

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GETARAN TIGA DIMENSI
MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER BERBASIS
DISPLAY SMARTPHONE**



**THEJA LUFIANDI R
NIM. 18034144/2018**

**PROGRAM STUDI
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR GETARAN TIGA DIMENSI
MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER BERBASIS
DISPLAY SMARTPHONE**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

**THEJA LUFIANDI R
NIM. 18034144/2018**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Theja Lufiandi R
NIM/TM : 18034144/2018
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : FMIPA

Dengan Ini Menyatakan Bahwa Skripsi Saya Dengan Judul : **“Pengembangan Alat Ukur Getaran Tiga Dimensi Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Display Smartphone”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.



Saya yang menyatakan,

Theja Lufiandi R

NIM. 18034144

PERSETUJUAN SKRIPSI

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN ALAT UKUR GETARAN TIGA DIMENSI MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER BERBASIS *DISPLAY SMARTPHONE*

Nama : Theja Lufiandi R

NIM : 18034144

Program Studi: Fisika

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 04 November 2022

Mengetahui :

Kepala Departemen Fisika



Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si

NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui oleh :

Pembimbing



Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si

NIP. 19730702 200312 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

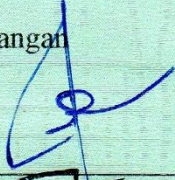
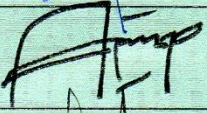
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Theja Lufiandi R
NIM : 18034144
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN ALAT UKUR GETARAN TIGA DIMENSI MENGUNAKAN SENSOR *ACCELEROMETER* BERBASIS *DISPLAY SMARTPHONE*

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi ini di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 04 November 2022

	Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua	Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	1. 
2.	Anggota	Dr. Asrizal, M.Si	2. 
3.	Anggota	Syafriani, M.Si, Ph.D	3. 

Pengembangan Alat Ukur Getaran Tiga Dimensi Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Display Smartphone

Theja Lufiandi R

ABSTRAK

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar. Getaran terjadi saat mesin atau alat dijalankan dengan motor. Penelitian ini memfokuskan dalam mengembangkan alat ukur yang valid dan menghasilkan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari alat ukur getaran tiga dimensi menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *display smartphone*.

Dengan kemajuan teknologi, kini sedang dikembangkan alat ukur digital berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk mengukur getaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi performansi dan spesifikasi desain alat ukur getaran dengan tampilan *Smartphone* berbasis Internet of Things yang valid. Penelitian ini ini menggunakan metode R&D dengan model 4-D. Sensor yang digunakan adalah *Accelerometer* ADXL345, mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP32, dan komponen pendukung baterai dan MicroUSB. Alat yang digunakan adalah multimeter, *Smartphone*, *wifi portable*, Firebase, app inventor, dan software Arduino IDE.

Hasil dari penelitian adalah alat ukur getaran yang dapat mendeteksi getaran secara *Internet of Things* dengan parameter akselerasi dengan satuan (g) menggunakan *smartphone* dengan pengukuran real-time. Hasil spesifikasi desain dari alat ukur adalah berikut. Ketepatan rata-rata pengukuran pada setiap kemiringan oleh alat ukur adalah 94,30% , 93,62%, 94,12%, 92,68%, 90,82%, 88,32%, 89,49%, 88,18%, 95,47% dan 96,43%, untuk ketepatan rata-rata pada setiap kemiringan adalah 99,79%, 99,57%, 99,88%, 99,31%, 100%, 99,35%, 99,17%, 98,90%, 98,32%, 90,36%.

Kata Kunci: Accelerometer, getaran, Internet of Things, Firebase

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Judul dari skripsi ini yaitu “Pengembangan Alat Ukur Getaran Tiga Dimensi Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Display *Smartphone*”. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini juga disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana pada program studi Fisika FMIPA UNP.

Penulis dalam melaksanakan penyusunan dan penyelesaian skripsi ini telah banyak mendapatkan bimbingan, motivasi, masukan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Dengan alasan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si sebagai dosen pembimbing atas sega bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini
2. Bapak Dr. Asrizal, M.Si dan Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D, sebagai dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si., sebagai Kepala Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA UNP.

5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Staf administrasi dan laboran di Laboratorium Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Orang tua dan seluruh keluarga tercinta atas doa dan motivasinya baik secara materil maupun spiritual.
8. Felina Ardini, S.Pd sebagai *support system* dan memotivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kelemahan, kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua.

Padang, Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJAUN SKRIPSI	i
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Penelitian	3
C. Rumusan Penelitian.....	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II Kajian Pustaka.....	5
A. Sistem Pengukuran.....	5
B. Spesifikasi Alat Ukur	6
C. Getaran	7
D. Sensor Accelerometer ADXL345	10
E. <i>Internet of Things</i> (IoT).....	15
F. <i>Smartphone Android</i>	16
G. NodeMCU ESP32	17
H. Arduino IDE	20
I. App Inventor	21
J. Firebase	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Tempat dan Waktu Penelitian	23
B. Jenis Penelitian.....	23
C. Data dan Variabel Penelitian.....	23
D. Instrumen Penelitian.....	24
E. Prosedur Penelitian.....	24
F. Teknik Pengumpulan Data.....	36
G. Teknik Analisis Data	40
BAB IV Hasil dan Pembahasan	44
A. Hasil	44

