

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
PERCEPATAN BANGUNAN MELALUI KOMPUTER  
DENGAN KOMUNIKASI *BLUETOOTH* UNTUK  
MENGETAHUI INTENSITAS KERUSAKAN BANGUNAN**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh

Ijabatul Khoirunnisa

NIM. 12620022

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2016**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor :B- 4370/UIN.02/D.ST/PP.05.3/12/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Percepatan Bangunan Melalui Komputer dengan Komunikasi *Bluetooth* Untuk Mengetahui Intensitas Kerusakan Bangunan

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Ijabatul Khoirunnisa  
NIM : 12620022  
Telah dimunaqasyahkan pada : 29-Nov-16  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Frída Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19780510 200501 1 003

Penguji I

Nugroho Budi Wibowo, M.Si  
NIP.19840223-200801 1 011

Penguji II

Muhammad Faizal Zakaria, S.Si.,M.T.

Yogyakarta, 06 Desember 2016  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Dr. MurFono, M.Si.  
NIP.19691212 200003 1 001



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/ Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ijabatul Khoirunnisa

NIM : 12620022

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Gempabumi Untuk Mengetahui Percepatan Bangunan dan Intensitas Kerusakan Bangunan Melalui Komputer Dengan Komunikasi *Bluetooth*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Jurusan Fisika

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*  
Yogyakarta, 18 November 2016

Pembimbing II

Nugroho Budi Wibowo. M.Si  
NIP: 19840223 200801 1 011

Pembimbing I

Frida Agung Rakhmadi. M.Sc  
NIP: 19780510 200501 1 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ijabatul Khoirunnisa  
NIM : 12620022  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Percepatan Bangunan Melalui Komputer dengan Komunikasi *Bluetooth* Untuk Mengetahui Intensitas Kerusakan Bangunan adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 18 November 2016

Yang menyatakan



Ijabatul Khoirunnisa

NIM : 12620022

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*Motto Hidup :*

❖ *Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (QS. Al-*

*Insyirah : 5-6).*

❖ *Follow your dreams, believe in yourself and don't give up.*

❖ *Perjuangan itu bukan penderitaan menuju tujuan, tapi proses memantaskan diri untuk meraih tujuan (Anonim).*

*Tugas akhir ini kupersembahkan untuk:*

1. *Ayahanda dan Ibunda tercinta*
2. *Mas Yoga, Mbak Ratri, Mas Angga dan Dedek Izan tercinta*
3. *Keluarga Fisika 2012 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*
4. *Keluarga SC Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*
5. *Sahabatku, teman seperjuanganku*
6. *Almamaterku*

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah, Tuhan pencipta dan pemelihara alam semesta, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat dan Salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafa'atnya. Rasa syukur dan pujian tersebut penulis haturkan atas terselesainya penyusunan laporan penelitian dengan judul "*Rancang Bangun Sistem Monitoring Gempabumi Untuk Mengetahui Percepatan Bangunan dan Intensitas Kerusakan Bangunan Melalui Komputer Dengan Komunikasi Bluetooth*".

Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Terima kasih penulis haturkan karena tanpa dukungan dan bantuan dari semua pihak, proses penelitian yang dilakukan sampai penyusunan laporan penelitian ini tidak dapat dilakukan. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ayah, ibunda, kakak-kakak tercinta yang selalu memberikan segala dukungan, semangat dan nasehat, serta doa;
2. Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si selaku pembimbing, terimakasih telah atas kesabaran dan waktu yang diberikan dalam memberikan bimbingan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini;
3. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc selaku dosen pembimbing dalam penulisan skripsi ini, terimakasih atas saran dan bimbingannya dalam penyelesaian tugas akhir ini;
4. Bapak Heru Gunawan, S.T. terimakasih telah memberikan inspirasi dan berbagi ilmu dalam penyelesaian tugas akhir ini;
5. Ibu Asih Melati, M.Sc selaku dosen penasehat akademik penulis, terimakasih atas waktu yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motifasi yang diberikan kepada penulis;

6. Segenap dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan dan membagikan ilmunya kepada penulis;
7. Seluruh staff dan karyawan di bagian Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
8. Seluruh teman-teman seperjuangan Fisika'12, Asma, Esi, Desti, Ian, Hikmah, Rofi, Elena, Iin, Dina, A'la, Maya Adha, Hida, Desytami, Dita, Gilang, Desy, Rifky, Ghifari, Eko, Rizbay, Dewi, Oliv, Subhan, Muiz, Iksan, Tira, Budi, Maya Luthfiya, Maghfiroh, Nandang, Hishom, Niko, Wulan, Vava, dan Endah yang selalu bersama-sama berbagi ilmu, terimakasih atas dukungan kalian, tetap semangat.
9. Teman-teman seperjuangan, iin, imro', dan hanik, terimakasih atas waktu, kesabaran, dan dukungan kalian.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis nantikan. Penulis berharap semoga karya sederhana ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 11 November 2016

Ijabatul Khoirunnisa

12620022

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Batasan Masalah .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Studi Pustaka .....	7
2.2 Landasan Teori .....	9



2.2.1	Gempabumi .....	9
	a. Faktor Terjadinya Gempabumi .....	9
	b. Dampak Gempabumi .....	11
	c. Intensitas Gempabumi .....	12
2.2.2	Percepatan Bangunan .....	14
2.2.3	Pengaruh Gempabumi Terhadap Struktur Bangunan.....	16
2.2.4	Sensor <i>Accelerometer</i> MMA7455L .....	17
2.2.5	<i>Bluetooth</i> .....	20
2.2.6	Raspberry Pi 3 Model B .....	22
2.2.7	LED .....	24
2.2.8	LCD 16×2 Karakter .....	25
2.2.9	<i>Buzzer</i> .....	27
2.2.10	<i>Internet of Things</i> (IoT) .....	28
2.2.11	Geeknesia .....	29
2.2.12	Karakteristik Sensor .....	29
	a. Fungsi transfer .....	30
	b. Hubungan <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	32
	c. Sensitivitas .....	34
	d. <i>Zero Offset</i> .....	35
	e. Akurasi .....	35
2.2.13	Siaga Bencana dalam Perspektif Islam .....	36

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	38
3.2 Alat dan Bahan .....	38
3.2.1 Alat .....	38
3.2.2 Bahan .....	39
3.3 Prosedur Penelitian .....	40
3.3.1 Pembuatan Sistem Akuisisi.....	40
a. Pembuatan Perangkat Keras .....	41
b. Pembuatan Perangkat Lunak .....	42
3.3.2 Karakterisasi Sistem Akuisisi .....	44
3.3.3 Pembuatan Sistem Monitoring .....	46
3.3.4 Pengambilan Data Sistem Monitoring .....	51
3.3.5 Pengolahan Data Sistem Monitoring .....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	53
4.1.1 Pembuatan Sistem Akuisisi Data .....	53
4.1.2 Karakterisasi Sistem Akuisisi Data .....	54
4.1.3 Pembuatan Sistem Monitoring .....	58
4.1.4 Pengambilan Data Sistem Monitoring .....	60
4.1.5 Pengolahan Data Sistem Monitoring .....	61
4.2 Pembahasan .....	61
4.2.1 Pembuatan Sistem Akuisisi Data .....	61
4.2.2 Karakterisasi Sistem Akuisisi Data .....	62

4.2.3	Pembuatan Sistem Monitoring .....	69
4.2.4	Pengambilan Data Sistem Monitoring .....	72
4.2.5	Pengolahan Data Sistem Monitoring .....	76
4.2.6	Integrasi - Interkoneksi .....	77
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>79</b>
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>81</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>85</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Skala Intensitas Gempabumi <i>Modified Mercalli Intensity</i> (MMI)	12
<b>Tabel 2.2</b> Deskripsi pin Sensor MMA7455L .....	18
<b>Tabel 2.3</b> Pedoman Penentuan Kuat Lemahnya Hubungan .....	34
<b>Tabel 3.1</b> Daftar Alat untuk Membuat Sistem Monitoring .....	38
<b>Tabel 3.2</b> Bahan untuk Membuat Sistem Monitoring .....	39
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengambilan Data Sistem Monitoring .....	60

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Peta Lempeng Tektonik Bumi .....	10
<b>Gambar 2.2</b> Gerak Bangunan Akibat Gaya Inersia .....	16
<b>Gambar 2.3</b> Koneksi Pin MMA7455L Tampak Atas .....	17
<b>Gambar 2.4</b> MMA7455L .....	19
<b>Gambar 2.5</b> Prinsip Kerja <i>Accelerometer</i> MMA7455L .....	20
<b>Gambar 2.6</b> Konfigurasi pin Modul <i>Bluetooth</i> HC-05 .....	21
<b>Gambar 2.7</b> Board Raspberry Pi 3 Model B .....	24
<b>Gambar 2.8</b> LED Dengan Berbagai Macam Warna .....	24
<b>Gambar 2.9</b> Konfigurasi pin LCD 16×2 Karakter .....	26
<b>Gambar 2.10</b> Bentuk Fisik <i>Buzzer</i> .....	27
<b>Gambar 2.11</b> IoT Sebagai Jaringan dari Sebuah Jaringan .....	28
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Prosedur Penelitian Secara Umum .....	40
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Pembuatan Perangkat Keras .....	41
<b>Gambar 3.3</b> Prosedur Pembuatan Perangkat Lunak pada Sistem Akuisisi ..	42
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Program Sistem Akuisisi .....	43
<b>Gambar 3.5</b> Diagram Sistem Monitoring .....	47
<b>Gambar 3.6</b> Diagram Alir Program Sistem Monitoring .....	49
<b>Gambar 4.1</b> Sistem Akuisisi Data yang dibuat .....	53
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Percepatan Bangunan dengan Sistem Akuisisi Pada Sumbu $x$ .....	55
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hubungan Percepatan Bangunan dengan Sistem Akuisisi Pada Sumbu $y$ .....	56

<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hubungan Percepatan Bangunan dengan Sistem Akuisisi Pada Sumbu $z$ .....	57
<b>Gambar 4.5</b> Data yang Tertampil Pada Alat Sistem Monitoring .....	59
<b>Gambar 4.6</b> Data Yang Tertampil Pada Monitor .....	60
<b>Gambar 4.7</b> Arah Pergerakan Pada Nilai Positif Percepatan Bangunan .....	73



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Hasil Pengujian Sistem Akuisisi dan Karakterisasinya .....	85
<b>Lampiran 2</b> Sampel Data Hasil Pengambilan Data Sistem Monitoring .....	109
<b>Lampiran 3</b> Sampel Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring .....	112
<b>Lampiran 4</b> Karakterisasi Sistem Akuisisi Data .....	121
<b>Lampiran 5</b> Proses Pembuatan Sistem Monitoring .....	122
<b>Lampiran 6</b> Listing Program untuk Sistem Monitoring	
Percepatan Bangunan .....	125
<b>Lampiran 7</b> Datasheet Sensor <i>Accelerometer</i> MMA7455L .....	129
<b>Lampiran 8</b> Datasheet <i>Bluetooth</i> HC-05 .....	135
<b>Lampiran 9</b> Datasheet Raspberry Pi 3 Model B .....	140

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING  
PERCEPATAN BANGUNAN MELALUI KOMPUTER  
DENGAN KOMUNIKASI *BLUETOOTH* UNTUK  
MENGETAHUI INTENSITAS KERUSAKAN BANGUNAN**

Ijabatul Khoirunnisa  
12620022

**INTISARI**

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng besar, sehingga mengakibatkan sering terjadinya gempa bumi. Penelitian ini berusaha merancang bangun sistem monitoring percepatan bangunan dengan tujuan untuk membuat dan mengkarakterisasi sistem akuisisi, serta membuat dan menguji sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer dengan komunikasi *bluetooth*. Sistem yang dibuat melalui komunikasi *bluetooth* ini melalui beberapa tahapan, yaitu : pembuatan sistem akuisisi, karakterisasi sistem akuisisi, pembuatan sistem monitoring, pengambilan data sistem monitoring, dan pengolahan data sistem monitoring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi *transfer* dan koefisien korelasi sistem akuisisi pada sumbu x, y, dan z adalah  $y_x = 16,722a_{0x} + 0$  dan  $r_x = 1$  ;  $y_y = 16,722a_{0y} + 0$  dan  $r_y = 1$ ; serta  $y_z = 16,722a_{0z} + 0$  dan  $r_z = 1$ . Sensitivitas sistem akuisisi pada ketiga sumbu tersebut adalah 16,722 bit/gal. Sementara itu, hasil pengujian sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer memiliki rentang nilai -0,17944 gal sampai 0,119628 gal dengan skala intensitas kerusakan bangunan sebesar 0 MMI. Akurasi sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer pada sumbu x, y, dan z adalah 97,204%, 97,374%, dan 97,210%.

