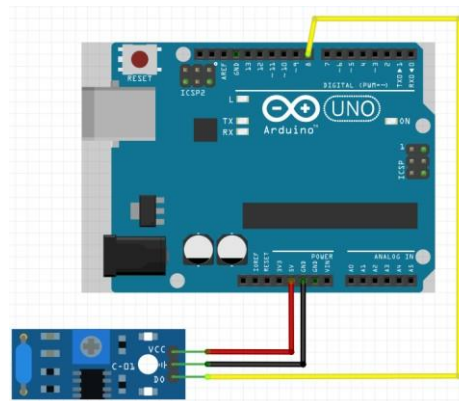
Pada Gambar 3.5 merupakan diagram alir dari program *receiver* yang berfungsi menerima data getaran dari *transmitter* kemudian menampilkan data nilai getaran dan grafik getaran menggunakan *software Processing*.

Ketika sensor getar sw-420 melakukan pengukuran dan mendeteksi adanya getaran pada tempat duduk sepeda motor maka akan ditunjukkan dengan *LED* menyala, apabila sensor getar sw-420 tidak mendeteksi adanya getaran maka *LED* akan mati. Pada saat *LED* menyala dan tidak menyala pada sensor getar sw-420 akan menghasilkan nilai getaran yang akan diproses oleh *transmitter* untuk mengirim nilai getaran menuju *receiver* melalui koneksi antena NRF24L01. Selanjutnya nilai getaran yang diterima oleh *receiver* yang terhubung oleh laptop ditampilkan melalui *software Processing* sehingga dapat menampilkan data getaran dan grafik getaran

### 3.4 Evaluasi Desain

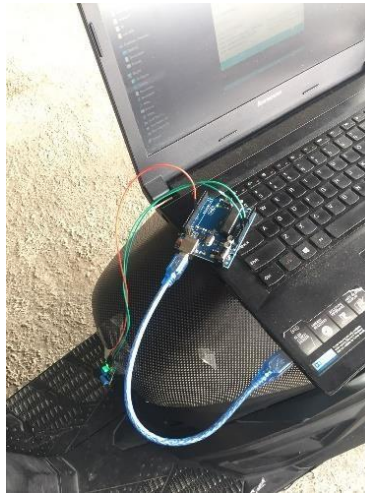
Pada penelitian getaran ini perancangan alat uji dikerjakan oleh dua orang, yang pertama alat uji berupa *transmitter* dan *receiver*. Sedangkan penulis melakukan perancangan pada alat evaluasi desain atau alat uji kedua yang berupa Arduino uno dan sensor getar sw-420 tanpa menggunakan antenna NRF24L01

Setelah melakukan pengujian dengan menggunakan *Transmitter* dan *Receiver* masih terdapat beberapa kendala seperti error pada nilai getarannya yang telah dibatasi dan juga terputusnya sinyal yang dihubungkan melalui antena nRF24L01. Untuk memperbaiki pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor maka dilakukan evaluasi desain sehingga didapat pengujian yang lebih baik yaitu dengan mengubah komponen pada alat pengujian yang semula menggunakan *Transmitter, Receiver* yang terhubung melalui antena nRF24L01 menjadi menggunakan dua komponen tanpa menggunakan antena nRF24L01 yaitu Arduino Uno dan sensor getar SW420. Pada evaluasi desain ini, untuk menampilkan grafik getaran menggunakan tambahan *Software* Arduino IDE sebagai pembanding dengan *Software Processing*. Maka dari itu diperlukan untuk membuat program baru untuk membaca nilai getaran pada *Software* Arduino IDE.



Gambar 3.6 Rangkaian evaluasi desain

Pada Gambar 3.6 merupakan rangkain evaluasi desain yang menggunakan komponen Arduino Uno dan sensor getar SW-420 tanpa menggunakan antena seperti pengujian yang dilakukan sebelumnya.



Gambar 3.7 Penempatan alat uji

Gambar 3.7 merupakan penempatan alat pengujian getaran, pada pengujian dengan menggunakan evaluasi desain Arduino uno terhubung langsung dengan laptop dengan tidak menggunakan antena NRF24L01 sehingga kendala terputusnya sinyal dapat diminimalisir dan menggunakan *software processing* untuk menampilkan hasil data getarannya. Kemudian untuk sensor getarnya diletakkan pada tempat duduk sepeda motor bagian depan.

### 3.5 Metode Pengujian

Berikut Merupakan parameter pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor dengan kondisi permukaan jalan rata dan kondisi permukaan jalan kasar.

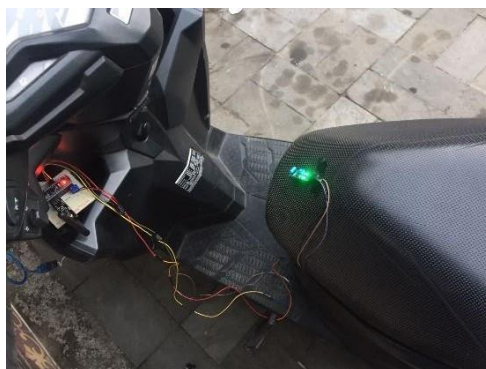
Tabel 3.4 Parameter Pengujian

No	Parameter Pengujian	Keterangan
1	Kecepatan	0 – 35 km/jam
2	Jarak	2 km
3	Kondisi jalan	A. Aspal rata B. Aspal kasar (Bergelombang)
4	Jumlah pengujian	3 kali percobaan
5	Profil yang diuji	Tempat duduk

6	Sepeda Motor	Honda Vario 150 (2017)
7	Lokasi Pengujian	A. Jl. Samberembe, Candibinangun, Sleman B. Jl Kaptan Haryadi, Sardonoharjo, Sleman

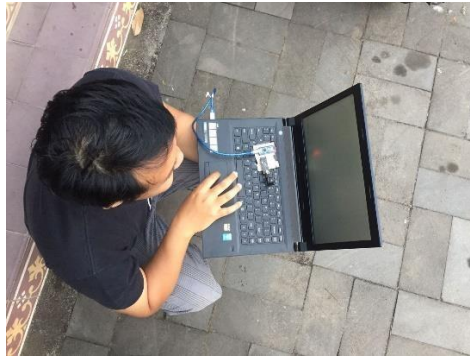
Pengujian getaran dilakukan dengan menggunakan dua alat yaitu yang pertama *transmitter* dan *receiver*, sedangkan alat kedua merupakan hasil dari evaluasi desain (Arduino uno dan sensor getar sw-420). Dalam melakukan pengujian getaran terdapat beberapa kriteria yang akan digunakan untuk mengambil data getaran diantaranya:

1. Dapat mendeteksi sinyal getaran pada profil yang diuji yaitu tempat duduk sepeda motor.
2. Dapat mengirimkan sinyal getaran melalui antenna NRF24L01.



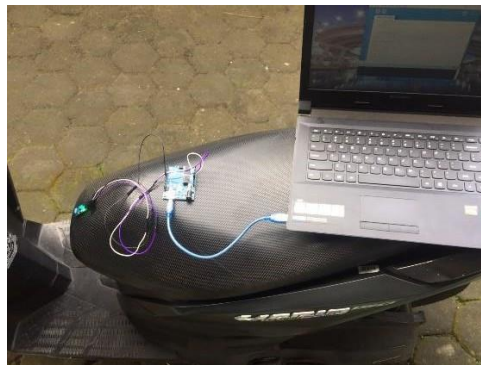
Gambar 3.8 penempatan *transmitter*

Pada Gambar 3.8 merupakan rangkaian *transmitter* yang diletakkan pada profil pengujian yaitu tempat duduk sepeda motor. Sensor getar sw-420 diletakkan pada bagian depan tempat duduk sehingga dapat menerima getaran pada saat sepeda motor berjalan kemudian sensor pada *transmitter* mengirimkan data getaran melalui antenna NRF24L01 dan data tersebut akan diterima oleh *receiver* yang terhubung oleh laptop melalui *software Processing* untuk menampilkan data getaran dan grafik getaran.



Gambar 3.9 Rangkaian *receiver*

Pada gambar 3.9 adalah setup untuk *receiver* yang digunakan saat melakukan pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor yang dioperasikan oleh satu orang sehingga data getaran dapat ditampilkan dan disimpan melalui *software Processing*.



Gambar 3.10 Rangkaian alat evaluasi desain

Gambar 3.10 merupakan rangkaian evaluasi desain yang menggunakan komponen aduino uno dan sensor getar sw-420 tanpa menggunakan antena NRF24L01. Karena pengiriman data getaran tidak menggunakan antena dan terhubung langsung oleh laptop, dalam pengujian getaran dilakukan oleh dua orang secara bersamaan atau berboncengan untuk melakukannya. Pada orang pertama bertugas untuk mengendarai sepeda motor sedangkan orang kedua (pembonceng) bertugas untuk memegang laptop dan mengamati hasil dari grafik getaran melalui *software Processing*

### 3.6 Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian menggunakan dua alat uji yaitu *transmitter*, *receiver* dan alat evaluasi desain maka dapat diketahui alat mana yang dapat melakukan pengujian getaran dengan baik tanpa kendala. Dalam pengambilan data getaran akan dibantu oleh empat orang responden untuk mendapatkan keterangan dari mereka apakah getaran pada tempat duduk sepeda motor terasa nyaman atau tidak nyaman dan dilakukan pengambilan data getaran pada kondisi jalan yang rata maupun kondisi jalan yang kasar.

Tabel 3.5 Parameter pengambilan data

No	Parameter Pengujian	Keterangan
1	Kecepatan	0 – 35 km/jam
2	Jarak	2 km
3	Kondisi jalan	A. Aspal rata B. Aspal kasar (Bergelombang)
4	Jumlah pengujian	3 kali percobaan
5	Profil yang diuji	Tempat duduk
6	Sepeda Motor	Honda Vario 150 (2017)
7	Lokasi Pengujian	A. Jl. Samberembe, Candibinangun, Sleman B. Jl Kapten Haryadi, Sardonoharjo, Sleman
8	Jumlah responden	4 Orang

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan

##### 4.1.1 Penampakan Alat

Rangkaian *transmitter* pada pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor terdiri dari Arduino uno yang dihubungkan oleh sensor getar SW-420 serta antenna NRF24L01 untuk mengirimkan sinyal getaran yang dihasilkan oleh sensor getar SW420 serta *power bank* sebagai sumber dayanya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Rangkaian *Transmitter*

Pada gambar 4.1 merupakan rangkaian komponen elektrik berupa *transmitter* yang digunakan untuk pengambilan data getaran yang diletakkan pada tempat duduk sepeda motor.