B. Pembahasan.....	77
BAB V PENUTUP.....	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
Lampiran	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi accelerometer	14
Tabel 2. Spesifikasi NodeMCU ESP32	18
Tabel 3. Kriteria Validitas Produk	34
Tabel 4. Aspek Penilaian Validitas Produk	35
Tabel 5. Alat dan komponen untuk perangkat lunak	46
Tabel 6. Alat dan Komponen untuk perangkat keras	47
Tabel 7. Hasil Validitas Alat	52
Tabel 8. Tegangan keluaran sensor accelerometer ADXL345	53
Tabel 9. Pengukuran Data Kemiringan 0°	54
Tabel 10. Pengukuran dengan kemiringan 10°	56
Tabel 11. Data Pengukuran 20°	58
Tabel 12. Data Pengukuran 30°	60
Tabel 13. Data Pengukuran kemiringan 40°	62
Tabel 14. Data Pengukuran kemiringan 50°	64
Tabel 15. Data Pengukuran kemiringan 60°	66
Tabel 16. Data Pengukuran Kemiringan 70°	68
Tabel 17. Data Pengukuran Kemiringan 80°	70
Tabel 18. Data Pengukuran kemiringan 90°	72
Tabel 19. Data Pengukuran rata-rata semua kemiringan	74
Tabel 20. Analisis Literatur	86
Tabel 21. Data Pengukuran Kemiringan setiap sudut	90
Tabel 22. Data Pengukuran Getaran Mesin	93
Tabel 23. Ketepatan kemiringan sudut	96
Tabel 24. Data Ketelitian Alat Ukur	99
Tabel 25. Data Nilai Validasi	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gerak Harmonik	8
Gambar 2. Gerak Periodik.....	8
Gambar 3. Gerak Acak.....	9
Gambar 4. Pengintegralan Sederhana terhadap sinyal.....	11
Gambar 5. Blok Diagram Accelerometer ADXL345	13
Gambar 6. Orientasi ketiga sumbu Accelerometer ADXL345	14
Gambar 7. Sensor Accelerometer ADXL345	14
Gambar 8. Smartphone Android	17
Gambar 9. Node MCU ESP32 dan Skema pin	18
Gambar 10. Tampilan Awal Arduino IDE	21
Gambar 11. Block Puzzle pada App Inventor	21
Gambar 12. Tampilan Awal Web Firebase	22
Gambar 13. Blok Alur Penelitian Pengembangan 4-D.....	25
Gambar 14. Blok Diagram sistem	28
Gambar 15. Desain Perangkat Keras.....	29
Gambar 16. Desain Perangkat Lunak.....	30
Gambar 17. Desain Perangkat Lunak App Inventor	31
Gambar 18 . Bagian desain interface App Inventor.....	32
Gambar 19. Bagian block pada App Inventor	32
Gambar 20. Desain Pengujian ketepatan dan ketelitian.....	40
Gambar 21. Intensity meter (a) dan akselerograph (b)	45
Gambar 22. Perancangan Perangkat Keras.....	48
Gambar 23. Interface program untuk Mikrokontroler NodeMCU.....	49
Gambar 24. Interface Smartphone Android.....	50
Gambar 25. Interface Serial Plotter Arduino IDE	50
Gambar 26. Bentuk Fisik Alat.....	51
Gambar 27. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 0°	56
Gambar 28. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 10°	58
Gambar 29. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 20°	60
Gambar 30. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 30°	62
Gambar 31. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 40°	64
Gambar 32. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 50°	66
Gambar 33. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 60°	68
Gambar 34. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 70°	70
Gambar 35. Grafik perbandingan Alat Ukur Sumbu X (a) perbandingan Alat Ukur Sumbu Y (b) perbandingan Alat Ukur Sumbu Z (c) pada kemiringan 80°	72

Gambar 36. Grafik perbandingan Alat Ukur accelerometer ADXL345 pada kemiringan 90°	74
Gambar 37 . Grafik perbandingan Alat Ukur accelerometer ADXL345 pada semua kemiringan	75
Gambar 38 . Grafik Pengukuran Getaran pada motor pada serial plotter Arduino (a) data Grafik pengukuran (b).....	76
Gambar 39. Proses perakitan alat	104
Gambar 40. Proses pengukura tegangan keluaran sensor	104
Gambar 41. Proses Pengambilan data alat ukur untuk kemiringan.....	105
Gambar 42. Proses Pengambilan data alat ukur untuk getaran	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisi Literatur	86
Lampiran 2. Data Pengukuran Kemiringan	90
Lampiran 3. Ketepatan Kemiringan	96
Lampiran 4. Data Nilai Validasi.....	103
Lampiran 5. Dokumentasi pembuatan alat dan pengukuran	104
Lampiran 6. Program Mikrokontroler	106
Lampiran 7. Data Validasi	113

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan. Kesetimbangan adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran merupakan fenomena pergerakan osilasi suatu objek terhadap titik kesetimbangannya. Getaran yang diakibatkan oleh gempa bumi, getaran pada bangunan atau jembatan merupakan beberapa contoh fenomena getaran yang diamati.

Untuk mendeteksi getaran dapat digunakan sebuah sensor untuk mendeteksi getaran. Salah satu sensor untuk mendeteksi getaran adalah sensor *accelerometer*. *Accelerometer* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi (inklinasi). Sensor *accelerometer* mengukur percepatan akibat gerakan benda yang melekat padanya. *Accelerometer* dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, instalasi pengamanan, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada jembatan, getaran mesin (Roza, Yanie, Almi, & Andriana, 2020).

Pada Penelitian (Alphonso & G, 2016) sistem sensor gempa bumi menggunakan jaringan sensor nirkabel. Pada sistem gempa bumi tersebut sensor diletakkan pada permukaan bumi. Saat gempa bumi terjadi, terdapat gelombang P dan gelombang S yang menjalar terdeteksi oleh sistem. Gelombang P atau gelombang primer adalah gelombang yang datang lebih dahulu dan terdeteksi oleh sensor. Gelombang P merupakan gelombang yang bergerak lebih cepat namun guncangan yang dihasilkan pada permukaan bumi lemah. Gelombang S atau

gelombang sekunder merupakan gelombang paling kuat dan memberikan getaran yang lebih besar pada permukaan bumi namun bergerak lebih lambat. Saat sensor mendeteksi gelombang P, sistem akan langsung mengirimkan sinyal peringatan. Sensor yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah sensor *accelerometer*. *accelerometer* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran tanah dan mengirimkan sinyal pada mikrokontroler.