**Kata Kunci :** Percepatan Bangunan, Intensitas Kerusakan Bangunan, Monitoring Percepatan Bangunan



# DESIGN OF ACCELERATION'S MONITORING SYSTEM BY COMPUTER WITH BLUETOOTH COMMUNICATION TO DETERMINE INTENSITY

Ijabatul Khoirunnisa  
12620022

## ABSTRACT

Indonesia lies on the junction of three plates, its make often an earthquake. This study trying to make acceleration's monitoring system which the purpose of this research was to make and to know characteristic acquisition system of acceleration, to make and to test the monitoring system of acceleration by computer with bluetooth communication. This research was conducted in five phases: making data acquisition system, characterizing of data acquisition system, making monitoring system, data sampling of monitoring system, and data analyzing of monitoring system. The result of this research showed that transfer function and correlation coefficient of data acquisition on each axis was :  $y_x = 16,722a_{0x} + 0$   $r_x = 1$ ;  $y_y = 16,722a_{0y} + 0$  a  $r_y = 1$ ; and  $y_z = 16,722a_{0z} + 0$   $r_z = 1$ . Sensitivity of acquisition system on each axis was 16,722 bit/gal. Acceleration data of monitoring system have range -0,17944 gal to 0,119628 gal which intensity 0 MMI. Accuracy of earthquake's monitoring system on x axis was 97,204%, y axis was 97,374%, and z axis was 97,210%

Keyword : Acceleration, Intensity, Acceleration's Monitoring

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan tiga lempeng besar, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Philipina, dan lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng di sekitar perbatasan lempeng mengakibatkan energi terakumulasi, dan jika lapisan batuan tidak mampu menahannya maka energi akan terlepas sehingga menyebabkan terjadinya patahan ataupun deformasi pada lapisan kerak bumi dan terjadilah gempa bumi tektonik. Dinamika pertemuan lempeng-lempeng ini mengakibatkan Indonesia rawan akan bencana gempa bumi (Ibrahim dan Subardjo, 2005).

Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada bulan Januari tahun 2013 sampai bulan Januari 2015, telah terjadi 437 kejadian gempa bumi dengan magnitudo berada di atas 5,0 SR. Apabila kejadian tersebut diakumulasikan, maka berdampak pada 4 korban jiwa, 2.571 orang luka-luka, dan sebanyak 31.864 bangunan mengalami kerusakan baik dari rusak berat, rusak sedang, dan rusak ringan (BNPB, 2015).

Rusaknya berbagai struktur bangunan merupakan sebagian kejadian yang diakibatkan oleh adanya gempa bumi. Kerusakan yang diakibatkan oleh getaran gempa bumi terhadap bangunan-bangunan di setiap tempat perlu diketahui. Hal ini diperlukan untuk menyesuaikan dengan kekuatan bangunan yang akan dibangun di daerah tersebut. Bangunan-bangunan di daerah rawan gempa, hendaknya dibangun dengan kekuatan luar biasa, sehingga bila terjadi

gempabumi dengan kekuatan besar tidak akan mempunyai tanggapan atau reaksi terhadap bangunan (Edwiza dan Novita, 2005).

Tingkatan dari kerusakan bangunan seperti rusak ringan, rusak sedang sampai rusak berat disebut sebagai intensitas kerusakan bangunan. Intensitas kerusakan bangunan dapat diukur menggunakan alat yang disebut dengan intensitymeter. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip percepatan, sehingga untuk setiap nilai percepatan bangunan, memiliki intensitas kerusakan bangunan yang berbeda.

Pada teknologi deteksi gempabumi yang masih konvensional, sering ditemui kendala dalam pengumpulan data dari gempa bumi, serta adanya ketergantungan pada tenaga manusia dalam mengoperasikan alat konvensional tersebut. Hal ini menjadi penting untuk dikembangkan, mengingat bencana alam gempabumi merupakan bencana alam yang cukup sering terjadi, dan terjadi pada kurun waktu yang cukup cepat, sehingga diperlukan sistem monitoring percepatan bangunan berbasis telemetri.

Pengembangan ini sejalan dengan perintah Allah yang tertera pada (Q.S. Al-Hasyr : 18)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

“Wahai orang-orang yang beriman! Bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat), dan bertakwalah kepada Allah. Sungguh, Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan” (Departemen Agama RI, 2007).

Melalui Q.S. AL Hasyr :18, Allah memerintahkan kepada orang-orang yang beriman untuk berlindung dari azab Allah dengan selalu mematuhiNya. Hendaknya setiap orang memikirkan apa saja amalan yang dipersiapkan untuk hari esok. Selalu bertakwalah kepada Allah karena Allah benar-benar mengetahui dan akan membalas segala sesuatu yang telah manusia kerjakan (Shihab, 2003). Ayat tersebut berkaitan dengan perintah untuk memperhatikan akibat yang diperoleh sebelum bertindak. Perintah ini dapat dikaitkan dalam hal kebencanaan sebagai bentuk kesiap-siagaan bencana.

Resiko bahaya yang diakibatkan oleh bencana alam dapat diminimalisir untuk mengurangi korban jiwa maupun kerugian materiil yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut. Pada kejadian bencana alam gempa bumi, salah satu usaha untuk meminimalisir resiko bahaya, dapat dilakukan melalui pembuatan alat sistem monitoring gempa berbasis telemetri. Alat ini dapat memberikan informasi berupa data percepatan bangunan dan intensitas kerusakan bangunan secara *real-time*, sehingga apabila terjadi gempa bumi, dampak yang diakibatkan dari kerusakan bangunan dapat dimnimalisir karena sudah diketahui percepatan bangunannya sejak dini.

Sistem monitoring gempa bumi berbasis telemetri membutuhkan sensor dengan persebaran tinggi, sensor tersebut berupa sensor *accelerometer* dengan area deteksi pada sumbu x, y, dan z dengan pengiriman data tanpa kabel. Oleh sebab itu, dalam penggunaannya digunakan sensor *accelerometer* MMA7455L memiliki kelebihan yang mampu mendeteksi percepatan pada area sudut x, y,

dan z serta menggunakan komunikasi *bluetooth* sebagai perantara dalam pengiriman data tanpa kabel.

Rancang bangun sistem monitoring percepatan bangunan dan intensitas kerusakan bangunan memberikan informasi berupa besarnya percepatan bangunan dan intensitas kerusakan bangunan akibat gempa bumi yang terjadi. Data percepatan bangunan merupakan sarana informasi untuk memperkirakan dan meminimalisir dampak yang disebabkan oleh gempa bumi. Dari nilai hasil pengukuran percepatan bangunan nantinya akan diperoleh intensitas kerusakan bangunan dalam skala MMI, sehingga dapat diketahui resiko kerusakan bangunan apabila terjadi gempa bumi.

Dengan eksistensi sarana ini, maka masyarakat dapat mengetahui kapan dan apa yang harus dilakukan ketika terjadi gempa bumi serta upaya dalam menyelamatkan diri dari bencana gempa bumi. Selain itu, sarana ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam pembuatan bangunan tahan gempa di kemudian hari. Sehingga alat sistem monitoring diharapkan dapat mengurangi korban jiwa yang diakibatkan oleh gempa bumi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sistem akuisisi data?
2. Bagaimana karakteristik sistem akuisisi data?

3. Bagaimana membuat sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer dengan komunikasi *bluetooth*?
4. Bagaimana cara menguji sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat sistem akuisisi data;
2. Mengetahui karakteristik sistem akuisisi data;
3. Membuat sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer dengan komunikasi *bluetooth* berbasis Raspberry Pi 3;
4. Menguji sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan penelitian ini meliputi pengujian yang dilakukan pada bangunan permanen berdinding batubata dan semen di Pusat Gempa Regional (PGR) VII Stasiun Geofisika BMKG Yogyakarta.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini meliputi :

1. Untuk Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini dapat membuka wawasan dan mengaplikasikan ilmunya ke dalam dunia nyata.

## 2. Untuk Masyarakat dan Lingkungan

Sistem monitoring dapat membantu masyarakat agar lebih mengetahui hal-hal yang harus dilakukan ketika terjadi gempa bumi. Data percepatan bangunan dapat digunakan untuk mengetahui intensitas kerusakan bangunan. Data intensitas ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dalam pembuatan bangunan tahan gempa yang selanjutnya digunakan sebagai mitigasi bencana alam gempa bumi.

## 3. Untuk Pemerintah

Alat sistem monitoring dapat digunakan untuk mendeteksi gempa bumi, mengetahui percepatan gerak bangunan maupun intensitas kerusakan bangunan dengan pengiriman data secara nirkabel. Selain itu, dapat digunakan sebagai pemberian informasi dari gempa bumi kepada masyarakat umum.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Seperangkat sistem akuisisi data telah berhasil dibuat. Sistem terdiri dari sensor *accelerometer* MMA7455L sebagai pendeteksi percepatan bangunan dan mikroprosesor Raspberry Pi 3 sebagai pengolah data.
2. Sistem akuisisi data yang telah dibuat memiliki karakteristik fungsi *transfer* dan koefisien korelasi pada sumbu x, y, dan z adalah  $y_x = 16,722a_{0x} + 0$  dengan  $r_x = 1$ ,  $y_y = 16,722a_{0y} + 0$  dengan  $r_y = 1$ , dan  $y_z = 16,722a_{0z} + 0$  dengan  $r_z = 1$ ; serta sensitivitas sistem akuisisi pada ketiga sumbu adalah 16,722 bit/gal.
3. Seperangkat sistem monitoring percepatan bangunan telah berhasil dibuat dengan memanfaatkan sensor *accelerometer* MMA7455L sebagai pendeteksi percepatan bangunan, mikroprosesor Raspberry Pi 3 sebagai pengolah data, LED, LCD, *buzzer*, dan monitor sebagai indikator hasil monitoring, serta *bluetooth* sebagai komunikasi pengiriman data dari alat sistem monitoring ke komputer.
4. Sistem monitoring percepatan bangunan melalui komputer yang telah dibuat memiliki rentang nilai -0,17944 gal sampai 0,119628 gal dengan skala intensitas 0 MMI. Sementara itu, akurasi pada sumbu x, y, dan z adalah 97,204%, 97,374%, dan 97,210%.