Gambar 4.2 merupakan rangkaian komponen elektrik berupa *Receiver* yang terdiri dari Arduino nano yang dihubungkan oleh antenna nrf24L01 sehingga dapat menerima sinyal getaran dari *transmitter*. Komponen tersebut dihubungkan oleh laptop.



Gambar 4.2 Rangkaian *Receiver*

Pada Gambar 4.2 merupakan rangkaian *receiver* yang digunakan untuk menerima data getaran yang ditransmisikan dari *transmitter* yang terhubung oleh laptop dan *software processing* sehingga dapat menampilkan data getaran dan grafik getaran secara langsung selama pengujian.

#### 4.1.2 Mekanisme Alat

##### A. *Transmitter*



Gambar 4.3 *Transmitter*

Pada Gambar 4.3 tampak komponen elektronik *Transmitter* yang terdiri dari sensor getar SW 420, nRF24L01 dan Arduino nano yang kemudian telah diinput program menggunakan *Software Arduino IDE*. *Transmitter* berfungsi untuk

mengambil nilai getaran dengan cara menempelkan sensor getar SW420 pada tempat duduk sepeda motor kemudian nilai getaran yang diterima ditransmisikan melalui antenna nRF24L01 dan diterima oleh *Receiver*.

#### B. *Receiver*



Gambar 4.4 *Receiver*

Pada Gambar 4.4 tampak komponen elektronik *Receiver* yang terdiri dari Arduino nano dan antenna nRF24L01 yang telah diinput program menggunakan *software* Arduino IDE. *Receiver* berfungsi untuk menerima data getaran dari *Transmitter* pada saat dilakukan pengujian, kemudian data getaran yang diterima *receiver* yang terhubung oleh laptop memalui antenna nRF24L01 dapat diubah dalam bentuk angka atau nilai getaran dan grafik getaran dengan menggunakan *software* *Processing*.

#### 4.1.3 Pemasangan Sensor

Pada saat pengujian, rangkaian *transmitter* digunakan untuk mengambil data getaran yang dihasilkan dari sensor getar SW-420 diletakkan pada bagian tempat duduk sepeda motor. Selanjutnya data getaran yang dihasilkan oleh sensor ditransmisikan menuju *receiver* yang terhubung oleh laptop. Jarak yang dapat dijangkau oleh antenna *Transmitter* ke *Receiver* adalah 1000 meter. Pengujian getaran dilakukan dengan jarak sekitar 2000 meter, untuk menghindari putusya sinyal antenna pengendara melakukan putar balik apabila jarak berkendara sudah mendekati 1000 meter.



Gambar 4.5 Pemasangan transmitter pada tempat duduk sepeda motor

Contoh pemasangan *transmitter* dapat dilihat pada gambar 4.5. Rangkaian transmitter digunakan untuk mengambil data getaran pada tempat duduk sepeda motor yang dihasilkan oleh sensor getar Sw-420 yang diletakkan pada bagian depan tempat duduk untuk mengetahui nilai getaran dengan menggunakan *power bank* sebagai dayanya

#### 4.2 Hasil Pengujian

Setelah komponen *Transmitter* dan *Receiver* selesai dirancang tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian alat untuk mengambil data getaran. Pengujian dilakukan dengan menempelkan *Transmitter* dan sensor getar pada tempat duduk sepeda motor sedangkan untuk *Receiver* dihubungkan ke laptop untuk menerima sinyal getaran. Dengan menggunakan sensor getar, data getaran diterima oleh *Transmitter* kemudian ditransmisikan ke *Receiver* sehingga akan menghasilkan nilai getaran yang dihasilkan dari tempat duduk sepeda motor, kemudian nilai getaran diubah dalam bentuk grafik dengan menggunakan *Software Processing* secara langsung pada saat pengujian. Pengambilan data nilai getaran pada tempat duduk sepeda motor terdapat dua pengujian yang berbeda yaitu dengan melalui permukaan jalan yang rata dan pengujian dengan permukaan jalan yang rusak (kasar)

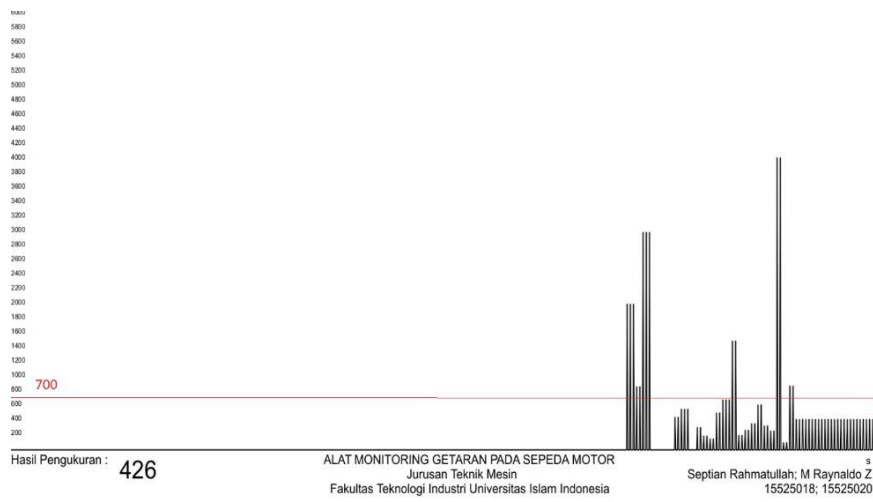
#### 4.2.1 Pengujian Pada Kondisi Jalan Yang Rata

Pengujian dilakukan pada dua kondisi aspal yang berbeda yang pertama yaitu pengujian pada kondisi aspal yang rata atau halus yang dapat dilihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Pengujian pada permukaan jalan yang rata

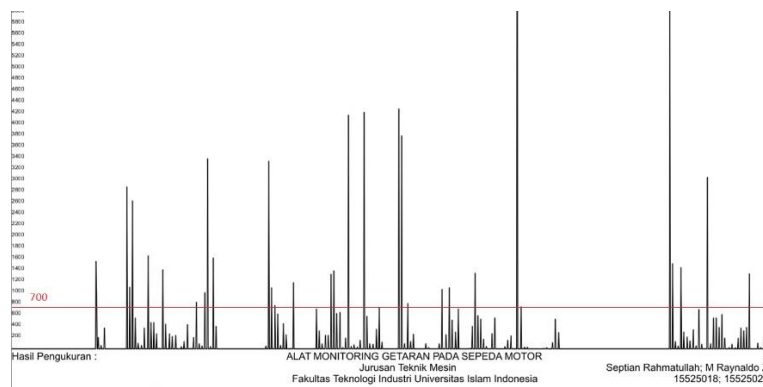
Pada pengujian kondisi aspal yang halus, pengujian dilakukan dengan kecepatan rata – rata 30 km/jam sampai 35 km/jam dengan jarak  $\pm 2$  km. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali pengujian menggunakan komponen *Transmitter* dan *Receiver* dengan output grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik getaran pengujian pertama

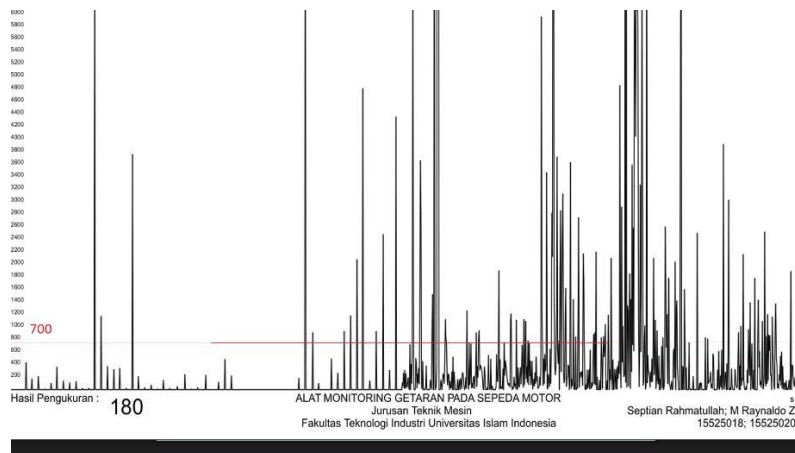
Pada Gambar 4.7 merupakan hasil grafik getaran yang dihasilkan pada tempat duduk sepedamotor dengan menggunakan *software Processing* dan alat uji berupa *Transmitter* dan *Receiver*, grafik tersebut merupakan ukuran dari puncak amplitudo tegangan setiap mengalami getaran yang dihasilkan dari sensor getar sw-420 (mV). Nilai besar dan kecilnya amplitudo ditunjukkan pada sumbu Y. sedangkan banyaknya frekuensi dari amplitudo pada setiap detik ditunjukkan pada sumbu X.

Terdapat beberapa kendala pada saat melakukan pengujian getaran yaitu terputusnya sinyal saat pengujian yang mana pada spesifikasi antenna nRF24L01 disebutkan jarak maksimal yang dapat dijangkau yaitu 1000 meter tetapi pada jarak antara 300 meter sinyal terputus. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Desnanjaya & Alfian, 2020) terputusnya sinyal pada modul NRF24L01 diakibatkan karena adanya orang atau kendaraan yang melintas diantara *transmitter* dan *receiver* sehingga dapat mengganggu sinyal getaran yang dikirim dari *transmitter* menuju *receiver* menjadi rusak atau hilang, kemudian semakin bertambahnya jarak antara transmitter dan receiver pada saat bergerak dapat menyebabkan sinyal terputus. Kendala selanjutnya yaitu pembacaan data getaran pada grafik terdapat lebih dari dua sampai tiga kali nilai getaran yang sama. Kemudian pengujian kedua dilanjutkan dengan mengubah *delay* pada program Arduino IDE yang semula 1000m/s menjadi 500m/s dan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik getaran pengujian kedua

Setelah mengubah *delay* menjadi 500m/s, grafik nilai getaran yang ditampilkan oleh *Software Processing* lebih baik dibandingkan dengan pengujian pertama tetapi masih terdapat kendala diantaranya yaitu pembacaan nilai getaran terputus pada saat pengujian tetapi dapat kembali membaca nilai getaran, kemudian terdapat beberapa nilai getaran yang melebihi batas yang telah ditentukan.



Gambar 4.9 Grafik getaram pengujian ketiga

Gambar 4.9 merupakan grafik nilai getaran pada pengujian ketiga, pada awal pengujian, sensor dapat membaca getaran tetapi sinyal dari *Transmitter* dan *Receiver* kembali terputus kemudian pembacaan nilai getaran dapat kembali melanjutkan membaca getaran dengan beberapa nilai getaran yang melebihi batas.