Pada Penelitian (Rahinul, Hassan, & dkk, 2015) sistem pemantauan dan peringatan gempa bumi. Sensor pertama yang digunakan adalah piezoelectric. Sensor tersebut digunakan untuk memicu masing-masing node mengirimkan data pergerakan tanah dari accelerometer ADXL-345 dan dari piezoelektric ke koordinator. Data yang diterima koordinator langsung dikirimkan ke dalam PC menggunakan komunikasi serial. Data akan diolah menggunakan LABVIEW, jika terindikasi gempa bumi, sms peringatan akan langsung dikirim ke pengguna menggunakan sebuah modul GSM. Piezoelektric digunakan sebagai pemicu node sensor untuk mengirimkan sinyal saat terjadi gempa bumi yang membuat konsumsi daya pada perangkat lebih hemat. Sinyal yang dikirimkan ke koordinator berupa percepatan pergerakan tanah dari accelerometer dan piezoelektric serta nama node yang mengirimkan sinyal. Tujuan utama pada proyek ini adalah untuk mendeteksi gelombang P yang terdeteksi pada sumbu x dan y.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti telah melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Alat Ukur Getaran Tiga Dimensi Menggunakan Sensor *accelerometer* Berbasis *Display Smartphone*”.

B. Batasan Penelitian

Mengingat cakupan dari permasalahan ini cukup luas maka untuk lebih memfokuskan dalam proses penelitian ini maka dibuat pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini memfokuskan pada spesifikasi performansi pada alat yang mana meliputi pada identifikasi fungsi setiap bagian penyusun dari sistem alat, selain itu juga pada spesifikasi design yang meliputi ketepatan dan ketelitian dari hasil pengukuran alat.
2. Mikrokontroller yang digunakan pada alat ini adalah NodeMCU ESP32.

C. Rumusan Penelitian

Berdasarkan penjabaran latar belakang masalah diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah dalam penelitian ini. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan alat ukur getaran tiga dimensi menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *display smartphone* yang valid?
2. Bagaimana spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari pengembangan alat ukur getaran tiga dimensi menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *display smartphone*?

D. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu alat ukur tiga dimensi , namun secara khusus penelitian ini bertujuan:

1. Mengembangkan alat ukur getaran tiga dimensi menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *display smartphone* yang valid.

2. Menjelaskan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain dari pengembangan alat ukur getaran tiga dimensi menggunakan sensor *accelerometer* berbasis *display smartphone*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat pada:

1. Bidang kajian elektronika dan instrumentasi maupun jurusan fisika, sebagai referensi perkembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga mencetuskan ide-ide baru yang lebih inovatif.
2. Peneliti lain, sebagai acuan dalam pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

Kajian Pustaka

A. Sistem Pengukuran

Pengukuran adalah sebuah teknik untuk menghubungkan suatu bilangan pada suatu sifat fisis dengan melakukan perbandingan pada besaran standart yang ada atau yang telah diterima sebagai suatu satuan. Menurut (Cooper, 1991) dalam kegiatan pengukuran, digunakan sejumlah istilah yang didefenisikan sebagai berikut:

1. Instrumen: Sebuah alat untuk menentukan nilai atau ukuran kuantitas atau variabel
2. Ketelitian (*accuracy*): harga terdekat dengan mana suatu pembacaan instrument mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur.
3. Ketepatan (*precision*): suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran serupa. Dengan memberikan suatu harga tertentu bagi sebuah variabel, ketepatan merupakan suatu ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berurutan.
4. Sensitivitas (*sensitivity*): perbandingan antara sinyal keluaran atau respon instrument terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur.
5. Resolusi (*resolution*): perubahan terkecil dalam nilai yang diukur kepada masa instrument akan memberi respon.
6. Kesalahan (*error*): Penyimpangan variabel yang diukur dari nilai sebenarnya.

Sehingga simpulan sistem pengukuran merupakan kumpulan aktivitas, prosedur, instrumen, *software*, dan subjek yang ditujukan untuk mendapatkan data

pengukuran terhadap karakteristik yang sedang diukur. Untuk melakukan pelaksanaan pengukuran dibutuhkan perangkat ukur. Alat ukur analog ialah alat ukur yang hasil pengukuran dibaca melalui skala yang ditunjukkan secara langsung oleh alat ukur. Sedangkan alat ukur digital menggunakan jumlah angka tertentu agar hasil pengukuran dapat ditampilkan. Pembacaan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur secara digital akurat dan mudah (Cooper, 1991). Alat ukur digital lebih praktis juga menghemat waktu ketika pengukuran (Yulkifli, Afandi, & Yohandri, Development of gravity acceleration measurement using simple harmonic motion pendulum method based on digital technology and photogate sensor, 2018).

B. Spesifikasi Alat Ukur

Spesifikasi ialah mendeskripsikan secara rinci mengenai produk hasil penelitian. Menurut (Ilham, 2010) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut”. Secara umum spesifikasi diklasifikasikan atas 2 tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Spesifikasi performansi merupakan uraian rinci tentang material-material atau komponen-komponen penata sistem serta mengidentifikasi fungsi dari masing-masing komponen penata sistem tersebut. Menurut (Ulrich & Eppinger, 2001) “Performansi dapat juga didefinisikan sebagai kesesuaian produk dengan fungsi utama dari produk itu sendiri”. Spesifikasi performansi diukur dari bobot dan jumlah penata sistem, sehingga suatu sistem dapat bekerja akurat dapat memberikan keringanan dalam penggunaannya.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain disebut juga sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk merupakan metrik dan nilai metrik yang harus diraih oleh suatu produk dan bagaimana produk harus berfungsi (Ilham, 2010). Spesifikasi desain bergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain menguraikan mengenai karakteristik static produk, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dan dimensi sistem. Karakteristik statik suatu sistem meliputi *Accuracy*, *precision*, *resolution*, dan *sensitivity*. *Accuracy* ialah kedekatan (*closeness*) nilai yang dibaca pada alat ukur dengan nilai sebenarnya. *Precision* merupakan kemampuan suatu alat ukur untuk menghasilkan nilai yang sama dengan hasil pengukuran berulang. *Resolution* didefinisikan sebagai perubahan terkecil yang dapat diukur pada instrumen atau tanggap respon terkecil dari instrument tadi. *Sensitivity* adalah kepekaan instrument terhadap impuls yang diberikan (Frade, 2003).