## 5.2 Saran

1. Penggunaan sensor percepatan yang memiliki resolusi tinggi;
2. Penggunaan komunikasi pengiriman data yang memiliki daya transmisi tinggi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alma'i, V. R. 2011. *Aplikasi Sensor Accelerometer Pada Deteksi Posisi*. (Tugas Akhir), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNDIP.
- Amelia, R. 2009. *Perbandingan Analisis Statik dan Analisis Dinamik Pada Portal Bertingkat Banyak Sesuai SNI 03-1726-2002*. (Tugas Akhir), Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, USU.
- Basuki, A. Y. 2012. *Pengelolaan Sinyal Digital*. Diakses 5 November 2016 dari <http://www.modul.mercubuana.ac.id/files/pbael>.
- Bath, M. 1979. *Introduction to Seismology*. Birkhäuser Verlag : Stuttgart.
- BMKG. 2014. *Gempabumi*. Diakses 27 Februari 2016 dari [http://www.bmkg.go.id/BMKG\\_Pusat/Gempabumi\\_-\\_Tsunami/Gempabumi.bmkg](http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Gempabumi_-_Tsunami/Gempabumi.bmkg).
- BNPB. 2015. *Data Bencana*. Diakses 9 November 2015 dari <http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana/lihat-data/per-halaman=10;halaman=1>.
- Brey, B. B. 2009. *The Intel Microprocessors*. Pearson Prentice Hall : USA.
- Cotta, dkk. 2016. Wireless Communication Using Hc-05 Bluetooth Module Interfaced With Arduino. *IJSETR*, **Volume 5, Issue 4, April 2016** : 869-872.
- Delta Elektronik. 2008. *M1632 Module LCD 16 X 2 Baris (M1632)*. Diakses tanggal 5 Maret 2013 dari <http://www.delta-electronic.com>.
- Departemen Agama RI. 2007. *Al Qur'an dan Terjemahan*. Media Insani Publishing : Surakarta.
- Edwiza, D. Dan Sri Novita. 2008. Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai. *TeknikA*, **No. 29 Vol. 2 Thn. XV** : 111-118.
- Engineers Garage. *LCD 16x2*. Diakses 3 Oktober 2016 dari [http://www.engineersgarage.com/sites/default/files/Lcd\\_0.jpg?1281348608](http://www.engineersgarage.com/sites/default/files/Lcd_0.jpg?1281348608).
- Erin. 2011. *Analisis Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 36 Akibat Gempa (Studi Kasus : Rumah Tinggal di Sebuah Perumahan di Kota Depok)*. (Skripsi), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UI.
- Evans, D. 2011. *The Internet of Things : How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Cisco IBSG : Singapore.

- Fraden, J. 2004. *Handbook of Modern Sensors*. Springer-Verlag : New York.
- Geeknesia. *What is Geeknesia*. Diakses 10 Oktober 2016 dari <http://geeknesia.com/about>.
- Gunawan, H. 2013. *Rancang Bangun Simulator Alat Pencatat Gempabumi Menggunakan Sensor Getaran Di Stasiun Geofisika BMKG Yogyakarta*. (Skripsi), Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Yogyakarta.
- HP invent. 2004. *Bluetooth Wireless Technology Basics*. Hewlett-Packard Development Company : Palo Alto.
- Husein, R. 2013. *Siaga Darurat Bencana*. Diakses 20 Oktober 2016 dari <http://mdmc.or.id/index.php/a/183-siaga-darurat-bencana>.
- Ibnu Katsir. 2005. *Tafsir Ibnu Katsir*. Penerjemah : M. Abdul Ghoffar E. M. dan Abu Ihsan Al-Atsari. Penerbit: Pustaka Imam Asy-Syafi'i, Jakarta.
- Ibrahim, G. dan Subardjo. 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Badan Meteorologi dan Geofisika : Jakarta.
- Innovative Electronics. 2014. *DT-Sense 3 Axis Accelerometer*. Innovative Electronics : Surabaya.
- Istiyanto, J. E. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi : Pendekatan Project Arduino dan Android*. Andi Offset : Yogyakarta
- ITeadStudio. 2010. *HC-05 Bluetooth to Serial Port Module*. ITeadStudio : Shenzhen
- John. 2011. *Instrument Parameters*. Diakses 4 Oktober 2016 dari <http://www.instrumentationtoday.com/instrument-parameters/2011/07/>.
- Kurniawati, L. 2008. *Pengaruh Pencahayaan LED Terhadap Suasana Ruang Cafe dan Restoran*. (Skripsi), Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Laboid, dkk. 2007. *Wi-Fi<sup>TM</sup>, Bluetooth<sup>TM</sup>, Zigbee<sup>TM</sup> And Wimax<sup>TM</sup>*. Springer : Netherlands.
- Lay, T dan Wallace, T. C. 1995. *Modern Global Seismology*. Academic Press : USA.
- Lopez Research. 2013. *An Introduction to the Internet of Things (IoT)*. Lopez Research LLC : San Fransisco.

- Lueth, K. S. 2015. *IoT basics : Getting started with the Internet of Things*. IoT Analytics : Jerman.
- McManus, S. dan Mike C. 2013. *Raspberry Pi For Dummies*. John Wiley & Sons : Canada.
- Miller, M. 2001. *Discovering Bluetooth*. Sybex Inc : Alameda.
- Morris, A. S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles*. Butterworth-Heinemann : England.
- Murty, C. V. R. 2005. *Learning Earthquake Design and Construction*. Building Materials and Technology Promotion Council : New Delhi.
- Rakhmadi, I. dan Basuki, P. 2013. Purwarupa Sistem Pemantau Getaran pada Bangunan Bertingkat Dua Menggunakan Sensor Akselerometer. *IJEIS*, **Vol. 3 No. 2 October 2013** : 197-206.
- Raspberry Pi Foundation. 2014. *Raspberry Pi for Beginners*. Imagine Publishing : London.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Raspberry Pi 3 is Out Now! Specs, Benchmarks and More*. Diakses 12 Mei 2016 dari <https://www.raspberrypi.org/magpi/raspberry-pi-3-specs-benchmarks/>.
- Saeram, K., Gunasekaran, N., dan Reddy, S. 2002. Bluetooth in Wireless Communication. *IEEE Communications Magazine*, **Juni 2002** : 90-96.
- Shihab, M. Q. 2003. *Tafsir Al-Mishbah : Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*. Jakarta : Lentera Hati.
- Sugiyono, 2007, *Statistik Untuk Penelitian*, Alfabeta : Bandung.
- Sulistyowati, R. dan Febriantoro, D. D. 2012. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal IPTEK*, **Vol.16 No,1 Mei 2012**
- Sumardi. 2009. Penakar Curah Hujan Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATmega 32. *Jurnal Teknik Elektro*, **Volume 11, Nomor 2, Juni 2009** : 84-90.
- Suryono. 2012. *Workshop Peningkatan Mutu Penelitian Dosen dan Mahasiswa*. Yogyakarta. Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.
- Tim Cox. 2014. *Raspberry Pi Cookbook for Python Programmers*. Packt Publishing : Mumbai.

Udianto dkk. 2013. Purwarupa Sistem Pemantau Getaran Jembatan Menggunakan Sensor *Accelerometer*. *IJEIS*, **Vol. 3 No. 2 October 2013** : 185-196.

Widodo. *Komponen Elektronika*. Diakses 4 Oktober 2016 dari <http://profil.widodoonline.com/Elektronika/komponen/komponen-aktif/diode/led.html>.

Wilson, J. S. 2005. *Sensor Technology Handbook*. Elsevier : United States of America.

Young, H. D. Dan Roger A. F. 2000. *Fisika Universitas*. Erlangga : Jakarta.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Hasil Pengujian Sistem Akuisisi dan Karakterisasinya

##### Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Pada Sumbu x

No.	Waktu	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	0	234	-0,0598
2	0,01	234	-0,0598
3	0,02	234	-0,1196
4	0,03	235	-0,1196
5	0,04	235	-0,0598
6	0,05	233	-0,0598
7	0,06	235	0
8	0,07	233	0,0598
9	0,08	236	0,0598
10	0,09	235	0,0598
11	0,1	236	0,0598
12	0,11	234	0,0598
13	0,12	235	0
14	0,13	236	0
15	0,14	235	0
16	0,15	235	0
17	0,16	235	0
18	0,17	235	0
19	0,18	235	0
20	0,19	234	0
21	0,2	235	0
22	0,21	236	0
23	0,22	236	0,0598
24	0,23	233	0,0598
25	0,24	235	0,0598
26	0,25	234	0,0598
27	0,26	234	0
28	0,27	234	0
29	0,28	235	0
30	0,29	233	0
31	0,3	234	-0,0598
32	0,31	234	-0,0598
33	0,32	234	0

## Lanjutan

---

34	0,33	236	0
35	0,34	235	0
36	0,35	235	0
37	0,36	233	0
38	0,37	236	0
39	0,38	234	0
40	0,39	234	0
41	0,4	233	0
42	0,41	233	0
43	0,42	234	0
44	0,43	235	0
45	0,44	235	0
46	0,45	235	-0,0598
47	0,46	234	-0,0598
48	0,47	235	-0,0598
49	0,48	235	-0,0598
50	0,49	236	-0,0598
51	0,5	235	-0,0598
52	0,51	234	0
53	0,52	234	0
54	0,53	235	0
55	0,54	234	0
56	0,55	234	-0,0598
57	0,56	234	-0,0598
58	0,57	235	-0,1196
59	0,58	235	-0,1196
60	0,59	234	-0,0598
61	0,6	235	-0,0598
62	0,61	235	0
63	0,62	235	0
64	0,63	235	0,0598
65	0,64	234	0,0598
66	0,65	236	0,0598
67	0,66	235	0,0598
68	0,67	233	0
69	0,68	233	0
70	0,69	235	0
71	0,7	234	0
72	0,71	234	0
73	0,72	235	0
74	0,73	234	0

---

Lanjutan			
75	0,74	235	-0,0598
76	0,75	233	-0,0598
77	0,76	235	-0,0598
78	0,77	235	-0,0598
79	0,78	235	-0,0598
80	0,79	234	0
81	0,8	233	0
82	0,81	234	0
83	0,82	236	0
84	0,83	235	0
85	0,84	235	0
86	0,85	234	0
87	0,86	234	0
88	0,87	236	-0,0598
89	0,88	235	-0,1196
90	0,89	233	-0,1196
91	0,9	233	-0,1196
92	0,91	234	-0,1196
93	0,92	234	-0,1196
94	0,93	234	-0,1196
95	0,94	234	-0,0598
96	0,95	234	-0,0598
97	0,96	234	0
98	0,97	235	0
99	0,98	234	-0,0598
100	0,99	235	-0,0598
Minimal		233	-0,1196
Maksimal		236	0,0598
Modus		235	0



Tabel bantu perhitungan untuk karakterisasi sistem akuisisi pada sumbu x

No.	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	233	-0,1196
2	234	-0,0598
3	235	0
4	236	0,0598

### *Adjustment*

Keadaan nol (keadaan awal) data hasil pengujian sistem akuisisi dengan data intensitymeter mengalami perbedaan, sehingga dilakukan *adjustment* pada sistem akuisisi untuk menyamakan keadaan awalnya. Persamaan untuk menyamakan keadaan awal pada sumbu x diperoleh sebagai berikut,

$$\text{Data (bit)} = \text{data sistem akuisisi} - 235 \text{ nit}$$

Data Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Pasca *Adjustment* Pada Sumbu x