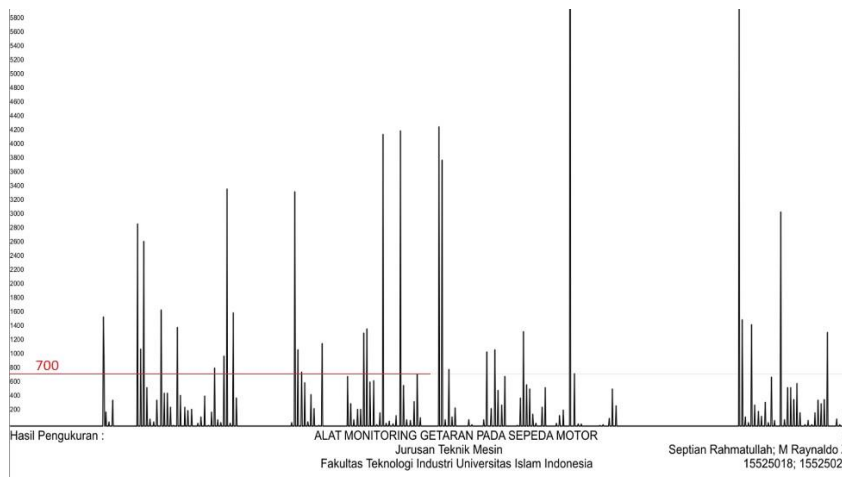
#### 4.2.2 Pengujian Pada Kondisi Jalan yang Rusak

Pada Gambar 4.10 merupakan pengujian getaran pada kondisi jalan dengan permukaan jalan rata, pengambilan data getaran dilakukan dengan mengendari sepeda motor dengan kecepatan 20 km/jam sampai 25km/jam dengan jarak tempuh sejauh 3 km.

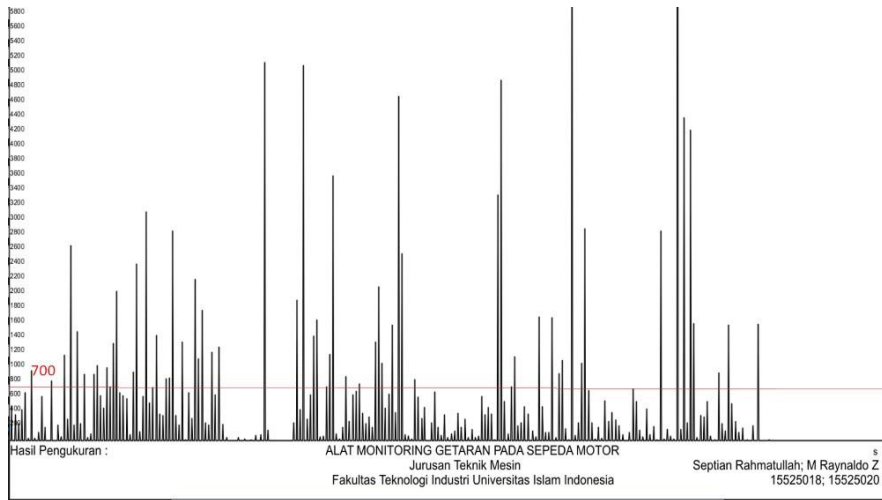


Gambar 4.10 Pengujian pada kondisi jalan yang rusak

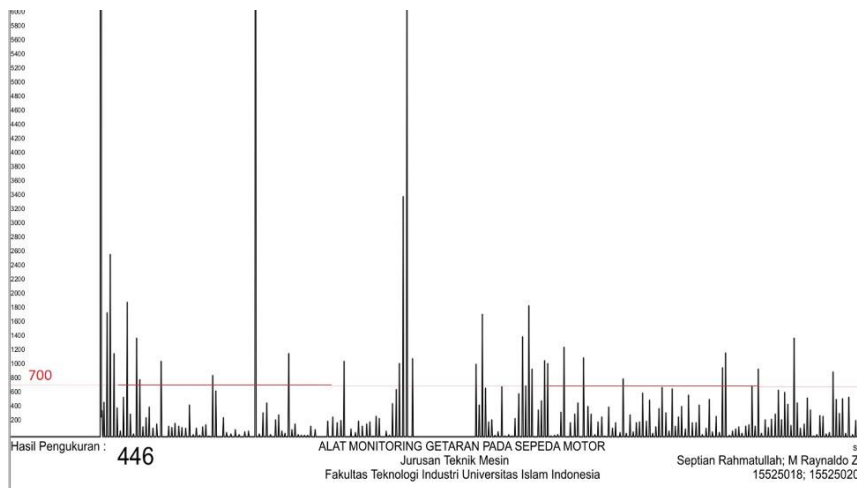
Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali pengujian menggunakan komponen *Transmitter* dan *Receiver* dengan *output* grafik menggunakan *software Processing* yang dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 4.11 Grafik getaran pengujian pertama



Gambar 4.12 Grafik getaran pengujian kedua pada jalan rusak



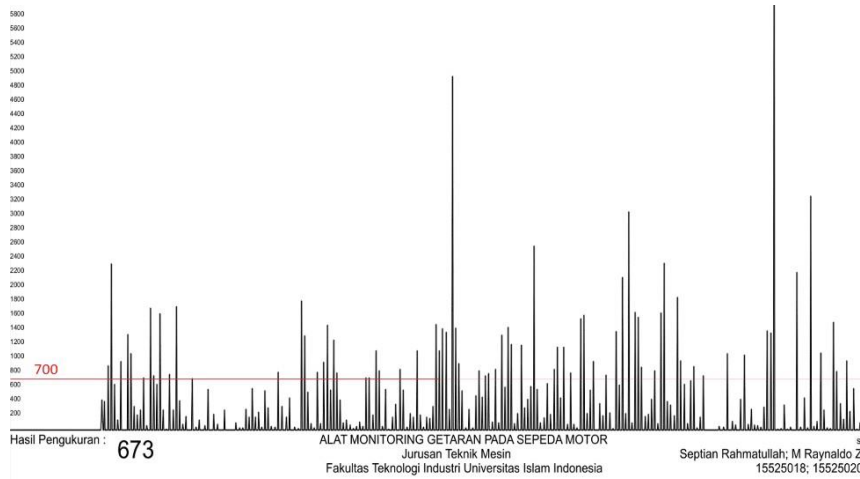
Gambar 4.13 Grafik getaran pengujian ketiga pada jalan rusak

Pada pengujian pertama dan kedua yang ditunjukkan pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 pada kondisi jalan yang rusak penggunaan *delay* pada program Arduino IDE langsung menggunakan *delay* 500 m/s atau 0,5 detik. Pembacaan nilai getaran masih terputus seperti pengujian sebelumnya dan juga adanya error nilai getaran yang melebihi batas yang telah ditentukan.

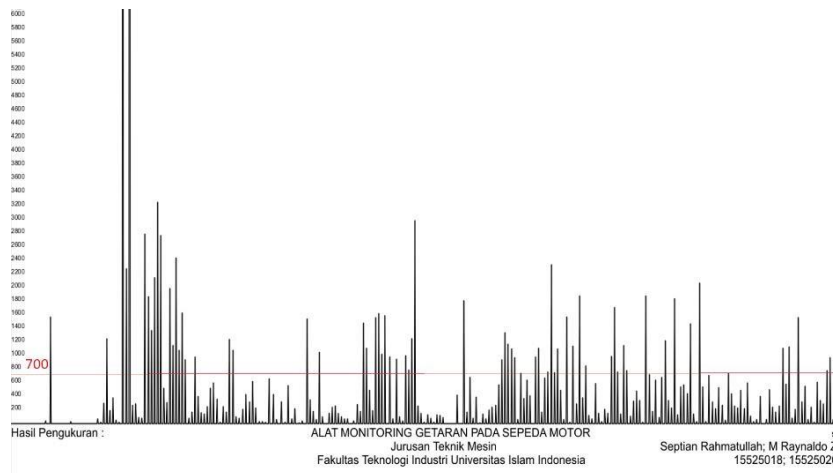
### 4.2.3 Hasil Pengujian Evaluasi Desain

Pada Gambar 4.14 dan 4.15 merupakan hasil pengujian menggunakan evaluasi desain pada kondisi jalan yang rata dengan kecepatan antara 30 km/jam sampai 35 km/jam dengan jarak 3 km dengan menggunakan perangkat Arduino

nano dan sensor getar SW420 tanpa menggunakan antenna nRF24L01 yang menggunakan *delay* 500m/s atau 0,5 detik dan *Software Processing* untuk menampilkan grafik getarannya.



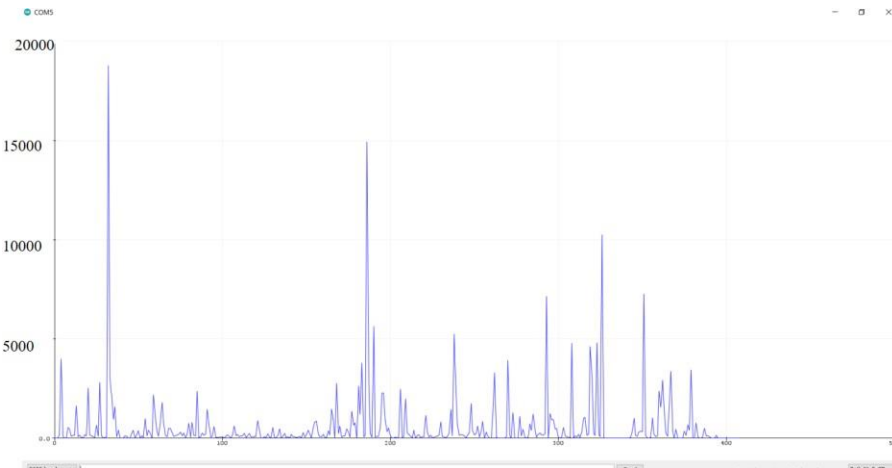
Gambar 4.14 Grafik pengujian pertama menggunakan *Software processing*



Gambar 4.15 Grafik pengujian kedua menggunakan *Software Processing*

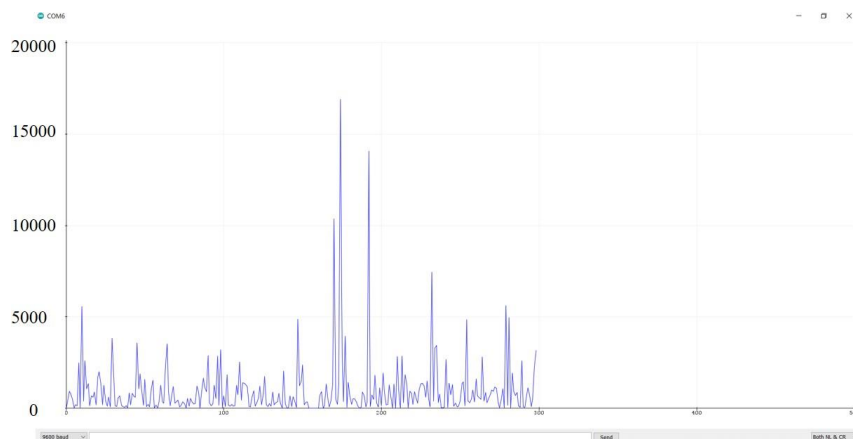
Gambar 4.14 dan 4.15 merupakan hasil pengujian getaran dengan menggunakan Arduino uno dan sensor getar SW 420, dari hasil grafik getaran tidak mengalami kendala seperti pengujian getaran menggunakan *transmitter* dan *receiver* karena getaran yang diterima oleh sensor getar langsung terhubung oleh *Software Processing* tanpa melalui proses mengirimkan dan menerima sinyal melalui antenna nRF24L01, tetapi masih terdapat beberapa *error* yang melebihi

batas namun errornya lebih sedikit dibandingkan pengujian getaran yang menggunakan *transmitter* dan *receiver*. Selanjutnya pengujian getaran dilakukan dengan menggunakan *Software Aduino IDE* untuk menampilkan grafiknya.