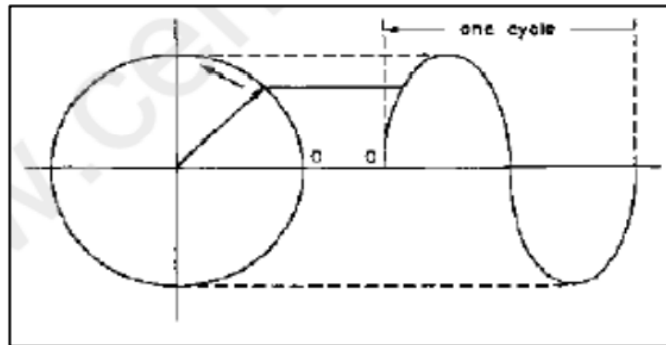
C. Getaran

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (engineering) mengami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. Gerakan bolak-balik ini bisa terjadi secara harmonik, periodik, dan / atau acak. Gerakan acak berarti mesin bergerak dengan cara yang tidak terduga.

1. Gerak Harmonik

Gerak harmonik adalah gerak bolak-balik secara teratur melalui titik keseimbangannya dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu

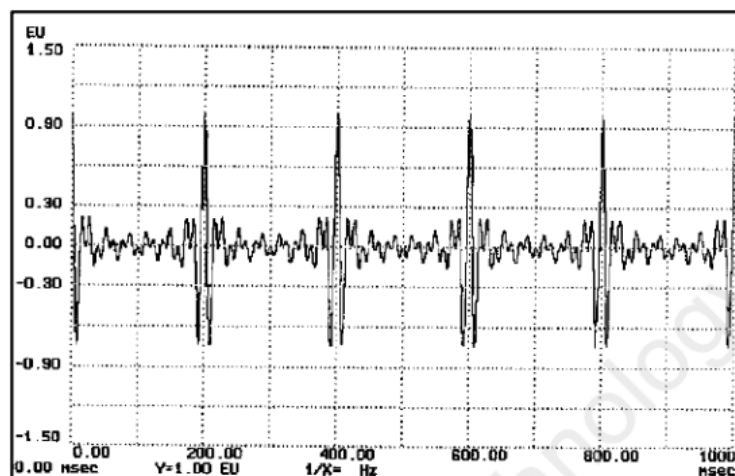
sama atau konstan. Semua gerak harmonik bersifat periodik, artinya berulang di beberapa titik waktu. Dalam sistem linier, ketidakseimbangan dalam peralatan berputar dapat menghasilkan gerakan harmonis. Namun, dengan banyak variabel seperti masalah gigi, kelonggaran, cacat bantalan, misalignment, dan lain-lain, gerak harmonik semacam itu tidak sering ditemukan. (Fajrin, 2022).



Gambar 1. Gerak Harmonik

2. Gerak Periodik

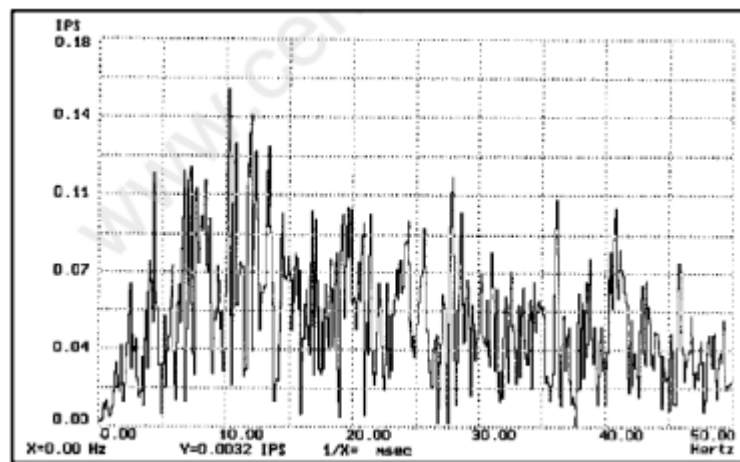
Gerakan periodik adalah semua gerakan yang berulang secara berkala. Gerakan periodik adalah setiap gerakan yang terulangi sendirinya dalam periode waktu yang sama. Misalnya, kopling motor yang tidak selaras dan longgar dapat memiliki tonjolan sekali per putaran poros. Meskipun gerakan ini tidak harmonis, ini adalah gerakan periodik.



Gambar 2. Gerak Periodik

3. Gerak Acak

Gerak acak adalah gerakan yang terjadi secara tidak menentu dan tidak dapat diulang. Contohnya adalah hujan yang menghantam atap dan pin bowling yang terjatuh. Gerak acak juga disebut noise. Sinyal waktu dari gerak acak ini akan berisi semua frekuensi dalam rentang yang diberikan. Seringkali, gerakan acak dalam mesin disebabkan oleh kelonggaran yang parah.



Gambar 3. Gerak Acak

Getaran juga memiliki 3 ukuran yang dijadikan sebagai parameter dari pengukuran suatu getaran. Ketiga parameter itu ialah sebagai berikut:

a. Amplitudo

Amplitudo juga diartikan sebagai jarak atau simpangan terjauh dari titik keseimbangan dalam sinusoidal. Amplitudo ialah nilai besar sinyal vibrasi yang dihasilkan dari pengukuran vibrasi yang menunjukkan besar gangguan atau vibrasi yang terjadi. Makin besar amplitudo maka makin besar getaran atau gangguan pada suatu benda atau media.

b. Frekuensi

Frekuensi yaitu banyaknya jumlah getaran gelombang dalam satu putaran waktu. Frekuensi dari pengukuran vibrasi dapat mengartikan jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi juga biasanya ditunjukkan dalam satuan hertz (Hz).

c. Fase Vibrasi

Phase merupakan penggambaran akhir dari karakteristik suatu getaran atau vibrasi pada suatu benda atau mesin yang sedang bekerja. Phase merupakan perpindahan posisi dari bagian-bagian yang bergetar secara relative untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar.