No.	Waktu	Data Sistem Monitoring (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	0	0	0
2	0,01	0	0,0598
3	0,02	0	0,0598
4	0,03	-1	0
5	0,04	0	0
6	0,05	0	0
7	0,06	-1	0
8	0,07	-1	0
9	0,08	0	0,0598
10	0,09	-2	0,0598
11	0,1	0	0,0598
12	0,11	-1	0,0598
13	0,12	0	0,0598
14	0,13	0	0,0598
15	0,14	0	0
16	0,15	-1	0
17	0,16	1	-0,0598
18	0,17	0	-0,0598
19	0,18	0	-0,0598
20	0,19	0	-0,1196
21	0,2	0	-0,0598
22	0,21	1	0
23	0,22	0	0
24	0,23	1	0
25	0,24	-1	0
26	0,25	-2	0
27	0,26	-1	0
28	0,27	-1	0
29	0,28	-1	-0,0598
30	0,29	-1	-0,1196
31	0,3	0	-0,0598
32	0,31	0	-0,0598
33	0,32	1	0
34	0,33	-1	0
35	0,34	-1	0
36	0,35	0	0
37	0,36	-1	0
38	0,37	-1	0
39	0,38	-1	0

## Lanjutan

40	0,39	2	0
41	0,4	0	0
42	0,41	0	0
43	0,42	1	0,0598
44	0,43	-1	0,0598
45	0,44	0	0,0598
46	0,45	-1	0,0598
47	0,46	1	0
48	0,47	1	0
49	0,48	0	0
50	0,49	-1	0
51	0,5	1	0,0598
52	0,51	1	0,0598
53	0,52	0	0,0598
54	0,53	-2	0,0598
55	0,54	0	0,0598
56	0,55	0	0,0598
57	0,56	0	0,0598
58	0,57	-1	0,0598
59	0,58	0	0,0598
60	0,59	0	0
61	0,6	1	0
62	0,61	-2	0
63	0,62	-1	0
64	0,63	0	0
65	0,64	1	0,0598
66	0,65	1	0,0598
67	0,66	0	0,0598
68	0,67	1	0,1196
69	0,68	0	0,0598
70	0,69	0	0,0598
71	0,7	-1	0,0598
72	0,71	1	0,0598
73	0,72	1	0,0598
74	0,73	1	0
75	0,74	1	0
76	0,75	0	0
77	0,76	0	-0,0598
78	0,77	0	-0,0598
79	0,78	0	-0,0598
80	0,79	0	-0,0598

Lanjutan			
81	0,8	0	-0,0598
82	0,81	-2	-0,0598
83	0,82	0	0
84	0,83	0	0
85	0,84	-1	0
86	0,85	-1	0
87	0,86	-1	0
88	0,87	-1	0
89	0,88	-1	0
90	0,89	-1	0
91	0,9	0	0
92	0,91	-1	0
93	0,92	0	0
94	0,93	-1	0
95	0,94	-2	0
96	0,95	0	0
97	0,96	0	0
98	0,97	0	0
99	0,98	0	0
100	0,99	0	0
Minimal		-2	-0,1196
Maksimal		2	0,1196
Modus		0	0

Tabel Bantu Data Karakterisasi Sistem Akuisisi Pasca *Adjustment* Pada Sumbu x

No.	Data Sistem Monitoing (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	-2	-0,1196
2	-1	-0,0598
3	0	0
4	1	0,0598
5	2	0,1196

### 1. Fungsi *Transfer* dan Korelasinya

Fungsi *transfer* didapatkan dari variabel b dan a yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan umum fungsi *transfer* dengan bentuk linier.

Menentukan nilai b

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{5(0,598 \text{ bitgal}) - 0 \text{ gal} \cdot 0 \text{ bit}}{5(0,03576 \text{ gal}^2) - (0)^2 \text{ gal}^2}$$

$$b = \frac{2,99 \text{ bitgal}}{0,178802 \text{ gal}^2}$$

$$b = 16,722 \text{ bit / gal}$$

Menentukan nilai a

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \frac{0 \text{ bit}}{5} - 16,722 \text{ bit / gal} \left( \frac{0 \text{ gal}}{5} \right)$$

$$a = 0 \text{ bit}$$

Persamaan fungsi *transfer*

$$y = bx + a$$

$$y = 16,722x + 0$$

## Menentukan Korelasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{5(0,598) - (0)(0)}{\sqrt{[5(0,03576) - 0][5(10) - 0]}}$$

$$r = \frac{2,99}{\sqrt{[0,178802][50]}}$$

$$r = \frac{2,99}{\sqrt{8,9401}}$$

$$r = \frac{2,99}{2,99}$$

$$r = 1$$

## 2. Sensitivitas

Sensitivitas diperoleh dari variabel  $b$  dalam fungsi *transfer*, sehingga didapatkan 16,722 bit/gal.

### Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Pada Sumbu y

No.	Waktu	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	0	229	-0,0598
2	0,01	227	-0,0598
3	0,02	226	-0,0598
4	0,03	228	0
5	0,04	228	0
6	0,05	229	0
7	0,06	228	0
8	0,07	226	0
9	0,08	227	0
10	0,09	229	0,0598
11	0,1	229	0,0598
12	0,11	228	0,0598
13	0,12	227	0,1196
14	0,13	229	0,1196
15	0,14	228	0,0598
16	0,15	228	0,0598
17	0,16	228	0
18	0,17	229	-0,0598
19	0,18	229	-0,0598
20	0,19	228	-0,0598
21	0,2	228	0
22	0,21	228	0,0598
23	0,22	228	0,1196
24	0,23	227	0,1196
25	0,24	228	0,1196
26	0,25	228	0,1196
27	0,26	227	0,0598
28	0,27	228	0,0598
29	0,28	227	0
30	0,29	228	0
31	0,3	228	-0,0598
32	0,31	230	-0,0598
33	0,32	230	-0,0598
34	0,33	229	-0,0598
35	0,34	228	-0,0598
36	0,35	229	-0,0598
37	0,36	228	0
38	0,37	228	0,0598

## Lanjutan

---

39	0,38	230	0,0598
40	0,39	229	0,0598
41	0,4	228	0,0598
42	0,41	228	0
43	0,42	228	0
44	0,43	226	0,0598
45	0,44	228	0,0598
46	0,45	230	0,0598
47	0,46	228	0,0598
48	0,47	227	0
49	0,48	227	0
50	0,49	228	0
51	0,5	228	0
52	0,51	226	0
53	0,52	229	0
54	0,53	228	0
55	0,54	229	0
56	0,55	227	0
57	0,56	230	0
58	0,57	228	0
59	0,58	228	0
60	0,59	228	0
61	0,6	228	0
62	0,61	229	-0,0598
63	0,62	228	-0,0598
64	0,63	228	-0,0598
65	0,64	228	-0,0598
66	0,65	229	0
67	0,66	228	0
68	0,67	228	0
69	0,68	228	0
70	0,69	228	0
71	0,7	229	0
72	0,71	227	0
73	0,72	227	0
74	0,73	226	0
75	0,74	227	0
76	0,75	228	0
77	0,76	228	0

---



## Lanjutan

78	0,77	230	0
79	0,78	227	0
80	0,79	227	0
81	0,8	229	0
82	0,81	229	0
83	0,82	229	0
84	0,83	228	0
85	0,84	228	0
86	0,85	228	0
87	0,86	227	-0,0598
88	0,87	228	-0,0598
89	0,88	226	0
90	0,89	228	0
91	0,9	228	0
92	0,91	228	-0,0598
93	0,92	227	-0,1196
94	0,93	227	-0,1196
95	0,94	228	-0,1196
96	0,95	228	-0,0598
97	0,96	228	0
98	0,97	230	0
99	0,98	227	0
100	0,99	229	0
Minimal		226	-0,1196
Maksimal		230	0,1196
Modus		228	0

Tabel bantu perhitungan untuk karakterisasi sistem akuisisi pada sumbu y

No.	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	226	-0,1196
2	227	-0,0598
3	228	0
4	229	0,0598
5	230	0,1196

*Adjustment*

Hasil analisis menunjukkan persamaan untuk menyamakan keadaan awal pada sumbu y diperoleh sebagai berikut,

$$\text{Data (bit)} = \text{data sistem akuisisi} - 228 \text{ bit}$$

Data Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Pasca *Adjustment* Pada Sumbu y

No.	Waktu	Data Sistem Monitoring (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	0	0	0
2	0,01	-2	0
3	0,02	0	0
4	0,03	1	0
5	0,04	-1	0
6	0,05	-1	0
7	0,06	0	0,0598
8	0,07	0	0,0598
9	0,08	0	0,0598
10	0,09	0	0,0598
11	0,1	-2	0,0598
12	0,11	-1	0
13	0,12	-2	0
14	0,13	1	0
15	0,14	1	0
16	0,15	1	0
17	0,16	-2	0
18	0,17	-1	0
19	0,18	0	0
20	0,19	2	-0,0598
21	0,2	0	-0,0598
22	0,21	2	-0,0598
23	0,22	-1	0
24	0,23	0	0
25	0,24	0	0
26	0,25	-2	0
27	0,26	1	0
28	0,27	0	0
29	0,28	0	0
30	0,29	1	-0,0598
31	0,3	0	0
32	0,31	2	0
33	0,32	1	0
34	0,33	0	0
35	0,34	0	0
36	0,35	0	0
37	0,36	0	-0,0598
38	0,37	0	-0,0598
39	0,38	0	-0,1196

## Lanjutan

40	0,39	-1	-0,1196
41	0,4	0	-0,1196
42	0,41	0	-0,1196
43	0,42	0	-0,1196
44	0,43	-1	-0,0598
45	0,44	-1	-0,0598
46	0,45	1	-0,0598
47	0,46	1	-0,0598
48	0,47	-1	-0,0598
49	0,48	0	-0,0598
50	0,49	1	0
51	0,5	0	0
52	0,51	0	0
53	0,52	2	0
54	0,53	1	0
55	0,54	1	0
56	0,55	-1	0
57	0,56	-1	0,0598
58	0,57	2	0,0598
59	0,58	1	0,1196
60	0,59	0	0,1196
61	0,6	0	0,1196
62	0,61	-1	0,1196
63	0,62	0	0,0598
64	0,63	0	0
65	0,64	-1	-0,0598
66	0,65	-1	-0,0598
67	0,66	-1	-0,1196
68	0,67	-1	-0,1196
69	0,68	-1	-0,1196
70	0,69	-1	-0,0598
71	0,7	-1	-0,0598
72	0,71	1	0
73	0,72	-1	0,0598
74	0,73	1	0,1196
75	0,74	1	0,0598
76	0,75	0	0,0598
77	0,76	0	0
78	0,77	0	0
79	0,78	0	0
80	0,79	1	0

Lanjutan			
81	0,8	-1	0
82	0,81	-1	0
83	0,82	1	-0,0598
84	0,83	0	-0,0598
85	0,84	-2	-0,0598
86	0,85	0	-0,0598
87	0,86	-1	-0,0598
88	0,87	-1	-0,0598
89	0,88	1	0
90	0,89	1	0
91	0,9	0	0
92	0,91	0	0
93	0,92	-1	0
94	0,93	-1	0
95	0,94	-1	0,0598
96	0,95	-1	0,0598
97	0,96	0	0,0598
98	0,97	0	0,0598
99	0,98	1	0,0598
100	0,99	-1	0,0598
Minimal		-2	-0,1196
Maksimal		2	0,1196
Modus		0	0

Tabel Bantu Data Karakterisasi Sistem Akuisisi Pasca *Adjustment* Pada Sumbu y

No.	Data Sistem Monitoing (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	-2	-0,1196
2	-1	-0,0598
3	0	0
4	1	0,0598
5	2	0,1196

### 1. Fungsi *Transfer* dan Korelasinya

Fungsi *transfer* didapatkan dari variabel b dan a yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan umum fungsi *transfer* dengan bentuk linier.