Gambar 4.16 Grafik pengujian pertama dengan *Software Arduino IDE*

Pada Gambar 4.16 merupakan hasil pengujian pada kondisi jalan yang rata dengan kecepatan antara 30km/jam sampai 35 km/jam dengan jarak 3km dengan menggunakan perangkat Arduino nano dan sensor getar SW420 tanpa menggunakan antena nRF24L01 yang menggunakan *delay* 500m/s atau 0,5 detik dan software Arduino IDE untuk menampilkan grafik getarannya.



Gambar 4.17 Grafik pengujian kedua dengan *Software* Arduino IDE

Gambar 4.16 dan 4.17 merupakan pengujian getaran menggunakan *output* grafik *Software* Arduino IDE grafik getaran masih mengalami kendala eror yang melebihi batas tetapi kendala error tersebut lebih baik daripada menggunakan alat uji transmitter dan receiver. Namun demikian terdapat kekurangan dalam melakukan pengujian nilai getaran menggunakan *Software* Arduino IDE yaitu tidak dapat mengambil nilai getaran bersamaan dengan grafik getarannya, berbeda dengan *Software Processing* yang dapat mengambil data nilai getaran secara bersamaan dengan grafik getaran pada saat pengujian. Sehingga dalam melakukan pengujian atau pengambilan data getaran difokuskan menggunakan alat uji dari evaluasi desain yaitu Arduino Uno dan sensor getar SW 420 dengan *Software Processing* untuk mengambil data getaran dan menampilkan grafik getarannya.

Setelah melakukan pengujian alat menggunakan *Transmitter Receiver*, dan Arduino uno, maka untuk pengambilan data getaran dengan responden menggunakan alat pengujian dari hasil evaluasi desain yaitu Arduino nano dan sensor getar SW-420 karena penerimaan getaran dari sensor tidak mengalami kendala terputusnya sinyal seperti pada saat pengujian menggunakan alat *transmitter* dan *receiver* yang terhubung oleh modul antena nRF24L01, untuk pengambilan data getaran menggunakan *Software Processing* sekaligus menampilkan grafik getarannya. Pengujian yang dilakukan oleh responden bertujuan untuk mengetahui pendapat mereka apakah getaran pada tempat duduk sepeda motor nyaman atau tidak nyaman. Pada proses pengambilan data dengan responden, dilakukan pengujian sebanyak 4 kali dengan 4 orang yang berbeda yang dilakukan pada jalan yang rata dan juga jalan yang rusak atau bergelombang dengan jarak 2 km dan kecepatan masing – masing untuk jalan yang rata adalah 30 km/jam – 35 km/jam sedangkan untuk kondisi jalan yang rusak dilakukan dengan kecepatan 25 km/jam – 30 km/jam.

Tabel 4.1 Tabel pertanyaan responden

	Nyaman	Tidak Nyaman
Responden 1		
Responden 2		
Responden 3		
Responden 4		

Tabel 4.1 merupakan pertanyaan yang ditujukan untuk responden pada saat pengambilan data getaran pada kondisi jalan yang rata dan kondisi jalan yang rusak. Selain mendapatkan respon dari responden pada pengambilan data getaran sekaligus untuk mendapatkan data getaran dari alat uji evaluasi desain menggunakan komponen Arduino uno dan sensr getar sw-420 yang diletakkan pada tempat duduk sepedamotor. Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab 3.1 data getaran berupa *output* dari sensor getar sw420

### 4.3 Analisis dan Pembahasan

Analisis deskriptif dalam pengujian ini digunakan untuk mengumpulkan data dan menyajikan data sehingga dapat memberikan informasi yang mudah dipahami dalam bentuk data sampel menggunakan diagram tabel

$$\text{Mean} = \left( \frac{\text{weak} + \text{medium} + \text{strong}}{n(\text{jumlah cacah data})} \right) \quad (4.1)$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (4.2)$$

$\mu$  menunjukkan mean populasi,  $N$  adalah cacah data populasi, dan  $X_i$  adalah nilai dari data ke-1.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N} \quad (4.3)$$

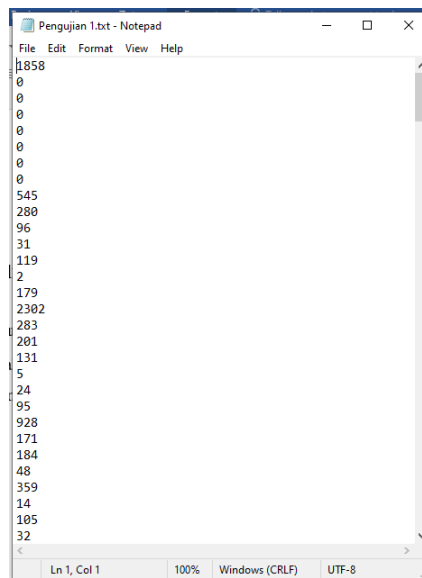
$\sigma^2$  menunjukkan varian populasi,  $\mu$  adalah mean populasi, dan  $X_i$  adalah nilai dari data ke-1,  $N$  adalah cacah data populasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}} \quad (4.4)$$

$\sigma$  menunjukkan standar deviasi populasi,  $\mu$  adalah mean populasi, dan  $X_i$  adalah nilai dari data ke-1,  $N$  adalah cacah data populasi

### 4.3.1 Pengambilan Data Pada Kondisi Jalan Yang Rata

Setelah dilakukan pengambilan data oleh responden maka akan didapatkan hasil nilai getaran dari *Software Processing* seperti gambar 4.18 dibawah ini



Gambar 4.18 Tampilan data nilai getaran *Software Processing*

Gambar 4.18 merupakan hasil data getaran dari *software processing* selama melakukan pengujian. Walaupun jarak pengujian selalu sama yaitu 2 km jumlah data getaran yang didapat dari *software Processing* tidak selalu sama jumlahnya maka dibutuhkan Microsoft Excel untuk menyamakan jumlah data getaran yang dapat dilihat pada gambar 4.19 dibawah ini.

	A	B	C	D	E
251	0	1405	57	175	
252	0	1040	7803	21238	
253	0	51	3155	3723	
254	0	133	44605	21	
255	0	1787	208	1041	
256	0	0	137	52	
257	0	0	116	31	
258	50	0		28	
259	37	0		0	
260	128	0		139	
261	0	153			
262	0	163			
263	61	0			
264	6	0			
265	26	0			
266	5	0			
267	0	0			
268	0	142			
269	52	124			
270		128			
271		0			
272		377			
273		254			
274		1018			
275		311			
276		2179			
277		5249			
278		12719			
279		246			
280		87			

Gambar 4.19 Jumlah data nilai getaran tiap sampel

Gambar 4.19 menunjukkan jumlah data getaran yang telah dilakukan sebanyak 4 kali pengambilan data getaran. Walaupun pengujian dilakukan pada jarak yang sama namun Karena jumlah nilai getaran tidak selalu sama pada saat pengujian pertama hingga pengujian keempat, maka jumlah data nilai getaran yang berlebih kemudian diringkas sehingga didapat jumlah data yang sama antara pengujian pertama hingga pengujian keempat.

Tabel 4.2 Tabel klasifikasi getaran

Nilai getaran	Hasil klasifikasi
0 - 349	Weak
350 - 599	Medium
600 - 700	Strong

Seperti yang telah dijelaskan pada dasar teori, pada pengujian getaran ini menggunakan klasifikasi tegangan dengan sensor sw-420 yang dilakukan oleh Ikhwan El Akhmal pada peneitiannya yang berjudul Performance Analysis of the Sw-420 Vibration Sensor on Vibrating Equipment Using the Fuzzy Logic Method. Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan rentan getaran 0 - 349 merupakan getaran lemah sampai rentan getaran 600 – 700 merupakan getaran kuat.

Setelah mendapatkan data getaran dari pengujian dengan responden, kemudian data tersebut dikelompokkan seperti tabel 4.3 dibawah ini. Pada tabel 4.3 berisikan tentang informasi secara singkat selama pengambilan data getaran yang didapat dengan mengklasifikasikan skala getaran (*weak, medium, strong*) dan data *error*.