D. Sensor Accelerometer ADXL345

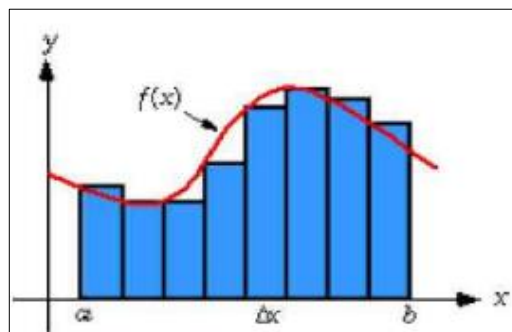
Secara umum sensor diartikan sebagai instrumen yang mengubah besaran-besaran *input* fisis seperti: radiasi, magnetik, mekanik, dan termal menjadi besaran listrik sebagai *output* (Yulkifli, 2011:8). *Accelerometer* merupakan instrumen yang digunakan dalam mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran. Menurut (Vidi & dkk, 2011) *Sensor Accelerometer* mengukur percepatan percepatan berdasarkan getaran benda yang melekat pada sensor tersebut. *Accelerometer* dapat dimanfaatkan dalam mengukur getaran pada kendaraan, mesin, bangunan, dan instalasi pengamanan. *Sensor Accelerometer* juga diaplikasikan dalam pengukuran aktivitas gempa bumi serta peralatan elektronik.

Percepatan adalah suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam rentang waktu disebut dengan percepatan atau *acceleration*. Jika kecepatan berkurang dari yang sebelumnya disebut *deceleration*. Percepatan juga bergantung dari arah/orientasi dikarenakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah gerak suatu

benda dapat menimbulkan data jarak dari sensor *accelerometer* dan diperlukan proses integral ganda terhadap keluaran sensor (Vidi & dkk, 2011).

$$\vec{s} = \int (\int (\vec{a}) dt) dt \quad (1)$$

Proses perhitungan dapat dipengaruhi oleh waktu cuplik data, maka jeda waktu cuplik data (**dt**) harus konstan dan dibuat sekecil mungkin. Integral ialah luas daerah di bawah suatu sinyal selama waktu tertentu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 4. Pengintegralan Sederhana terhadap sinyal
Sumber: (Andika N, 2018)

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x \quad (2)$$

$$\Delta x = \frac{b-a}{n} \quad (3)$$

Persamaan pengintegralan pada persamaan (2) masih memiliki *error* yang besar. Untuk mendapatkan hasil pengintegralan yang optimal maka dibutuhkan metode Runge-Kutta dengan pendekatan *trapezoidal* seperti persamaan (4).

$$x_k = x_{k-1} + \frac{h}{2} [f(x_k, t_k) + f(x_{k-1}, t_{k-1})] \quad (4)$$

Dari persamaan (4) dapat diketahui hasil dari integral saat ini (x_k) dipengaruhi oleh integral (x_{k-1}), masukan saat ini ($f(x_k, t_k)$), dan masukan sebelumnya, serta

waktu cuplik antar data masukan (h). Percepatan yang didapatkan dari hasil pengukuran *accelerometer* juga terdapat:

$$U = a + r + d \quad (5)$$

Nilai a merupakan percepatan benda sesungguhnya, r adalah *random noise*, dan d adalah *drift noise*.

Prinsip kerja *accelerometer* yaitu prinsip kerja percepatan. Kebanyakan *accelerometer* memiliki cara kerja seperti sebuah per dengan benda yang memiliki massa dimana benda tersebut diletakkan pada sistem mekanika acuan. Sehingga prinsip kerja *accelerometer* yaitu gerakanya benda bermassa pada *accelerometer* yang diakibatkan oleh adanya gaya, sesuai dengan hukum kedua newton.

$$F = m \times a \quad (6)$$

Dimana F ialah gaya, m berarti massa benda dari benda, dan a ialah percepatan yang terjadi, dan hukum Hooke

$$F = k \times \Delta x \quad (7)$$

Dari persamaan hukum Newton pada (6) dan hukum Hooke pada (7) maka diperoleh persamaan berikut

$$m \times a = k \times \Delta x \quad (8)$$

Telah diketahui bahwa periode getaran pegas pada persamaan 7 dapat ditulis menjadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ atau } k = (2\pi)^2 \times \frac{m}{T^2} \quad (9)$$

Substitusi persamaan 9 ke persamaan 8 maka diperoleh:

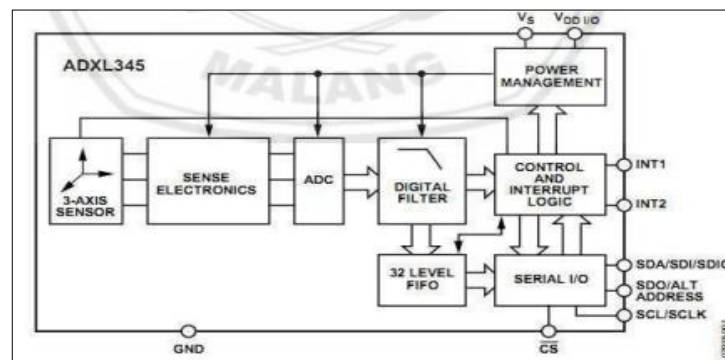
$$a = 4\pi^2 \frac{\Delta x}{T^2} \quad (10)$$

Perlu diketahui bahwa percepatan benda arahnya kebawah menuju pusat bumi sehingga diambil percepatan gravitasi bumi (g) sehingga persamaan 10 menjadi:

$$g = 4\pi^2 \frac{\Delta x}{T^2} \quad (11)$$

Pada sensor *accelerometer* ini, percepatan getaran yang dihasilkan akan mengakibatkan perubahan kapasitansi. Perubahan kapasitansi inilah yang menjadi hasil pengukuran. Yang selanjutnya akan mengakibatkan perubahan pada tegangan keluaran. Sehingga tegangan inilah yang membaca percepatan yang dipengaruhi oleh gravitasi.