Menentukan nilai b

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{5(0,598 \text{ bitgal}) - 0 \text{ gal} \cdot 0 \text{ bit}}{5(0,03576 \text{ gal}^2) - (0)^2 \text{ gal}^2}$$

$$b = \frac{2,99 \text{ bitgal}}{0,178802 \text{ gal}^2}$$

$$b = 16,722 \text{ bit / gal}$$

Menentukan nilai a

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \frac{0 \text{ bit}}{5} - 16,722 \text{ bit / gal} \left( \frac{0 \text{ gal}}{5} \right)$$

$$a = 0 \text{ bit}$$

Persamaan fungsi *transfer*

$$y = bx + a$$

$$y = 16,722x + 0$$

## Menentukan Korelasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{5(0,598) - (0)(0)}{\sqrt{[5(0,03576) - 0][5(10) - 0]}}$$

$$r = \frac{2,99}{\sqrt{[0,178802][50]}}$$

$$r = \frac{2,99}{\sqrt{8,9401}}$$

$$r = \frac{2,99}{2,99}$$

$$r = 1$$

## 2. Sensitivitas

Sensitivitas diperoleh dari variabel  $b$  dalam fungsi *transfer*, sehingga didapatkan 16,722 bit/gal.

### Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Pada Sumbu z

No.	Waktu	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	0	126	-0,0598
2	0,01	125	-0,0598
3	0,02	125	0
4	0,03	127	0,0598
5	0,04	127	0,1196
6	0,05	125	0,1196
7	0,06	126	0,1794
8	0,07	124	0,1196
9	0,08	124	0,1794
10	0,09	124	0,1196
11	0,1	127	0,1196
12	0,11	124	0,0598
13	0,12	125	0
14	0,13	125	0
15	0,14	124	0
16	0,15	124	0
17	0,16	126	0
18	0,17	125	0
19	0,18	125	0
20	0,19	126	0
21	0,2	125	0
22	0,21	125	0
23	0,22	125	0
24	0,23	124	0
25	0,24	125	0
26	0,25	125	0
27	0,26	125	0
28	0,27	127	0
29	0,28	125	0
30	0,29	124	0
31	0,3	126	0
32	0,31	126	0
33	0,32	127	0
34	0,33	125	0
35	0,34	125	0
36	0,35	125	0,0598
37	0,36	125	0,0598
38	0,37	126	0,0598
39	0,38	124	0,0598
40	0,39	126	0



## Lanjutan

41	0,4	125	0
42	0,41	125	-0,0598
43	0,42	126	-0,0598
44	0,43	126	-0,1196
45	0,44	126	-0,1196
46	0,45	125	-0,1196
47	0,46	125	-0,0598
48	0,47	124	-0,0598
49	0,48	126	0
50	0,49	125	0
51	0,5	124	0,0598
52	0,51	125	0,0598
53	0,52	125	0
54	0,53	124	0
55	0,54	125	0
56	0,55	126	0
57	0,56	127	0
58	0,57	127	0
59	0,58	125	0
60	0,59	123	0
61	0,6	124	0
62	0,61	125	0
63	0,62	125	0
64	0,63	125	0
65	0,64	124	0
66	0,65	126	0,0598
67	0,66	125	0,0598
68	0,67	127	0,0598
69	0,68	127	0,1196
70	0,69	125	0,0598
71	0,7	126	0,1196
72	0,71	125	0,0598
73	0,72	125	0
74	0,73	127	0
75	0,74	125	0
76	0,75	126	-0,0598
77	0,76	126	-0,0598
78	0,77	126	-0,0598
79	0,78	125	0
80	0,79	125	0
81	0,8	126	0

Lanjutan			
82	0,81	126	0
83	0,82	126	0
84	0,83	126	0
85	0,84	125	0
86	0,85	126	0
87	0,86	128	0
88	0,87	126	0
89	0,88	127	0
90	0,89	127	0
91	0,9	127	0
92	0,91	124	0,0598
93	0,92	124	0,0598
94	0,93	126	0,0598
95	0,94	125	0,0598
96	0,95	126	0
97	0,96	126	0
98	0,97	123	0
99	0,98	128	0
100	0,99	126	0
Minimal		123	-0,1196
Maksimal		128	0,1794
Modus		125	0

Tabel bantu perhitungan untuk karakterisasi sistem akuisisi pada sumbu z

No.	Data Sistem Akuisisi (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	123	-0,1196
2	124	-0,0598
3	125	0
4	126	0,0598
5	127	0,1196
6	128	0,1794

### *Adjustment*

Persamaan yang diperoleh untuk menyamakan keadaan awal pada sumbu z yang didasarkan pada data hasil pengujian sistem akuisisi, dituliskan sebagai berikut,

$$\text{Data (bit)} = \text{data sistem akuisisi} - 125 \text{ bit}$$

Tabel Bantu Data Karakterisasi Sistem Akuisisi Pasca *Adjustment* Pada Sumbu z

No,	Data Sistem Monitoing (bit)	Data Intensitymeter (gal)
1	-1	-0,0598
2	0	0
3	1	0,0598
4	2	0,1196

### 1. Fungsi *Transfer* dan Korelasinya

Fungsi *transfer* didapatkan dari variabel b dan a yang kemudian dimasukkan ke dalam persamaan umum fungsi *transfer* dengan bentuk linier.

Menentukan nilai b

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{4(0,3588 \text{ bitgal}) - (0,1196 \text{ gal})(2 \text{ bit})}{4(0,021456 \text{ gal}^2) - (0,1196)^2 \text{ gal}^2}$$

$$b = \frac{(1,794 - 0,2392) \text{ bitgal}}{(0,107281 - 0,014304) \text{ gal}^2}$$

$$b = \frac{1,5548 \text{ bit}}{0,092977 \text{ gal}}$$

$$b = 16,722 \text{ bit / gal}$$

Menentukan nilai a

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$a = \frac{2 \text{ bit}}{4} - 16,722 \text{ bit / gal} \left( \frac{0,1196 \text{ gal}}{4} \right)$$

$$a = 0,5 \text{ bit} - 0,5 \text{ bit}$$

$$a = 0 \text{ bit}$$

Persamaan fungsi *transfer*

$$y = bx + a$$

$$y = 16,722x + 0$$

Menentukan Korelasi

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{4(0,598) - (0,1196)(2)}{\sqrt{\left[ 4(0,021456) - (0,1196)^2 \right] \left[ 4(6) - (2)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{1,4352 - 0,2392}{\sqrt{\left[ 0,85825 - 0,014304 \right] \left[ 24 - 4 \right]}}$$

$$r = \frac{1,196}{\sqrt{0,071521 - 20}}$$

$$r = \frac{1,196}{\sqrt{1,430416}}$$

$$r = \frac{1,196}{1,196}$$

$$r = 1$$

## 2. Sensitivitas

Sensitivitas diperoleh dari variabel *b* dalam fungsi *transfer*, sehingga didapatkan 16,722 bit/gal.

## Lampiran 2

## Sampel Data Hasil Pengambilan Data Sistem Monitoring

No.	Waktu	Data Alat (gal)			Data Intensitymeter (gal)		
		x	y	z	x	y	z
1	0	0,059814	0	0,059814	0,0598	0	0,0598
2	0,01	0	0	0,059814	0	0	0,0598
3	0,02	-0,059814	0	0,059814	-0,0598	0	0
4	0,03	-0,059814	0	0	-0,0598	0	0
5	0,04	-0,059814	-0,059814	0	-0,0598	0	0
6	0,05	-0,059814	0	0	-0,0598	0	0
7	0,06	0,059814	0	0	-0,0598	0,0598	0
8	0,07	0	0,059814	0	0	0,0598	0
9	0,08	0	0,059814	0	0	0,0598	0
10	0,09	0,059814	0,059814	0	0,0598	0,0598	0
11	0,1	0,059814	0,059814	0	0,0598	0,0598	0
12	0,11	0,059814	0	0	0,0598	0	0
13	0,12	-0,059814	0	0	0,0598	0	0
14	0,13	-0,059814	0	0,059814	-0,0598	-0,0598	0
15	0,14	-0,059814	0	-0,059814	-0,0598	-0,0598	0
16	0,15	-0,059814	-0,059814	-0,059814	-0,0598	-0,0598	0,0598
17	0,16	0	-0,119628	0,059814	0	-0,0598	0,0598
18	0,17	0	-0,059814	0,059814	0	-0,0598	0,0598
19	0,18	0	-0,059814	0,059814	0,0598	-0,0598	0,0598
20	0,19	0,059814	-0,059814	0	0,0598	0	0
21	0,2	0,059814	0	0	0,0598	0	-0,0598
22	0,21	0,059814	0	-0,059814	0,0598	0,0598	-0,0598
23	0,22	0,059814	-0,059814	-0,059814	0,0598	0,0598	-0,0598
24	0,23	0,059814	0,059814	-0,059814	0,0598	0,0598	-0,1196
25	0,24	0	0,059814	-0,059814	0	0,0598	-0,1196
26	0,25	0	0	-0,059814	0	0	-0,0598
27	0,26	0	0	0	0	0	-0,0598
28	0,27	0	0	0	0	0	0
29	0,28	0	0,059814	0	0	0	0
30	0,29	0	-0,059814	-0,059814	0	-0,0598	0
31	0,3	0	0	0	0	-0,0598	0
32	0,31	0	0,059814	0	0	0	0
33	0,32	0	0	0,059814	0	0	0
34	0,33	-0,059814	-0,059814	0	0	0	0
35	0,34	0	0	0	0	0	0
36	0,35	0,059814	0	-0,059814	0,0598	0	0
37	0,36	0	0	0	0	0	0

## Lanjutan

38	0,37	0	0	0	0	-0,0598	0
39	0,38	0	-0,059814	0	0	-0,1196	0
40	0,39	0	-0,119628	0	0	-0,1196	0
41	0,4	0,059814	-0,119628	0,059814	0,0598	-0,0598	0
42	0,41	0,059814	0	0	0,0598	0	0
43	0,42	0,059814	-0,059814	0	0,0598	0,0598	0
44	0,43	0,059814	0,059814	0	0,0598	0,0598	0
45	0,44	0,059814	0,059814	0	0	0,0598	0
46	0,45	0	0,119628	-0,059814	0	0,1196	0,0598
47	0,46	-0,059814	0,119628	0,059814	-0,0598	0,1196	0,0598
48	0,47	-0,059814	0,119628	0,059814	-0,0598	0,1196	0,0598
49	0,48	0	0,059814	0,059814	-0,0598	0,0598	0,0598
50	0,49	0	0	0,059814	-0,0598	0,0598	0,0598
51	0,5	0	0	0,059814	0	0	0,0598
52	0,51	0	0,059814	0	0	0	0,0598
53	0,52	0	0,059814	0	0	0	0
54	0,53	0	-0,119628	0	0	0	0
55	0,54	0	-0,059814	-0,059814	0	0	0
56	0,55	0	0	0	0	0	0
57	0,56	-0,119628	0	0	-0,1196	0	0
58	0,57	-0,119628	-0,059814	-0,059814	-0,1196	0	-0,0598
59	0,58	-0,119628	0	-0,119628	-0,1794	0	-0,0598
60	0,59	-0,179442	-0,059814	-0,119628	-0,1794	0	0
61	0,6	-0,059814	-0,059814	0	-0,1196	0	0
62	0,61	-0,059814	0	0	-0,0598	0	0
63	0,62	0	0	0	-0,0598	0	0
64	0,63	0	0	-0,059814	0	0	0
65	0,64	0	-0,059814	0	0	0,0598	0
66	0,65	0,059814	0,059814	0	0,0598	0,0598	0
67	0,66	0	0,059814	-0,059814	0,0598	0,0598	-0,0598
68	0,67	0	0,059814	-0,119628	0	0,0598	-0,0598
69	0,68	0	0,059814	0	0	0,0598	0
70	0,69	0	0,059814	0	0	0,0598	0
71	0,7	-0,059814	-0,059814	0	0	0,0598	0
72	0,71	0	0	0	0	0,0598	0
73	0,72	0	0,059814	0,059814	0	0,1196	0,0598
74	0,73	0	0,119628	0,059814	0	0,1196	0,0598
75	0,74	0	0,119628	0	0	0,0598	0,0598
76	0,75	-0,059814	0,059814	0,059814	0	0,0598	0,1196
77	0,76	0	0	0,119628	0	0,0598	0,1196
78	0,77	0	0	0,119628	0	0	0,1196