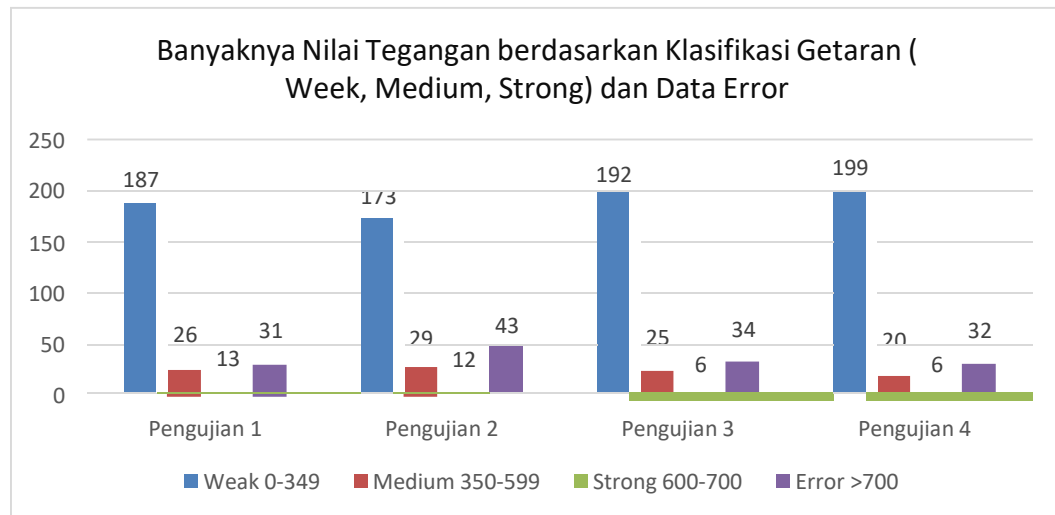
Tabel 4.3 Hasil pengujian nilai getaran

Responden	Nilai Tegangan				
	Keterangan Responden	<i>Weak</i> (0-349)	<i>Medium</i> (350 – 599)	<i>Strong</i> (600 – 700)	Data <i>Error</i> (>700)
1	Nyaman	187	26	13	31
2	Nyaman	183	29	12	33
3	Nyaman	192	26	6	33
4	Nyaman	199	20	6	32

Pada tabel 4.3 menunjukkan dari pernyataan yang didapat dari responden setelah melakukan pengujian, dalam melakukan pengujian getaran dengan responden didapat keterangan menunjukkan keterangan bahwa selama melakukan pengujian, getaran yang dirasakan masih tergolong nyaman. data dari pernyataan responden merupakan data kualitatif yaitu data yang didapat dari keterangan responden saat pengambilan data tergantung dari apa yang dirasakan saat berkendara dengan sepeda motor. Maka dari itu dibutuhkan data kuantitatif yang merupakan data dari hasil pengukuran getaran dengan sensor getar sw-420 yang ditunjukkan dengan angka nilai getaran yang terdiri dari skala *weak, medium* dan *strong*. Dari data diatas didapat skala getaran *weak* (0 - 349) memiliki jumlah data yang lebih banyak dibandingkan skala getaran yang lainnya. Sehingga pernyataan responden yang menyatakan getaran pada tempat duduk tersebut masih nyaman dapat dikatakan sesuai selama pengujian.

Sedangkan untuk data error merupakan jumlah nilai getaran yang melewati batas hingga lebih dari 700 mV. Penetapan nilai 700mV berdasarkan hasil dari klasifikasi yang dilakukan oleh Ikhwan El Akhmal pada penelitiannya 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. Setelah menyajikan data dalam bentuk diagram tabel sesuai dengan klasifikasi getaran, selanjutnya digunakan diagram tabel untuk lebih mempermudah dalam penyajian data yang dapat dilihat pada gambar 4.20 dibawah ini.



Gambar 4.20 Klasifikasi getaran pada jalan rata

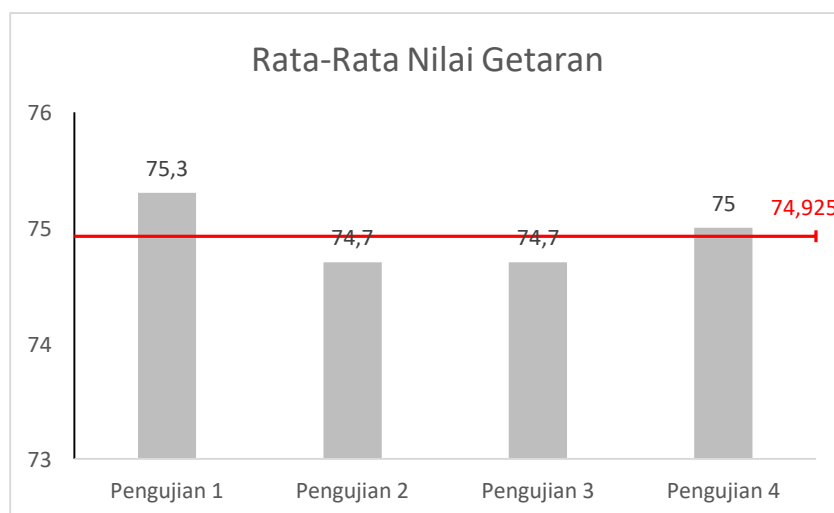
Pada Gambar 4.20 merupakan hasil pengujian nilai getaran tempat duduk sepeda motor Honda Vario 150 yang diubah menjadi diagram batang untuk mempermudah membaca informasi mengenai sebaran data klasifikasi getaran pada hasil pengujian. Pada diagram tersebut menunjukkan klasifikasi getaran yang didapat pada saat pengujian pertama hingga pengujian keempat pada kondisi permukaan jalan rata, pada gambar 4.20 dapat dilihat pada jumlah nilai getaran pada skala *weak* lebih tinggi dibandingkan skala getaran yang lain. Tetapi untuk memperjelas seberapa besar tingkat kenyamanan pada tempat duduk sepeda motor perlu perhitungan lebih lanjut dengan menggunakan metode perhitungan standar deviasi. Setelah mengklasifikasikan nilai getaran yang didapat kemudian melakukan perhitungan untuk mencari nilai rata – rata getaran setiap pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Nilai rata – rata pengujian pada kondisi jalan rata

Responden	Pada Jalan Rata
1	75,3
2	74,7
3	74,7
4	75

$$\text{Mean} = \frac{75.3+74.7+74.7+75}{4} = 74.92 \quad (4.5)$$

Pada tabel 4.4 merupakan perhitungan total dari klasifikasi getaran dari nilai getaran *weak*, *medium*, dan *strong* dari pengujian pertama sampai pengujian keempat. Setelah menghitung nilai rata – rata pada setiap pengujian selanjutnya digunakan diagram batang untuk menentukan kenyamanan pada tempat duduk sepeda motor yang dapat dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4.21 Diagram rata – rata klasifikasi getaran

Gambar 4.21 menunjukkan jumlah nilai rata – rata pada klasifikasi getaran(*weak*, *medium*, *strong*) dalam bentuk diagram batang yang didapat dari pengujian getaran pertama hingga pengujian getaran keempat pada pengujian getaran pada tempat duduk sepeda motor. Kemudian jumlah klasifikasi getaran (*weak*, *medium*, *strong*) pada pengujian yang dilakukan oleh responden pertama hingga keempat di rata- rata dan mendapatkan nilai rata- rata sebesar 74,9, nilai rata – rata tersebut belum dapat menentukan tingkat kenyamanan getaran sehingga

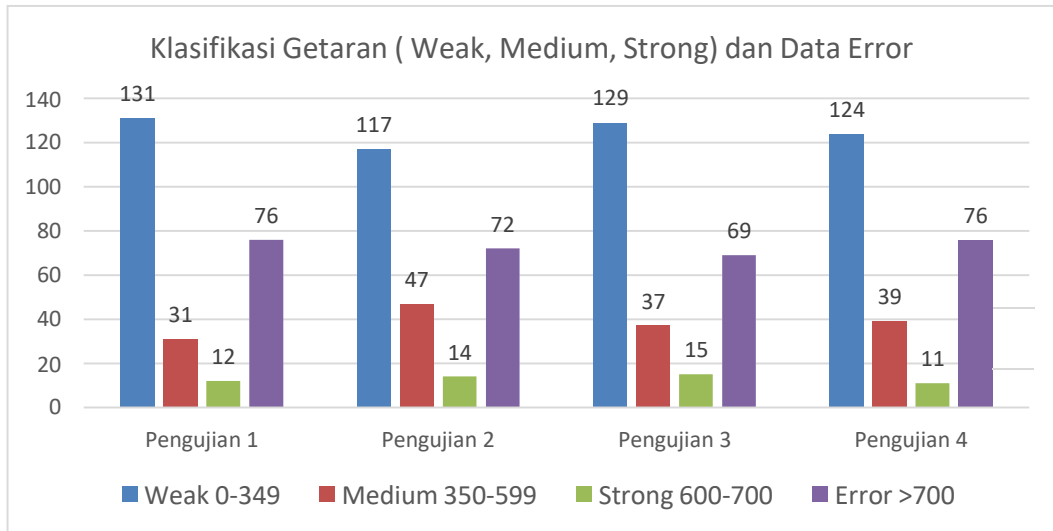
diperlukan perhitungan standar deviasi untuk menentukan batas atas dan batas bawah.

#### 4.3.2 Pengujian Pada Kondisi jalan yang Rusak

Tabel 4.5 Hasil pengujian nilai getaran pada kondisi jalan yang rusak

Responden	Keterangan Responden	Nilai Tegangan			
		Weak (0-349)	Medium (350 – 599)	Strong (600 – 700)	Data Error (>700)
1	Tidak nyaman	131	31	12	76
2	Nyaman	117	47	14	72
3	Nyaman	129	37	15	69
4	Nyaman	124	39	11	76

Pada tabel 4.5 menjukaan hasil pengujian getaran pada kondisi jalan yang rusak. Dari pernyataan yang didapat dari responden pada saat melakukan pengujian getaran, terdapat satu responden yang menyatakan bahwa getaran yang terjadi pada tempat duduk saat melewati kondisi permukaan aspal yang kasar tidak nyaman. Meskipun data getaran yang dihasilkan oleh sensor getar sw-420 pada getaran *weak* lebih banyak dibanding getaran *medium* dan *strong*. Yang seharusnya dalam hal ini getaran tersebut dapat dikatakan getaran yang nyaman. Sehingga untuk menentukan korelasi antara getaran dan kenyamanannya akan dilanjutkan pada perhitungan standar deviasi untuk menentukan tingkat kenyamanannya apakah berada pada batas bawah atau berada pada batas atas. Tingkat kenyamanan dari hasil perhitungan standar deviasi adalah sangat nyaman, normal, atau kurang nyaman.