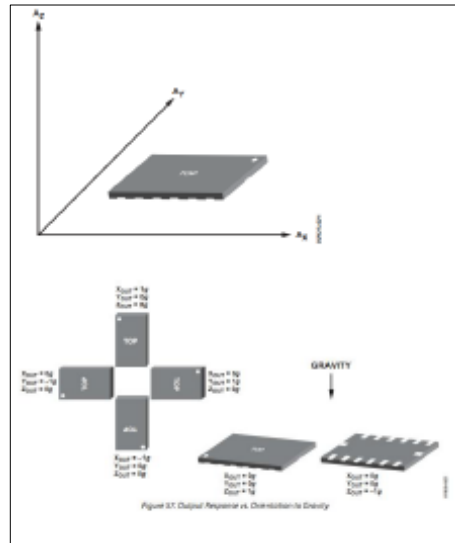
Sensor *accelerometer* tipe ADXL345 adalah sensor percepatan yang mampu dalam pengukuran percepatan liner dalam tiga sumbu x, sumbu y, dan sumbu z yang memiliki output digital yang sudah terkalibrasi. Sensor *accelerometer* yang diletakkan pada permukaan bumi dapat mendeteksi percepatan 1g (ukuran gravitasi bumi) (Fajrin, 2022). Sensor *accelerometer* memiliki resolusi tinggi yaitu 13-bit pada sensitivitasnya. ADXL345 memiliki opsi range pengukuran dari $\pm 2g$ hingga $\pm 16g$, dimana 1g adalah satu satuan percepatan rata-rata gravitasi bumi senilai $9,8 \text{ m/s}^2$. Gambar 5 merupakan blok diagram sensor ADXL345.



Gambar 5. Blok Diagram Accelerometer ADXL345
Sumber: (Devices, 2021)

Dari diagram blok diatas diketahui bahwa dalam sensor *accelerometer* ADXL345 terdapat ADC dan digital filter sehingga sensor *accelerometer*

ADXL345 adalah sensor akselerasi yang menggunakan *interface* digital yaitu komunikasi I2C atau SPI.



Gambar 6. Orientasi ketiga sumbu Accelerometer ADXL345
Sumber: (Devices, 2021)

Dari gambar 6, dapat diketahui orientasi dan karakteristik *output accelerometer* ADXL345 terhadap sumbu x, sumbu y, dan sumbu z. Ketika posisi salah satu sumbu berlawanan arah dengan arah gaya gravitasi bumi, maka *output* sumbu tersebut $\pm 1g$. Sensor *accelerometer* ADXL345 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sensor Accelerometer ADXL345
Sumber: Devices, 2021

Berikut spesifikasi *pin* pada sensor *accelerometer* ADXL345.

Tabel 1. Spesifikasi *accelerometer*

Nama pin	Konfigurasi Pin
GND	<i>Pin Ground</i>

Nama pin	Konfigurasi Pin
VCC	<i>Power supply (3V sampai 6V)</i>
CS	<i>Chip Select Pin</i>
INT1	<i>Interrupt 1 Output</i>
INT2	<i>Interrupt 2 Output</i>
SDO	<i>Serial Data output</i>
SDA	<i>Serial Data Input & Output</i>
SCL	<i>Serial Communication Clock</i>

Sumber: (Devices, 2021)

E. *Internet of Things (IoT)*

Menurut (Khoir, 2018) *Internet of Things* ialah sebuah konsep dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi antar manusia. *Internet of Things* merupakan dunia dimana benda-benda fisik diintegrasikan ke dalam jaringan informasi sebagai kesinambungan dan dimana benda-benda fisik terbilang aktif dalam beragam proses. Layanan yang tersedia yang terhubung melalui objek pintar dengan internet, mencari dan mengubah status mereka sesuai dari setiap informasi yang dikaitkan, di samping memperhatikan persoalan privasi dan keamanan. Semua instrumen *IoT* membutuhkan mekanik untuk pengiriman dan penerimaan data. Ada banyak opsi yang tersedia untuk mengkaitkan instrumen ke internet. Pakai kabel atau tidak pakai kabel, *Bluetooth*, jaringan seluler dan banyak lagi (Javed, 2016). Telemetry secara tanpa kabel atau *wireless* mempunyai beberapa kelebihan salah satunya adalah tidak memerlukan biaya besar jika dibandingkan menggunakan kabel (Yulkifli dkk, 2016).

Internet of Things memungkinkan pengguna dalam mengelola dan mengoptimalkan elektronik dan instrumen listrik yang menggunakan internet. Instrumen fisik dalam infrastruktur *Internet of Things* ialah *hardware* yang tertanam dalam elektronik, perangkat lunak, sensor dan juga konektivitas. Instrumen-

instrumen melakukan komputasi dalam pengolahan data dari *input* sensor dan berkerja dalam prasana internet (Mahali, 2016). Menghubungkan kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi menjadi tantangan utama dalam *IoT*. Dalam pengolahan data yang diterima dari instrumen elektronik melalui sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan tersebut. Sensor menggabungkan data mentah secara *real time* dan mengubah ke dalam Bahasa mesin yang dimengerti agar mudah dipertukarkan antara jenis format data (Junaidi, 2015).

F. *Smartphone Android*

Smartphone android ialah telepon genggam yang mempunyai kemampuan tingkat tinggi yang memiliki fungsi yang sama dengan komputer. *Smartphone android* merupakan telepon yang dapat menyediakan fitur canggih seperti surat elektronik, internet dan lainnya sehingga *smartphone android* dapat disebut sebagai komputer mini yang memiliki kapasitas sebuah telepon. Pengembangan perangkat lunak akan lebih banyak pada pengembangan perangkat telepon genggam karena sejumlah orang yang menggunakan komputer akan menggunakan *smartphone android* secara tidak langsung (Allen dkk, 2010).