Lanjutan							
79	0,78	-0,119628	0	0,059814	0	0	0,1196
80	0,79	-0,059814	0	0,059814	0	-0,0598	0,0598
81	0,8	0,059814	-0,059814	0,059814	0	0	0,0598
82	0,81	-0,059814	-0,059814	0	0	-0,0598	0
83	0,82	0	0	0	0	0	0
84	0,83	0	0	0	0	0	0
85	0,84	0	0,059814	0,059814	0	0	0
86	0,85	0	0	0	0	0	0
87	0,86	0	-0,119628	0	0	-0,0598	0
88	0,87	0	0	-0,059814	0	0	0
89	0,88	0	-0,059814	0	0,0598	-0,0598	0
90	0,89	0,059814	-0,059814	0,119628	0,0598	-0,0598	0
91	0,9	-0,059814	0,059814	0	0	-0,0598	0
92	0,91	0	-0,059814	0	0	-0,0598	0
93	0,92	0	0	0	0	0	0
94	0,93	0	0	-0,059814	0	0	-0,0598
95	0,94	-0,059814	0,059814	0	0	0	0
96	0,95	-0,059814	0	0	-0,0598	0	0
97	0,96	-0,059814	0	0,059814	-0,0598	-0,0598	0
98	0,97	0	0,059814	0	0	0	0
99	0,98	0,059814	0	0	0,0598	0	0
100	0,99	0,059814	0	0	0,0598	0	0
$a_{max}$		0,059814	0,119628	0,119628	0,0598	0,1196	0,1196
$a_{min}$		-0,17944	-0,11963	-0,11963	-0,1794	-0,1196	-0,1196
$a_0$			0,119628			0,1196	
MMI			0			0	



## Lampiran 3

## Sampel Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring

## Sampel Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pada Sumbu x

No.	Alat (gal)	Intensiytmeter (gal)	$\Delta a$ (gal)	Akurasi (%)
1	0,059814	0,06	0,000186	99,69
2	0,059814	0,06	0,000186	99,69
3	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
4	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
5	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
6	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
7	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
8	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
9	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
10	0,059814	0,06	0,000186	99,69
11	0,119628	0,12	0,000372	99,69
12	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
13	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
14	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
15	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
16	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
17	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
18	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
19	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
20	0,059814	0,06	0,000186	99,69
21	0,059814	0,06	0,000186	99,69
22	0,059814	0,06	0,000186	99,69
23	0,059814	0,06	0,000186	99,69
24	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
25	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
26	0,119628	0,12	0,000372	99,69
27	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
28	0,059814	0,06	0,000186	99,69
29	0,059814	0,06	0,000186	99,69
30	0,059814	0,06	0,000186	99,69
31	0,059814	0,06	0,000186	99,69
32	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
33	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
34	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69

## Lanjutan

35	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
36	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
37	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
38	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
39	0,059814	0,06	0,000186	99,69
40	0,059814	0,06	0,000186	99,69
41	0,119628	0,06	0,059628	0,62
42	0,059814	0,06	0,000186	99,69
43	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
44	0,059814	0,06	0,000186	99,69
45	0,059814	0,06	0,000186	99,69
46	-0,059814	-0,12	0,060186	49,845
47	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
48	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
49	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
50	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
51	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
52	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
53	0,059814	0,06	0,000186	99,69
54	0,059814	0,06	0,000186	99,69
55	0,059814	0,06	0,000186	99,69
56	0,059814	0,06	0,000186	99,69
57	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
58	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
59	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
60	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
61	-0,119628	-0,12	0,000372	99,69
62	0,059814	0,06	0,000186	99,69
63	-0,119628	-0,12	0,000372	99,69
64	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
65	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
66	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
67	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
68	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
69	0,059814	0,06	0,000186	99,69
70	0,059814	0,06	0,000186	99,69
71	0,059814	0,06	0,000186	99,69
72	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
73	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
74	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
75	0	-0,06	0,06	0

## Lanjutan

76	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
77	0,059814	0,06	0,000186	99,69
78	0,059814	0,06	0,000186	99,69
79	0,059814	0,06	0,000186	99,69
80	0,059814	0,06	0,000186	99,69
81	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
82	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
83	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
84	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
85	0,059814	0,06	0,000186	99,69
86	0,059814	0,06	0,000186	99,69
87	0,059814	0,06	0,000186	99,69
88	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
89	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
90	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
91	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
92	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
93	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
94	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
95	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
96	0,059814	0,06	0,000186	99,69
97	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
98	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
99	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
100	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
Rata-rata				97,204

## Sampel Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pada Sumbu y

No.	Alat (gal)	Intensiyometer (gal)	$\Delta a$ (gal)	Akurasi (%)
1	0,059814	0,06	0,000186	99,69
2	0,059814	0,06	0,000186	99,69
3	0,059814	0,06	0,000186	99,69
4	0,059814	0,06	0,000186	99,69
5	0,059814	0,06	0,000186	99,69
6	0,059814	0,06	0,000186	99,69
7	0,059814	0,06	0,000186	99,69
8	0,059814	0,06	0,000186	99,69
9	0,059814	0,06	0,000186	99,69
10	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
11	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
12	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
13	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
14	0,059814	0,06	0,000186	99,69
15	0,059814	0,06	0,000186	99,69
16	0,059814	0,06	0,000186	99,69
17	0,059814	0,06	0,000186	99,69
18	0,059814	0,06	0,000186	99,69
19	0,059814	0,06	0,000186	99,69
20	0	-0,06	0,06	0
21	0,059814	0,06	0,000186	99,69
22	0,059814	0,06	0,000186	99,69
23	0,059814	0,06	0,000186	99,69
24	0,059814	0,06	0,000186	99,69
25	0,059814	0,06	0,000186	99,69
26	0,059814	0,06	0,000186	99,69
27	0,119628	0,12	0,000372	99,69
28	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
29	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
30	0,059814	0,06	0,000186	99,69
31	0,059814	0,06	0,000186	99,69
32	0,059814	0,06	0,000186	99,69
33	0,059814	0,06	0,000186	99,69
34	0,059814	0,12	0,060186	49,845
35	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
36	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
37	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
38	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
39	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69

## Lanjutan

40	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
41	0,059814	0,06	0,000186	99,69
42	0,059814	0,06	0,000186	99,69
43	0,059814	0,06	0,000186	99,69
44	0,059814	0,06	0,000186	99,69
45	0,059814	0,06	0,000186	99,69
46	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
47	0,059814	0,06	0,000186	99,69
48	0,119628	0,12	0,000372	99,69
49	0,119628	0,179	0,059372	66,8312849 2
50	0,119628	0,12	0,000372	99,69
51	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
52	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
53	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
54	0,059814	0,06	0,000186	99,69
55	0,059814	0,06	0,000186	99,69
56	0,119628	0,12	0,000372	99,69
57	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
58	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
59	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
60	0,059814	0,06	0,000186	99,69
61	0,059814	0,06	0,000186	99,69
62	0,059814	0,06	0,000186	99,69
63	0,059814	0,06	0,000186	99,69
64	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
65	0,059814	0,06	0,000186	99,69
66	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
67	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
68	0,059814	0,06	0,000186	99,69
69	0,059814	0,06	0,000186	99,69
70	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
71	0,059814	0,06	0,000186	99,69
72	0,059814	0,06	0,000186	99,69
73	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
74	0,059814	0,06	0,000186	99,69
75	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
76	-0,119628	-0,12	0,000372	99,69
77	0,119628	0,12	0,000372	99,69
78	0,179442	0,12	0,059442	50,465
79	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
80	0,059814	0,06	0,000186	99,69

## Lanjutan

81	0,059814	0,06	0,000186	99,69
82	0,059814	0,06	0,000186	99,69
83	0,059814	0,06	0,000186	99,69
84	0,059814	0,06	0,000186	99,69
85	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
86	0,059814	0,06	0,000186	99,69
87	0,059814	0,06	0,000186	99,69
88	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
89	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
90	0,059814	0,06	0,000186	99,69
91	0,059814	0,06	0,000186	99,69
92	0,059814	0,06	0,000186	99,69
93	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
94	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
95	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
96	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
97	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
98	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
99	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
100	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
Rata-rata				97,374

## Sampel Data Hasil Pengujian Sistem Monitoring Pada Sumbu z

No.	Alat (gal)	Intensiyometer (gal)	$\Delta a$ (gal)	Akurasi (%)
1	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
2	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
3	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
4	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
5	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
6	0,059814	0,06	0,000186	99,69
7	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
8	0,059814	0,06	0,000186	99,69
9	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
10	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
11	0,059814	0,06	0,000186	99,69
12	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
13	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
14	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
15	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
16	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
17	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
18	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
19	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
20	0,119628	0,06	0,059628	0,62
21	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
22	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
23	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
24	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
25	0,059814	0,06	0,000186	99,69
26	0,059814	0,06	0,000186	99,69
27	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
28	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
29	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
30	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
31	0,059814	0,06	0,000186	99,69
32	-0,059814	-0,12	0,060186	49,845
33	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
34	0,059814	0,06	0,000186	99,69
35	0,059814	0,06	0,000186	99,69
36	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
37	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
38	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
39	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69

## Lanjutan

---

40	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
41	0,059814	0,06	0,000186	99,69
42	0,059814	0,06	0,000186	99,69
43	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
44	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
45	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
46	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
47	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
48	0,059814	0,06	0,000186	99,69
49	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
50	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
51	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
52	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
53	0,059814	0,06	0,000186	99,69
54	0,059814	0,06	0,000186	99,69
55	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
56	0,059814	0,06	0,000186	99,69
57	0,059814	0,06	0,000186	99,69
58	0,059814	0,06	0,000186	99,69
59	0,059814	0,06	0,000186	99,69
60	0,059814	0,06	0,000186	99,69
61	0,059814	0,06	0,000186	99,69
62	0,059814	0,06	0,000186	99,69
63	0,059814	0,06	0,000186	99,69
64	0,059814	0,06	0,000186	99,69
65	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
66	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
67	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
68	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
69	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
70	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
71	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
72	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
73	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
74	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
75	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
76	-0,179442	-0,12	0,059442	50,465
77	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
78	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
79	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
80	0,059814	0,06	0,000186	99,69