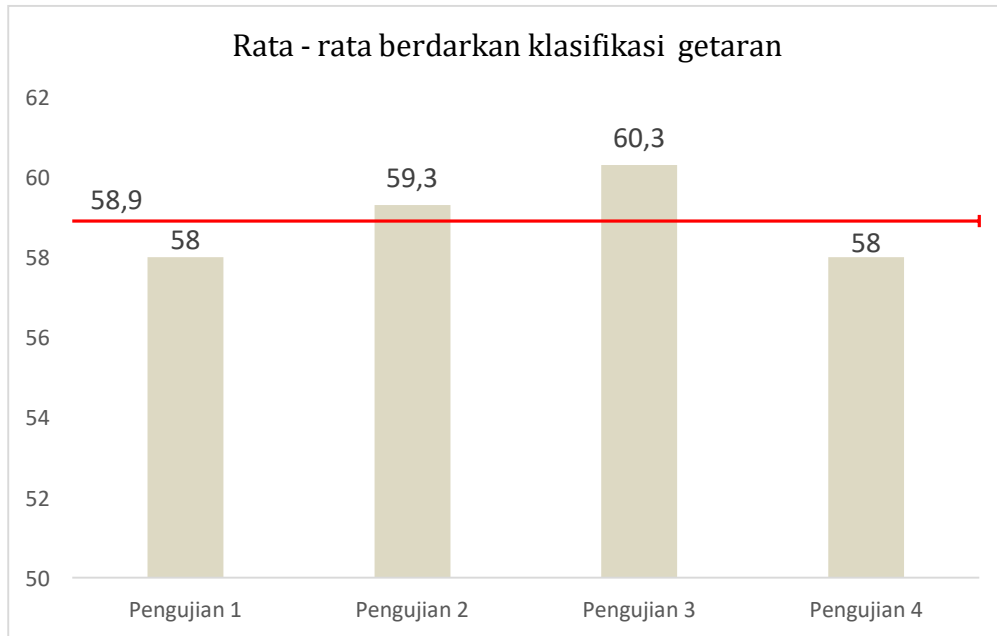
Gambar 4.22 Banyaknya nilai tegangan berdasarkan klasifikasi getaran

Pada Gambar 4.22 merupakan hasil pengujian nilai getaran tempat duduk sepeda motor Honda Vario yang diubah menjadi diagram batang untuk mempermudah membaca informasi hasil pengujian. Pada diagram batang tersebut, pada pengujian kondisi permukaan aspal yang kasar menunjukkan tingkat kenyamanan yang didapat pada saat pengujian cukup baik, yang dapat dilihat pada jumlah nilai getaran pada skala weak lebih tinggi dibandingkan skala getaran yang lain. Tetapi untuk memperjelas seberapa besar tingkat kenyamanan pada tempat duduk sepeda motor perlu perhitungan lebih lanjut dengan menggunakan metode perhitungan standar deviasi.

Tabel 4.1 Nilai rata – rata pengujian pada jalan kasar

Responden	Nilai rata - rata
1	58
2	59,3
3	60,3
4	58

$$\text{Rata - rata} = \frac{58+59,3+60,3+58}{4} = 58.9 \quad (4.6)$$



Gambar 4.23 Diagram rata – rata berdasarkan klasifikasi getaran

Pada Gambar 4.23 merupakan nilai getaran rata – rata pada pengujian pertama hingga pengujian keempat pada kondisi permukaan aspal yang kasar. Dari perhitungan tersebut nilai rata - rata didapatkan hasil 58,9 yang ditunjukkan pada garis merah. Untuk memperjelas seberapa besar tingkat kenyamanan pada tempat duduk sepeda motor diperlukan perhitungan standar deviasi dan kemudian menentukan batas atas dan batas bawah yang dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

Tabel 4.6 Perhitungan standar deviasi

Responden	Nilai rata - rata	$xI - \mu$	$(xI - \mu)^2$
1	75,3	9,24	85,33
	58	-8,91	79,43
2	74,7	8,64	74,61
	59,3	-7,61	57,95
3	74,7	8,64	74,61
	60,3	-6,61	43,73
4	75	8,94	79,88
	58	-8,91	79,43
$\Sigma$	535.3		517.59

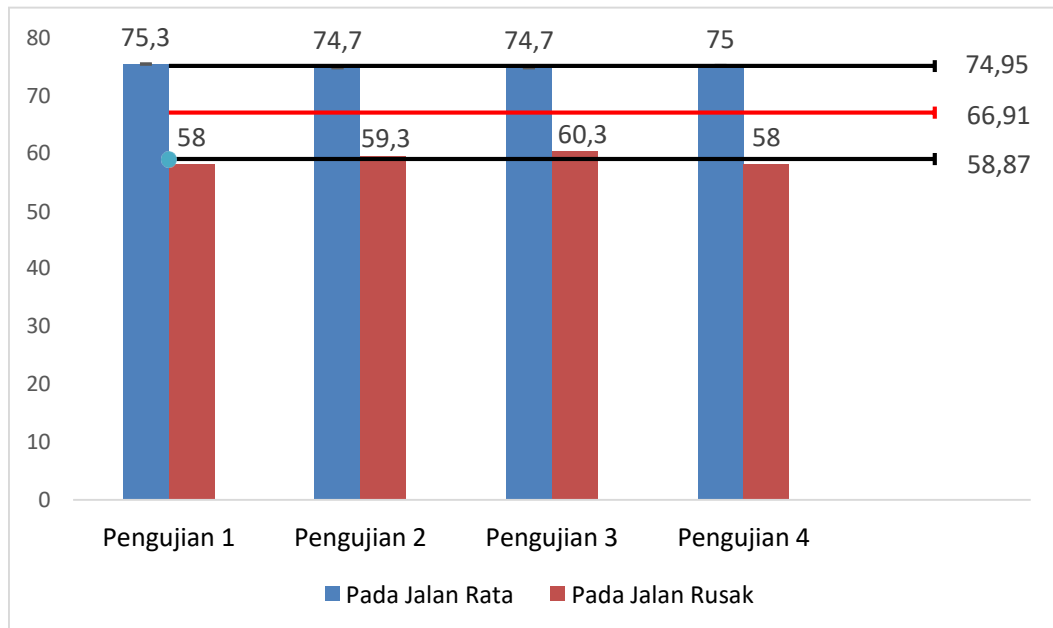
$$\mu = \frac{\sum_{t=1}^N X_t}{N} = \frac{535,3}{8} = 66,91 \quad (4.7)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{t=1}^N (X_t - \mu)^2}{N} = \frac{517,53}{8} = 64,69 \quad (4.8)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (X_t - \mu)^2}{N}} = \sqrt{64,69} = 8,04 \quad (4.9)$$

$$\text{Batas atas} = 66,91 + 8,04 = 74,95 \quad (4.10)$$

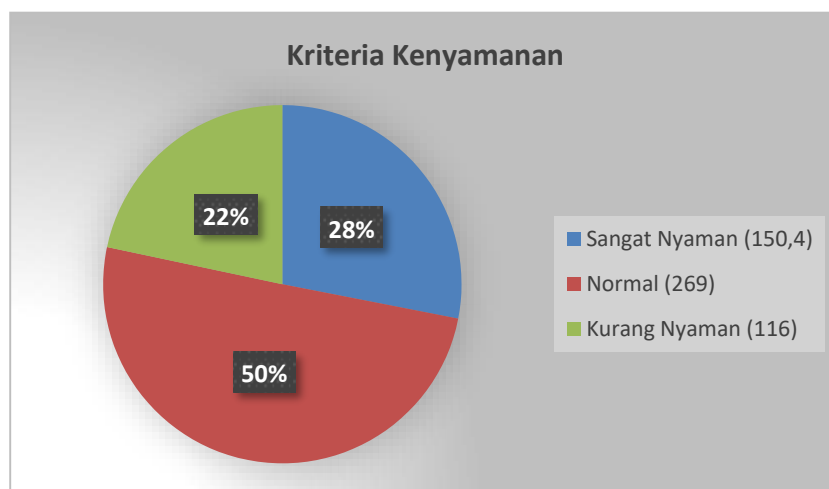
$$\text{Batas Bawah} = 66,91 - 8,04 = 58,87 \quad (4.11)$$



Gambar 4.24 Diagram tabel standar deviasi

Gambar 4.24 menunjukkan hasil dari pengujian getaran pada kondisi jalan ratadan kondisi jalan yang kasar. Setelah melakukan perhitungan menggunakan standar deviasi. Pada pengujian getaran dengan kondisi permukaan jalan yang halus dan kondisi permukaan jalan yang kasar didapat batas atas yaitu 74.95 dan batas bawah yaitu 58,87. Pada pengujian getaran permukaan jalan halus hasil rata-rata nilai pengujian dapat dikategorikan sebagai tingkat kenyamanan yang sangat nyaman atau minim getaran yang terjadi, karena nilai rata- rata getaran berada

diatas nilai rata – rata pengujian yaitu 69,91. Sedangkan untuk pengujian getaran kondisi jalan rusak hasil rata – rata nilai getaran pada pengujian pertama dan keempat mendapatkan nilai rata – rata getaran yang sama yaitu 58, pada kondisi ini dikategorikan sebagai tingkat kenyamanan kurang nyaman karena berada pada batas bawah nilai rata – rata yaitu 58,87. pada pengujian kedua dan ketiga mendapatkan nilai rata – rata getaran 59,3 dan 60,3, pada nilai tersebut dikategorikan sebagai tingkat kenyamanan normal karena nilai tersebut lebih dari batas bawah 58,87.



Gambar 4.25 Sebaran kriteria kenyamanan

Pada Gambar 4.25 diatas merupakan hasil secara keseluruhan pada pengujian getaran pada tempat duduk dengan kondisi permukaan jalan rata dan permukaan jalan kasar dengan menggunakan sepeda motor Honda Vario 150. Berdasarkan hasil tersebut selama pengujian, sepeda motor Honda Vario 150 memiliki tingkat kenyamanan yang normal sebesar 50% dengan nilai 269, tingkat kenyamanan sangat nyaman 28% dengan nilai 150,4 dan kenyamanan kurang nyaman 22% dengan nilai 116,4, sehingga sepeda motor Honda Vario 150 memiliki nilai getaran yang cukup kecil dan nyaman digunakan pada kondisi permukaan jalan yang rata dan kondisi jalan yang kasar

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian, didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perancangan pada pengujian getaran alat uji yang dapat mendeteksi getaran dengan baik yaitu pada alat kedua (evaluasi desain) yang terdiri dari komponen Arduino uno dan sensorgetar sw-420
2. Setelah melakukan pengolahan data dari alat pengujian getaran pada profil yang diuji yaitu tempat duduk sepeda motor, memperoleh kriteria kenyamanan yang normal dengan nilai 269 atau mencapai 50% baik pada saat sepeda motor honda vario 150 melewati kondisi jalan yang rata maupun kondisi jalan yang kasar.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

1. Selain menggunakan sensor SW-420 dapat menggunakan sensor Acelerometer.
2. Saat menggunakan sensor SW-420 jangan terlalu sering memutar atau mengatur potensiometer karena dapat mempengaruhi hasil pengujian