Selain itu telepon pintar dilengkapi dengan sistem operasi yang salah satunya dikenal dengan sistem operasi *android*. *Android* memiliki fungsi utama untuk memajukan inovasi piranti perangkat telepon pintar agar pengguna mampu menjelajahi kemampuan dan menambah pengaman lebih dibandingkan dengan sistem operasi sebelum adanya *android*. Oleh karena itu, peluang aplikasi *android* sangat besar dalam pengembangan manfaat telepon pintar, sehingga mempermudah merancang dalam perkembangan teknologi dimasa sekarang dan yang akan datang. *Smartphone android* dapat dilihat pada Gambar 8.



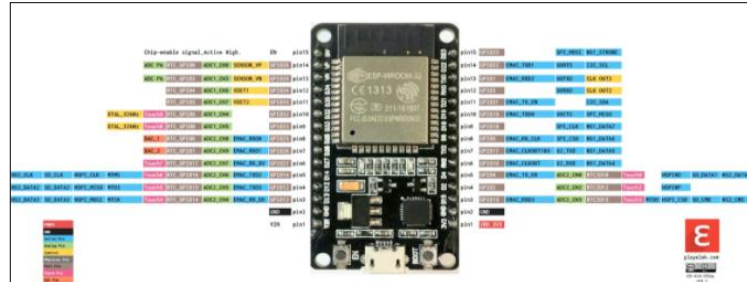
Gambar 8. *Smartphone Android*

Smartphone android tidak hanya berfungsi untuk komunikasi, namun juga dapat berfungsi untuk kebutuhan penggunaan lain, antara lain sebagai tempat penyimpanan data, hiburan, dan berbagai aplikasi lainnya (Urfan, Irfan, & Sriwahyuni, 2016). *Smartphone android* dilengkapi dengan fitur internet yang mana dapat mengaksesnya dari mana saja dan kapan saja. *Smartphone android* juga bisa menampilkan serta mengolah data dari internet dengan menggunakan Bahasa pemrograman untuk telepon pintar. Tidak hanya telepon pintar atau komputer yang dapat terkoneksi dengan jaringan internet namun berbagai macam instrumen nyata akan terkoneksi dengan jaringan internet. Dengan demikian telepon pintar dapat menampilkan data dari sensor serta mengolah data sehingga data tersebut dapat dijangkau oleh semua orang dan mudah dipahami. Ini merupakan salah satu konsep dari pemanfaatan internet yang disebut *Internet of Things*.

G. NodeMCU ESP32

NodeMCU yaitu papan pengembangan produk *Internet of Things*. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266, dengan penambahan fitur-fitur baru. Node MCU telah menggabungkan ESP32 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan beragam fitur layaknya mikrokontroler dan kemampuan akses terhadap *wifi* dan *chip* komunikasi *USB to serial*. Sehingga dalam pemrogramannya dibutuhkan

ekstensi kabel data USB seperti menggunakan *charging smartphone*. Bentuk fisik Node MCU ESP32 dan Skema pin dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Node MCU ESP32 dan Skema pin
Sumber: Ai-Thingker, 2019

Gambar merupakan *pin map* yang ada pada Node MCU. Berikut spesifikasi dari Node MCU ESP 32 tersebut.

1. Number of cores : 2 (*Dual core*)
2. Wifi : 2.4 GHz up to 150Mbit/s
3. Bluetooth : BLE (*Bluetooth Low Energy*) and Legacy Bluetooth
4. Architecture : 32 bits
5. Clock frequency : Up to 240 Mhz
6. RAM : 512 KB
7. Pins : 30
8. Peripherals : *Capacitive touch, ADCs, DACs, and more*

Berikut table penjelasan dari *pin-pin* Node MCU ESP32 :

Tabel 2. Spesifikasi NodeMCU ESP32

No	Nama pin	Deskripsi fungsional
1	3.3 V	<i>Module power supply pin</i>
2	EN	<i>Chip Enabled Pin, Active High</i>
3	SVP	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
4	SVN	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
5	P34	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4

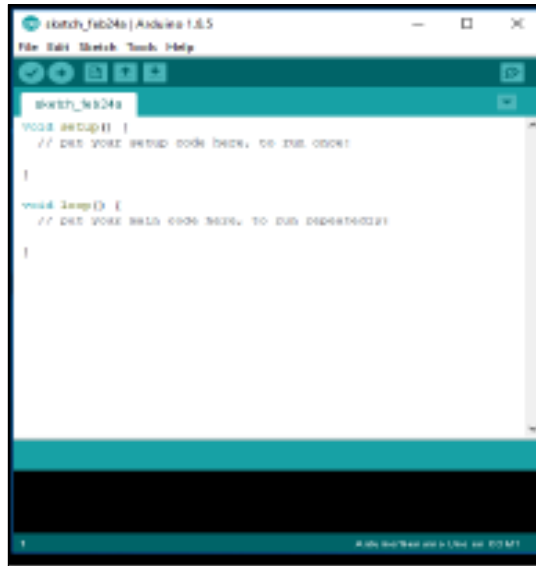
No	Nama pin	Deskripsi fungsional
6	P35	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
7	P32	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768Khz <i>Crystal input</i>), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
8	P33	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768kHz <i>Crystal output</i>), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
9	P25	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
10	P26	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RX_DV
11	P27	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
12	P14	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
13	P12	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
14	GND	GND
15	P13	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
16	SD2	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
17	SD3	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
18	CMD	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
19	5V	<i>Module power supply pin</i>
20	CLK	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_DATA0, U2RTS
21	SD0	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA1, U2CTS
22	SD1	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
23	P15	GPI15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
24	P2	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
25	P0	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, CLK_OUT1, RTC_GPIO11, EMAC_TX_CLK;
26	P4	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER

No	Nama pin	Deskripsi fungsional
27	P16	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
28	P17	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
29	P5	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
30	P18	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
31	P19	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
32	GND	GND
33	P21	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
34	RX	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
35	TX	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
36	P22	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
37	P23	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
38	GND	GND

Sumber : (Ai-Thingker, 2019)

H. Arduino IDE

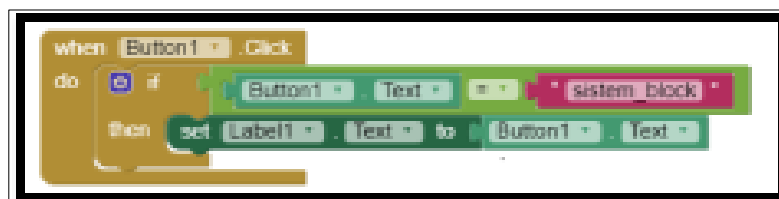
Arduino IDE merupakan program yang bersifat *open source* dan dapat didownload secara gratis di www.arduino.cc. Arduino ide dapat digunakan untuk sistem operasi Windows, Max OS X dan Linux (Khadir, 2017). Bahasa pemrograman Arduino menyerupai C untuk pemrograman papan arduino. Arduino IDE digunakan untuk menulis kode dan mengunggahnya ke papan arduino (Javed, 2016). Tampilan awal Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Awal Arduino IDE

I. App Inventor

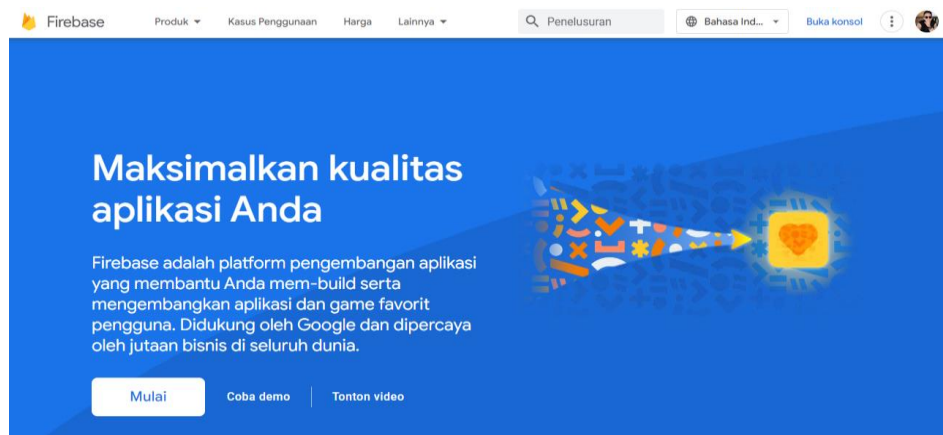
Menurut (Hamdi & Krisnawati, 2011) “App Inventor adalah sebuah *tool* untuk membuat aplikasi *android* yang menyenangkan dari *tool* ini adalah karena berbasis *visual block programming*”. App Inventor ialah aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan *Google*, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). MIT mengembangkan App Inventor serupa IDE untuk aplikasi *android* yang sederhana untuk digunakan, berbasis *cloud* dengan kode berupa *puzzle click and drag*. Dengan metode pemograman tersebut pemogram akan lebih teliti pada level abstraksi dan algoritma program, tidak terpecah pada metode *debugging and listing* program yang sulit. App Inventor menggunakan *block puzzle* yang tersusun menjadi rangkaian *coding* seperti pada Gambar 11 (Wihidayat, Suprih, & Maryono, 2017).



Gambar 11. Block Puzzle pada App Inventor
Sumber : (Wihidayat, Suprih, & Maryono, 2017)

J. Firebase

Firebase adalah penyedia layanan realtime database dan backend sebagai layanan. Suatu aplikasi yang memungkinkan pengembang membuat API untuk disinkronisasikan untuk client yang berbeda-beda dan disimpan pada cloud-nya Firebase. Firebase memiliki banyak library yang memungkinkan untuk mengintegrasikan layanan ini dengan Android, Ios, Javacript, Java, Objective-C dan Node.JS . Database Firebase juga bersifat bisa diakses lewat REST API. REST API tersebut menggunakan protokol Server-Sent Event dengan membuat koneksi HTTP untuk menerima push notification dari server. Pengembang menggunakan REST API untuk post data yang selanjutnya Firebase client library yang sudah diterapkan pada aplikasi yang dibangun yang akan mengambil data secara realtime (Sonita & R.F, 2018).



Gambar 12. Tampilan Awal Web Firebase

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisis terhadap getaran menggunakan sensor *accelerometer* ADXL345 dengan display *Smartphone* berbasis *Internet of Things* dapat dikemukakan beberapa kesimpulan.

1. Hasil spesifikasi performansi dari alat getaran tiga dimensi terdiri dari kotak alat ukur yang didalamnya berisi rangkaian elektronika pembangun alat ukur. Rangkaian elektronika pembangun alat ukur terdiri dari sensor *accelerometer* ADXL345, mikrokontroler NodeMCU ESP32, saklar on/off dan tombol reset. Hasil pengukuran getaran tampil pada *smartphone*. Sensor *accelerometer* ADXL345 mengindera getaran percepatan diolah oleh NodeMCU ESP32. Kemudian data dikirim ke server Firebase yang selanjutnya akan tampil pada *smartphone*.
2. Hasil spesifikasi desain dari alat ukur adalah berikut. Ketepatan rata-rata tertinggi pengukuran pada kemiringan 90° adalah 96,43%, untuk ketepatan rata-rata pada kemiringan 40° adalah 100%

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan maka sebagai saran untuk ditindak lanjuti dan pengembangan penelitian.

1. Perlu penambahan penguat jaringan agar kinerja lebih maksimal.

2. Penelitian selanjutnya dapat diaplikasikan dengan fenomena bencana alam, seperti getaran gempa.
3. Perlu penyempurnaan desain perangkat lunak dan perangkat keras agar data bersifat historis data.