---



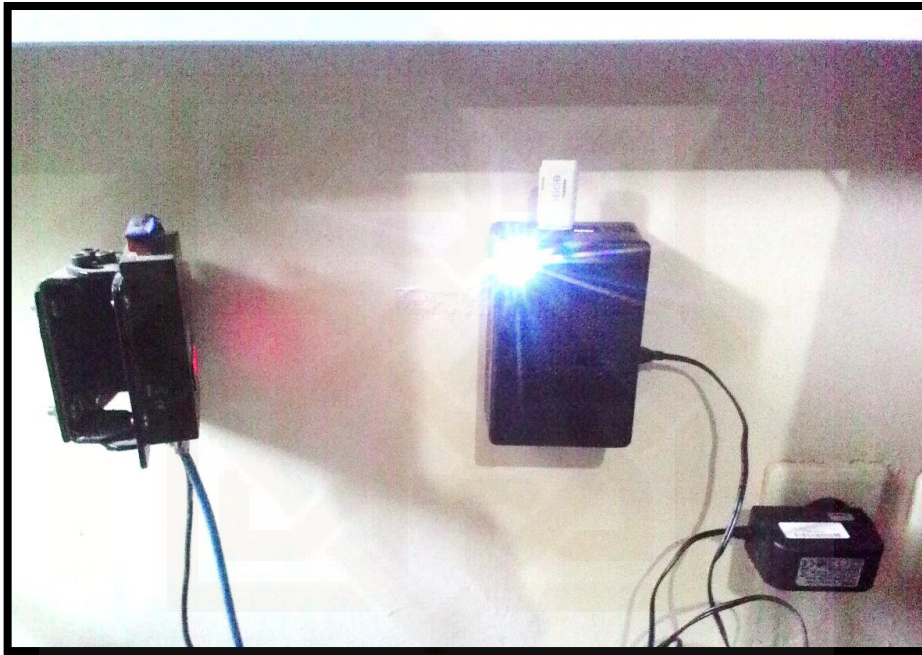
## Lanjutan

81	0,059814	0,06	0,000186	99,69
82	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
83	-0,059814	-0,12	0,060186	49,845
84	0,059814	0,06	0,000186	99,69
85	0,059814	0,06	0,000186	99,69
86	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
87	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
88	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
89	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
90	0,059814	0,06	0,000186	99,69
91	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
92	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
93	0,059814	0,06	0,000186	99,69
94	0,059814	0,06	0,000186	99,69
95	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
96	0,059814	0,06	0,000186	99,69
97	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
98	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
99	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
100	-0,059814	-0,06	0,000186	99,69
Rata-rata				97,210

## Lampiran 4

## Karakterisasi Sistem Akuisisi Data

## Pemasangan Sistem Monitoring disandingkan dengan Intensitymeter Tampak Depan



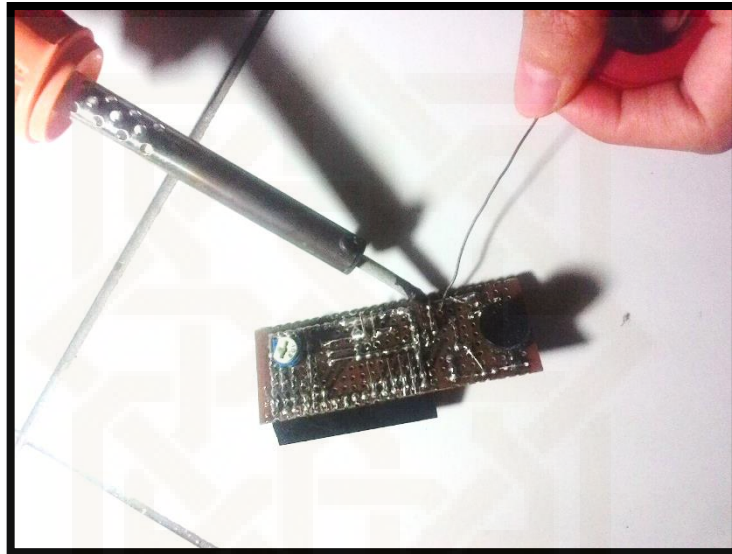
## Pemasangan Sistem Monitoring disandingkan dengan Intensitymeter Tampak Samping



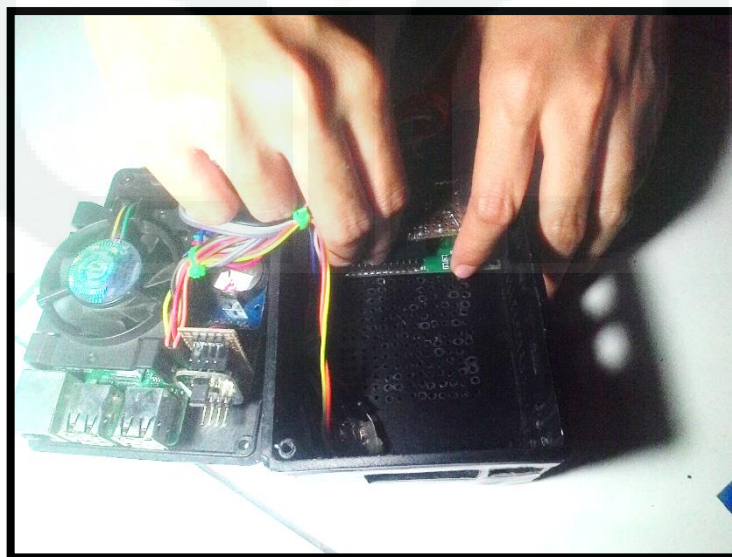
## Lampiran 5

## Proses Pembuatan Sistem Monitoring

## Penyolderan Komponen



## Pemasangan Komponen



## Pengisian Program pada Mikroprosesor

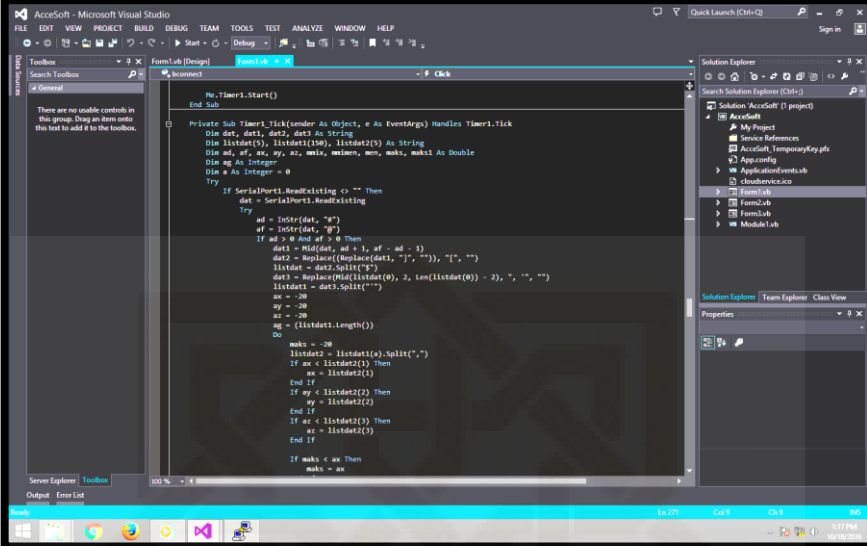


## Penulisan Skrip Program Pada Mikroprocessor

A screenshot of a Windows desktop environment. In the foreground, a code editor window titled "File: settings.cpp" shows C++ code for file operations. The code includes headers for `string`, `fstream`, and `iostream`. It defines three functions: `maxxcd`, `maxcyd`, and `maxzcd`, each which opens a file, writes a string, and closes it. A `main` function calls these three functions in sequence. In the background, a terminal window shows a series of network traffic logs, including "Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time=1ms TTL=64".

```
string\n#include <string>\n#include <fstream>\n#include <iostream>\nusing namespace std;\n\nvoid maxxcd()\n{\n    fstream f;\n    f.open(\"/home/pi/anaconda/setting/maxx.txt\", \"w\")\n    f.write(str(maxx))\n    f.close()\n}\n\nvoid maxcyd()\n{\n    fstream f;\n    f.open(\"/home/pi/anaconda/setting/maxy.txt\", \"w\")\n    f.write(str(maxy))\n    f.close()\n}\n\nvoid maxzcd()\n{\n    fstream f;\n    f.open(\"/home/pi/anaconda/setting/maxz.txt\", \"w\")\n    f.write(str(maxz))\n    f.close()\n}\n\nint main()\n{\n    maxxcd()\n    maxcyd()\n    maxzcd()\n}\n\nint main()\n{\n    maxxcd()\n    maxcyd()\n    maxzcd()\n}
```

## Penulisan Skrip Program Pada Visual Studio



```
Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer1.Tick
    Dim dat, dat1, dat2, dat3 As String
    Dim listdat(2), listdat1(2), listdat2(2) As String
    Dim ad, af, ax, ay, az, amix, amixen, mcs, maks, maks1 As Double
    Dim ng As Integer
    Dim a As Integer = 0
    Try
        If SerialPort1.ReadExisting <> "" Then
            dat = SerialPort1.ReadExisting
            Try
                ad = InStr(dat, "R")
                af = InStr(dat, "F")
                If ad > 0 And af = 0 Then
                    dat1 = Mid(dat, ad + 1, af - ad - 1)
                    dat2 = Replace(Replace(dat, "\r", ""), "\n", "")
                    listdat = dat2.Split(",")
                    dat3 = Replace(Mid(listdat(0), 2, Len(listdat(0)) - 2), " ", "")
                    listdat1 = dat3.Split(",")
                    ax = -20
                    ay = -20
                    az = -20
                    ng = (listdat1.Length())
                Do
                    maks = -20
                    listdat2 = listdat1.Split(",")
                    If ax < listdat2(1) Then
                        ax = listdat2(1)
                    End If
                    If ay < listdat2(2) Then
                        ay = listdat2(2)
                    End If
                    If az < listdat2(3) Then
                        az = listdat2(3)
                    End If
                    If maks < ax Then
                        maks = ax
                    End If
                Loop
            End Try
        End If
    Catch ex As Exception
    End Try
End Sub
```

## Lampiran 6

### Listing Program Untuk Sistem Monitoring Percepatan Bangunan

#### 1. Program Pada Raspberry

##### a. Program untuk membaca sensor

```
class MMA7455():
    bus=smbus.SMBus(1)
    def __init__(self):
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x16,0x59)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x10,0)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x11,0)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x12,0)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x13,0)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x14,0)
        self.bus.write_byte_data(0x1D,0x15,0)

    def getValueX(self):
        return self.bus.read_byte_data(0x1D,0x06)

    def getValueY(self):
        return self.bus.read_byte_data(0x1D,0x07)

    def getValueZ(self):
        return self.bus.read_byte_data(0x1D,0x08)
```