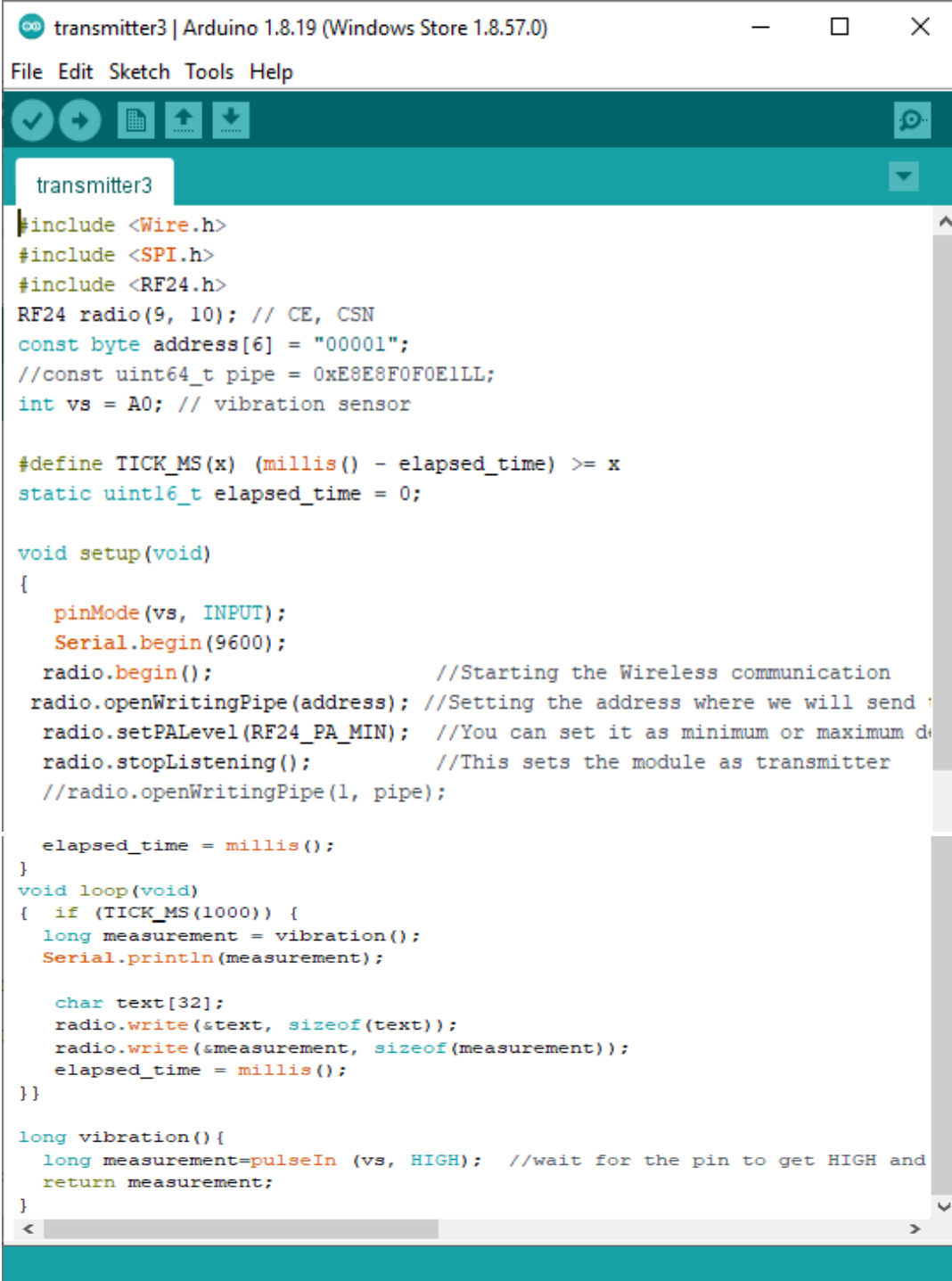
## DAFTAR PUSTAKA

- Arista, E. Y., Arifianto, D., & Suyanto. (2012). Pengukuran Getaran Dengan Vibrometer Dan Akustik Pada Mesin Pendorong Pokok (MPK) KRI Pulau Rupert-712 Di Komando Armada RI Kawasan Timur Surabaya. 1.
- Brammer, A. J., & Pitts, P. M. (2012). Brammer A.J., & Pitts P.M.: Frequency weighting for vibration-induced white finger compatible with exposure-response models. *Ind. Health*. 2012, 50 pp. 397–411. *Ind. Health*, 397-411.
- Desnanjaya, I. G., & Alfian, M. D. (2020). Pengiriman data NRF24L01+ dengan Kondisi Line Of Sight dan Non Line Of Sight. *Jurnal Resistor*, 129-138.
- Husnul, N. R., Prasetya, E. R., Sadewa, P., Ajimat, & Purnomo, L. I. (2020). *Statistik Deskriptif*. Tangerang selatan: Aden.
- Nurchayani. (2011). Pengaruh teknik probing terhadap hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran konsep getaran dan gelombang: quasi eksperimen di SMPN 17 Kota Tengerang Selatan. 25-26.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta: SIBUKU MEDIA.
- 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.
- Parkin, J., & Cluque, S. (2014). The impact of vibration on comfort and bodily stress while cycling. *Vibration from cycling*.
- Roseiro, L., & dkk. (2016). International Journal of Industrial Ergonomics. *Hand-arm and whole-body vibrations induced in cross motorcycle and bicycle drivers*, 150-160.
- Selic, V. (2021, June 16). Diakses dari website <https://dewesoft.com/application-notes/human-body-vibration-measurements-on-a-motorbike> pada 26/1/2022
- Siahan, A. O. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Penilaian Ujian Praktik SIM C berbasis Arduino Mega2560. 13-14.

Wati, E. K. (2020). *Rekayasa Vibrasi Sistem Peredam getaran*. Jakarta:  
LP\_UNAS.

## LAMPIRAN

### 1. Program Transmitter



```
transmitter3 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help

#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(9, 10); // CE, CSN
const byte address[6] = "00001";
//const uint64_t pipe = 0xE8E8F0F0E1LL;
int vs = A0; // vibration sensor

#define TICK_MS(x) (millis() - elapsed_time) >= x
static uint16_t elapsed_time = 0;

void setup(void)
{
  pinMode(vs, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  radio.begin(); //Starting the Wireless communication
  radio.openWritingPipe(address); //Setting the address where we will send
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN); //You can set it as minimum or maximum d
  radio.stopListening(); //This sets the module as transmitter
  //radio.openWritingPipe(1, pipe);

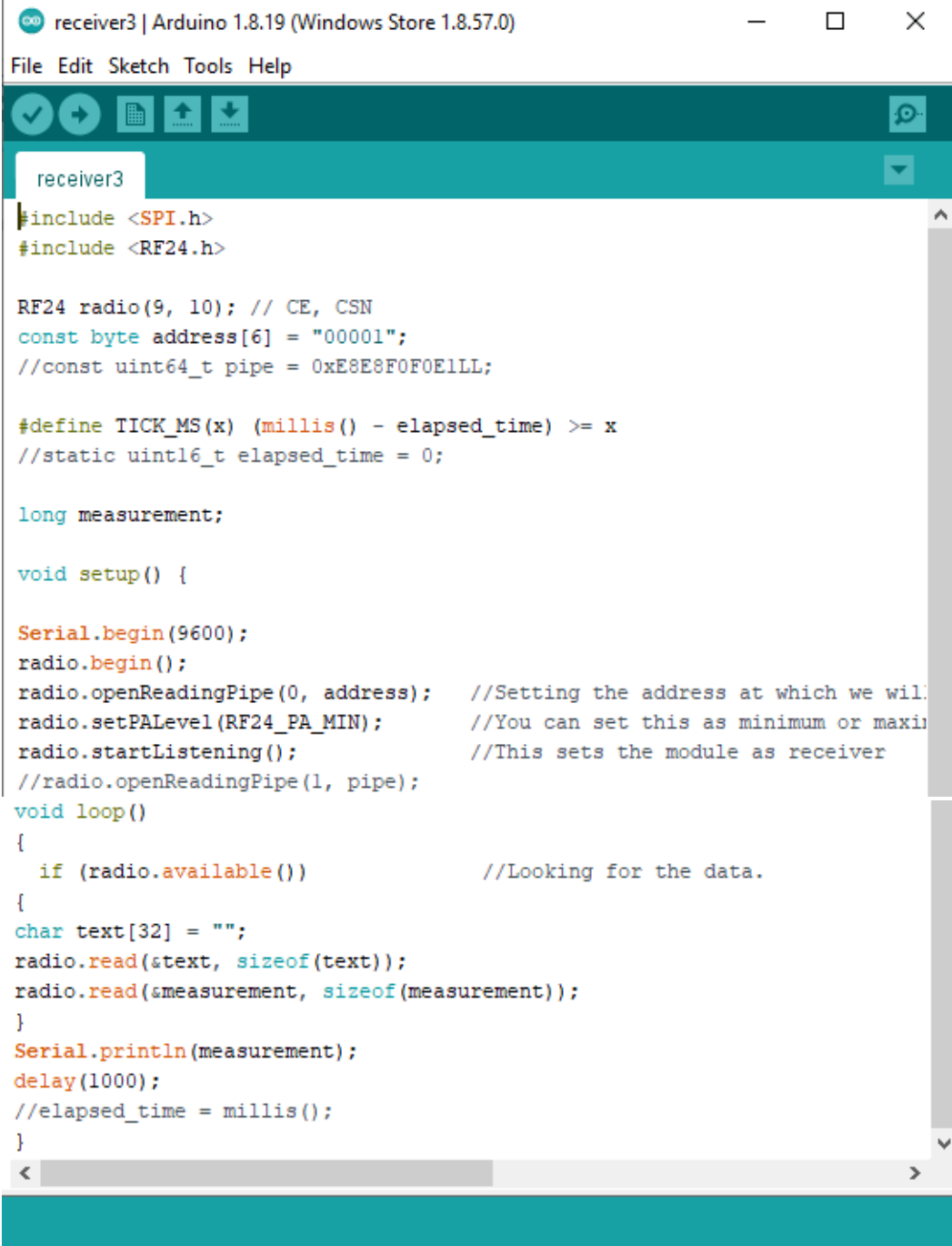
  elapsed_time = millis();
}

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); //wait for the pin to get HIGH and
  return measurement;
}
<
```

## 2. Program Receiver



```
receiver3 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help

receiver3

#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;

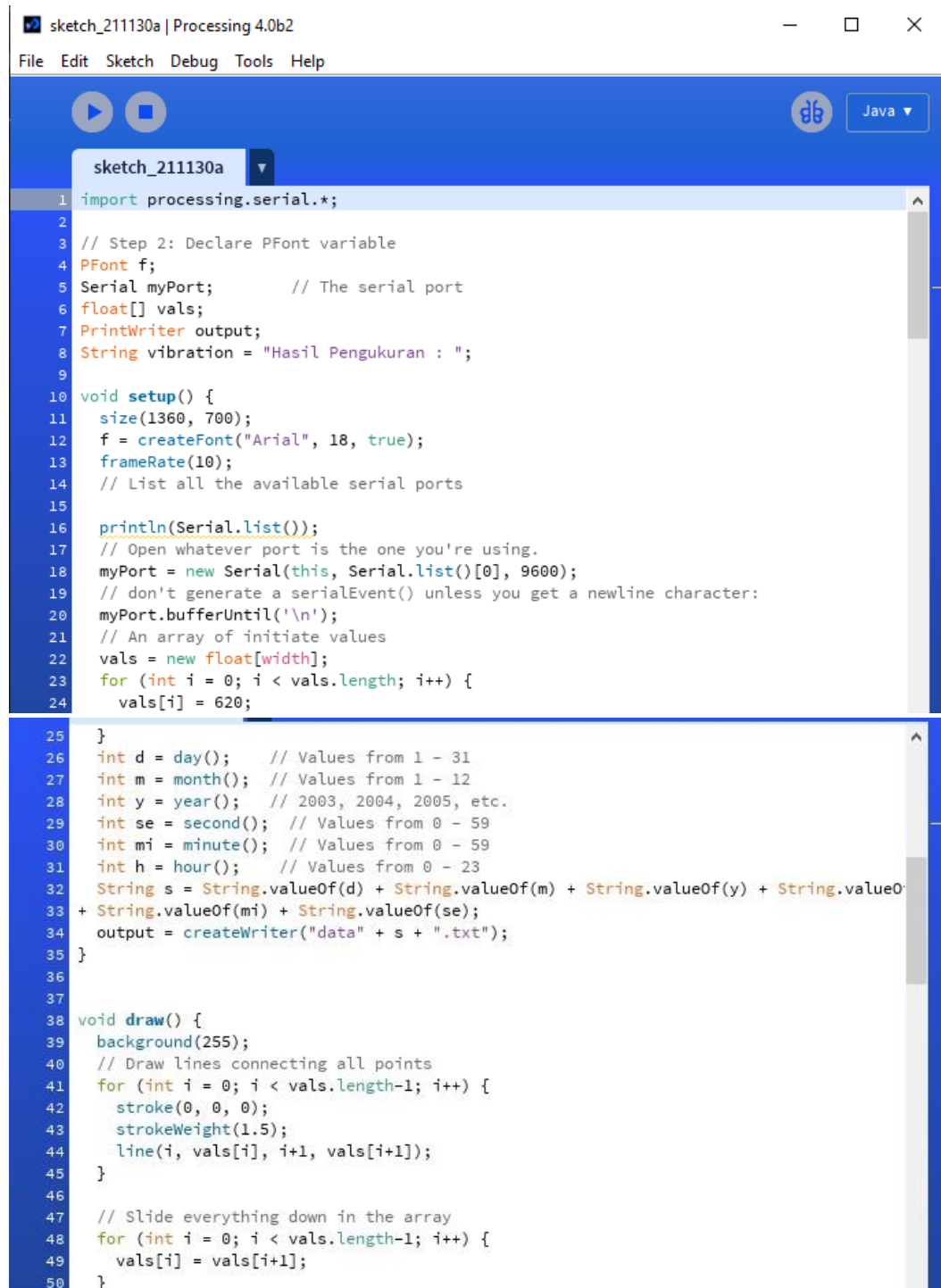
long measurement;

void setup() {

  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address); //Setting the address at which we will
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN); //You can set this as minimum or maximum
  radio.startListening(); //This sets the module as receiver
  //radio.openReadingPipe(1, pipe);
}

void loop()
{
  if (radio.available()) //Looking for the data.
  {
    char text[32] = "";
    radio.read(&text, sizeof(text));
    radio.read(&measurement, sizeof(measurement));
  }
  Serial.println(measurement);
  delay(1000);
  //elapsed_time = millis();
}
```

### 3. Program Processing



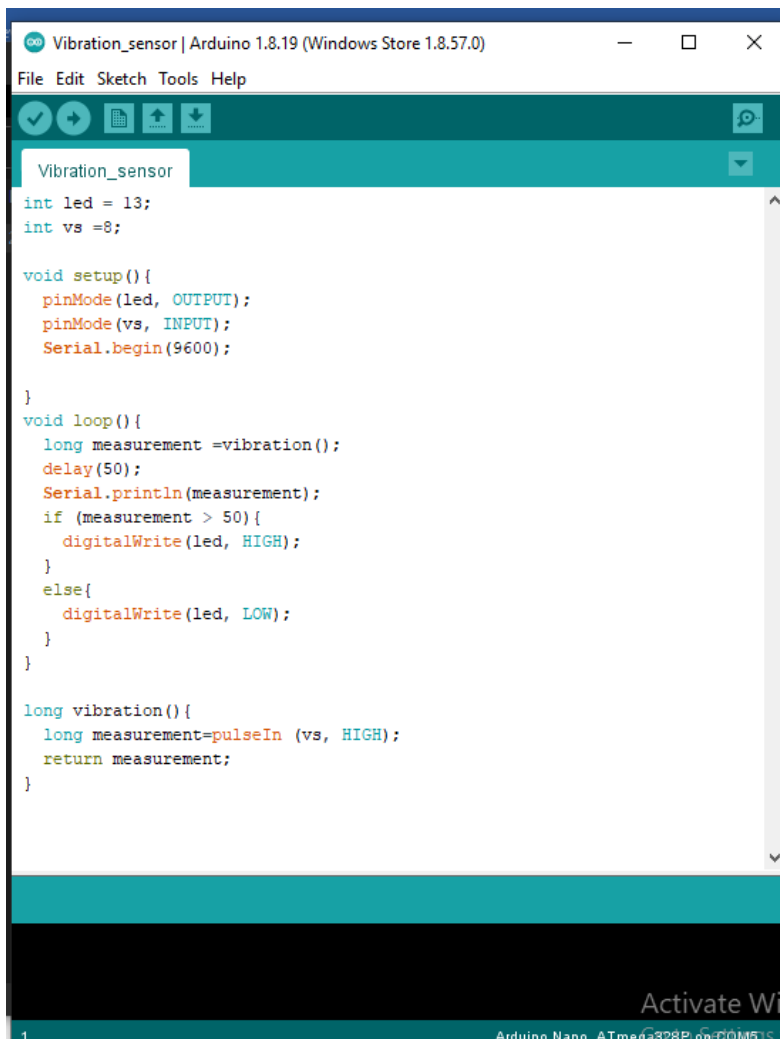
```

52 // get the ASCII string:
53 String inputString = myPort.readStringUntil('\n');
54
55 if (inputString != null) {
56 // trim off any whitespace:
57 String inString = trim(inputString);
58 output.println(inString);
59 output.flush();
60 // convert to an int and map to the screen height:
61 int inByte = int(inString);
62 // Add a new value
63 vals[vals.length-1] = 620 - (inByte/10);
64 println(inByte);
65 delay(500);
66 textFont(f, 35); // Step 4: Specify font to be used
67 fill(0); // Step 5: Specify font color
68 // Step 6: Display Text
69 text (inByte, 170, 660);
70 }
71 else {
72 vals[vals.length-1] = 620;
73 }
74 if (inputString != null) {
75 if (inputString.charAt(0) == 'Y') {
76 vibration = inputString;
77 }
78 }
81 fill(0); // Step 5: Specify font color
82 // Step 6: Display Text
83 // Step 6: Display Text
84 text (vibration, 0, 640);
85 text("ALAT MONITORING GETARAN PADA SEPEDA MOTOR", 490, 640);
86 text("Jurusan Teknik Mesin", 620, 660);
87 text("Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknologi Industri", 500, 680);
88 text("Septian Rahmatullah; M Raynaldo Z", 1060, 660);
89 text("15525018; 15525020 ", 1180, 680);
90
91 textFont(f, 10);
92 text("200", 0, 600);
93 text("400", 0, 580);
94 text("600", 0, 560);
95 text("800", 0, 540);
96 text("1000", 0, 520);
97 text("1200", 0, 500);
98 text("1400", 0, 480);
99 text("1600", 0, 460);
100 text("1800", 0, 440);
101 text("2000", 0, 420);
102 text("2200", 0, 400);
103 text("2400", 0, 380);
104 text("2600", 0, 360);
105 text("2800", 0, 340);
106 text("3000", 0, 320);
107 text("3200", 0, 300);
108 text("3400", 0, 280);
109 text("3600", 0, 260);

```

```
110 text("3800", 0, 240);
111 text("4000", 0, 220);
112 text("4200", 0, 200);
113 text("4400", 0, 180);
114 text("4600", 0, 160);
115 text("4800", 0, 140);
116 text("5000", 0, 120);
117 text("5200", 0, 100);
118 text("5400", 0, 80);
119 text("5600", 0, 60);
120 text("5800", 0, 40);
121 text("6000", 0, 20);
122
123
124 textFont(f, 14);
125 text("Hz", 0, 10);
126 text("s", 1340, 640);
127 }
```

#### 4. Program Evaluasi Desain



```
Vibration_sensor | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
Vibration_sensor
int led = 13;
int vs =8;

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

void loop(){
  long measurement =vibration();
  delay(50);
  Serial.println(measurement);
  if (measurement > 50){
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led, LOW);
  }
}

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



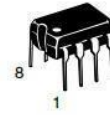
## Low Offset Voltage Dual Comparators

### 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:  $\pm 1.0$  Vdc to  $\pm 18$  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

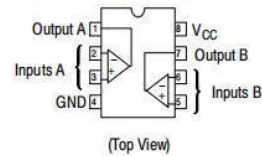


SOIC-8  
D SUFFIX  
CASE 751



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) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$V_{IO}$	-	$\pm 1.0$	$\pm 5.0$ $\pm 9.0$	-	$\pm 2.0$ $\pm 9.0$	$\pm 7.0$ $\pm 15$	mV
Input Offset Current $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$I_{IO}$	-	$\pm 5.0$	$\pm 50$ $\pm 150$	-	$\pm 5.0$ $\pm 50$	$\pm 50$ $\pm 200$	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 $\Omega$ , $V_{CC} = 15$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$	$A_{VOL}$	50	200	-	25	200	-	V/mV
Large Signal Response Time $V_{in} =$ TTL Logic Swing, $V_{ref} = 1.4$ Vdc $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	-	300	-	-	300	-	ns
Response Time (Note 7) $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	$t_{TLH}$	-	1.3	-	-	1.5	-	$\mu\text{s}$
Input Differential Voltage (Note 8) All $V_{in} \geq$ 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,  $V_O \approx 1.4$  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.