##### b. Program untuk adjustment

```
for jk in range(1,301):
    x.append(mma.getValueX()*0.059814)
    y.append(mma.getValueY()*0.059814)
    z.append(mma.getValueZ()*0.059814)
    if jk==100:
        GPIO.output(LH,1)
    if jk==200:
        GPIO.output(LR,1)
    time.sleep(0.01)
max(set(x),key=x.count)
```

c. Program untuk mengubah keluaran sensor ke satuan gal

```
sensdata=[]
    x1,y1,z1=heis.split("sd")
    x=round(((mma.getValueX()*0.059814)-
float(x1)),4)
    y=round(((mma.getValueY()*0.059814)-
float(y1)),4)
    z=round(((mma.getValueZ()*0.059814)-
float(z1)),4)
```

d. Program untuk memperoleh nilai MMI

```
maxdata=round(max((xmax),(ymax),(zmax)))
if maxdata<=0:
maxdata=0
mmi=0
else:
logmmi=math.log(maxdata)
mmi=(3*logmmi)+1.5
```

e. Program untuk mengirim data via *bluetooth*

```
ser.write
("#"+record+"$"+datetime.strftime(datetime.utcnow(),"%d
-
%m%Y"))+"$"+datetime.strftime(datetime.utcnow(),"%H:%M:%
S")+"@"+"\n")
```

f. Program untuk mengaktifkan indikator

```
if (max(xmax,ymax,zmax))>alert:
if
max((sensdata[1]),(sensdata[2]),(sensdata[3]))>alert:
po=0
if (p%2>0.5 and p%2<0.7 and po<20):
po=po+1
GPIO.output(36,1)
else:
GPIO.output(36,0)
```

g. Program untuk menampilkan data pada LCD

```
lcd_string(tgl+"      "+mmilcd,LCD_LINE_1)

lcd_string(wkt+"      "+maxlcd,LCD_LINE_2)
```

h. Program untuk mengarsipkan data

```
shutil.make_archive(folder2,'zip',folder2)
shutil.rmtree(folder2)
```

i. Program untuk mengupload ke Geeknesia

```
mqttc.publish("iot/live","device-
3e999e87577dc892f1c7f7938e70e427 ")
mqttc.publish("iot/data", '{"code":"b30faffe7086969e7a92
78be64589baa:873d510c27c1776a7750a924b876aaa4","attribu
tes":{"xx":'+str(maxx)+'}}')
mqttc.publish("iot/data", '{"code":
b30faffe7086969e7a9278be64589baa:873d510c27c1776a7750a9
24b876aaa4","attributes":{"yy":'+str(maxy)+'}}')
mqttc.publish("iot/data", '{"code":
b30faffe7086969e7a9278be64589baa:873d510c27c1776a7750a9
24b876aaa4","attributes":{"zz":'+str(maxz)+'}}')
mqttc.publish("iot/data", '{"code":
b30faffe7086969e7a9278be64589baa:873d510c27c1776a7750a9
24b876aaa4","attributes":{"maxa":'+str(maxa)+'}}')
mqttc.publish("iot/data", '{"code":
b30faffe7086969e7a9278be64589baa:873d510c27c1776a7750a9
24b876aaa4","attributes":{"mmi":'+str(mmi)+'}}')
```

j. Program untuk mengupload ke *google drive*

```
textfile = drive.CreateFile()
    textfile.SetContentFile(folder2)
    textfile.Upload()

drive.CreateFile({'id':textfile['id']}).GetContentFile(
'eng-dl.txt')
```



## 2. Program Pada Komputer

### a. Program untuk menerima data

```

If SerialPort1.IsOpen Then
SerialPort1.Close()
End If
Try
With SerialPort1
        .PortName = Me.Comboport.Text
        .BaudRate = Me.combobaud.Text
        .ReadBufferSize = 500
        .Parity = IO.Ports.Parity.None
        .DataBits = 8
        .StopBits = IO.Ports.StopBits.One
        .Handshake =
IO.Ports.Handshake.None
End With

```

### b. Program untuk menampilkan data

```

'grafik mmi dan xyz
Me.Label12.Visible = False
Me.Label13.Visible = False
Me.Label14.Visible = False
Me.Label15.Visible = False
Me.Label16.Visible = False
Me.chartxyz.Visible = True
Me.chartmmi.Visible = True
Me.chartx1.Visible = True
Me.charty1.Visible = True
Me.chartz1.Visible = True
Me.chartxyz.Series(0).Points.AddXY(p, listdat2(1))
Me.chartxyz.Series(1).Points.AddXY(p, listdat2(2))
Me.chartxyz.Series(2).Points.AddXY(p, listdat2(3))
Me.chartmmi.Series(0).Points.AddXY(p, Math.Floor(mmix))

'-----
'grafik x y z
Me.chartx1.Series(0).Points.AddXY(p, listdat2(1))
Me.charty1.Series(0).Points.AddXY(p, listdat2(2))
Me.chartz1.Series(0).Points.AddXY(p, listdat2(3))

```

Lampiran 7

Datasheet Sensor Accelerometer MMA7455L

**Freescale Semiconductor**  
 Technical Data

Document Number: MMA7455L  
 Rev 10, 12/2009



**±2g/±4g/±8g Three Axis Low-g Digital Output Accelerometer**

The MMA7455L is a Digital Output (I<sup>2</sup>C/SPI), low power, low profile capacitive micromachined accelerometer featuring signal conditioning, a low pass filter, temperature compensation, self-test, configurable to detect 0g through interrupt pins (INT1 or INT2), and pulse detect for quick motion detection. 0g offset and sensitivity are factory set and require no external devices. The 0g offset can be customer calibrated using assigned 0g registers and g-Select which allows for command selection for 3 acceleration ranges (2g/4g/8g). The MMA7455L includes a Standby Mode that makes it ideal for handheld battery powered electronics.

**Features**

- Digital Output (I<sup>2</sup>C/SPI)
- 3mm x 5mm x 1mm LGA-14 Package
- Self-Test for Z-Axis
- Low Voltage Operation: 2.4 V – 3.6 V
- User Assigned Registers for Offset Calibration
- Programmable Threshold Interrupt Output
- Level Detection for Motion Recognition (Shock, Vibration, Frefall)
- Pulse Detection for Single or Double Pulse Recognition
- Sensitivity (64 LSB/g @ 2g and @ 8g in 10-Bit Mode)
- Selectable Sensitivity (±2g, ±4g, ±8g) for 8-bit Mode
- Robust Design, High Shocks Survivability (5,000g)
- RoHS Compliant
- Environmentally Preferred Product
- Low Cost

**Typical Applications**

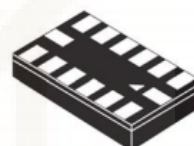
- Cell Phone/PMP/PDA: Image Stability, Text Scroll, Motion Dialing, Tap to Mute
- HDD: Frefall Detection
- Laptop PC: Frefall Detection, Anti-Theft
- Pedometer
- Motion Sensing, Event Recorder

ORDERING INFORMATION			
Part Number	Temperature Range	Package	Shipping
MMA7455LT	-40 to +85°C	LGA-14	Tray
MMA7455LR1	-40 to +85°C	LGA-14	7" Tape & Reel
MMA7455LR2	-40 to +85°C	LGA-14	13" Tape & Reel

**MMA7455L**

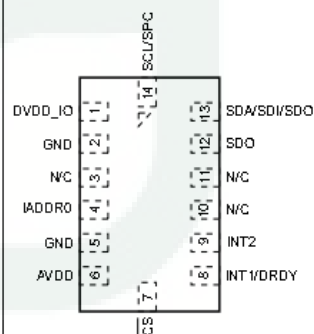
**MMA7455L: XYZ-AXIS ACCELEROMETER ±2g/±4g/±8g**

**Bottom View**



**14 LEAD LGA CASE 1977-01**

**Top View**



**Figure 1. Pin Connections**

This document contains certain information on a new product. Specific details and information here are subject to change without notice.

© Freescale Semiconductor, Inc., 2007-2009. All rights reserved.



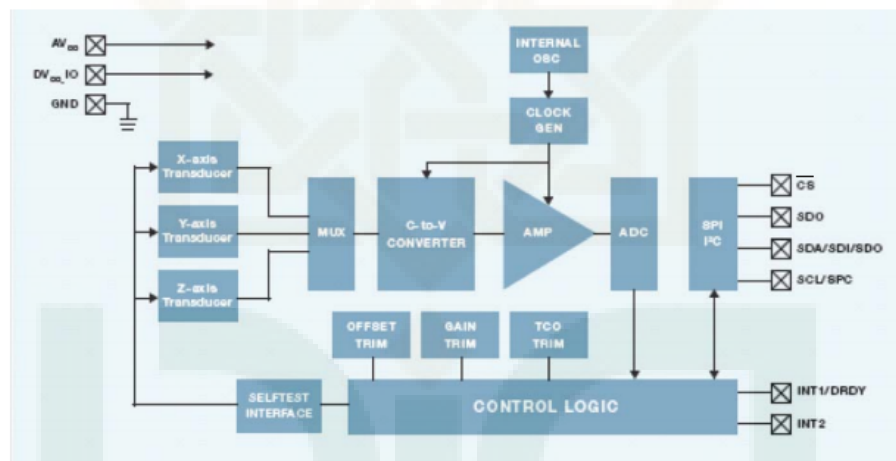
**Table 1. Pin Descriptions**

Pin #	Pin Name	Description	Pin Status
1	DVDD_IO	Digital Power for I/O pads	Input
2	GND	Ground	Input
3	N/C	No internal connection. Leave unconnected or connect to Ground.	Input
4	IADDR0	I <sup>2</sup> C Address Bit 0 (optional)*	Input
5	GND	Ground	Input
6	AVDD	Analog Power	Input
7	$\overline{CS}$	SPI Enable (0), I <sup>2</sup> C Enable (1)	Input
8	INT1/DRDY	Interrupt 1/ Data Ready	Output
9	INT2	Interrupt 2	Output
10	N/C	No internal connection. Leave unconnected or connect to Ground.	Input
11	N/C	Leave unconnected or connect to Ground.	Input
12	SDO	SPI Serial Data Output	Output
13	SDA/SDI/SDO	I <sup>2</sup> C Serial Data (SDA), SPI Serial Data Input (SDI), 3-wire interface Serial Data Output (SDO)	Open Drain/Input/Output
14	SCL/SPC	I <sup>2</sup> C Serial Clock (SCL), SPI Serial Clock (SPC)	Input

\*This address selection capability is not enabled at the default state. If the user wants to use it, factory programming is required. If activated (pin4 on the device is active).

<S1D=0001 1101> bit 0 is V<sub>DD</sub> on pin 4

<S1C=0001 1100> bit 0 is GND on pin 4. If the pin is programmed it cannot be left NC.

**Figure 2. Simplified Accelerometer Functional Block Diagram**

MMA7455L

**Table 2. Maximum Ratings**

(Maximum ratings are the limits to which the device can be exposed without causing permanent damage.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Acceleration (all axes)	$a_{TMAX}$	5000	g
Analog Supply Voltage	$AV_{DD}$	-0.3 to +3.6	V
Digital I/O pins Supply Voltage	$DV_{DD\_IO}$	-0.3 to +3.6	V
Drop Test	$D_{JCT}$	1.8	m
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-40 to +125	°C

**ELECTRO STATIC DISCHARGE (ESD)****WARNING: This device is sensitive to electrostatic discharge.**

Although the Freescale accelerometer contains internal 2000V ESD protection circuitry, extra precaution must be taken by the user to protect the chip from ESD. A charge of over 2000 volts can accumulate on the human body or associated test equipment. A charge of this magnitude can alter the performance or cause failure of the chip. When handling the accelerometer, proper ESD precautions should be followed to avoid exposing the device to discharges which may be detrimental to its performance.

**Table 3. Operating Characteristics**Unless otherwise noted:  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ ;  $2.4\text{ V} \leq AV_{DD} \leq 3.6\text{ V}$ ; Acceleration = 0g, Loaded output.

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Analog Supply Voltage					
Standby/Operation Mode	$AV_{DD}$	2.4	2.8	3.6	V
Enable Bus Mode	$AV_{DD}$		0		V
Digital I/O Pins Supply Voltage <sup>1</sup> :					
Standby/Operation Mode	$DV_{DD\_IO}$	2.4	2.8	3.6	V
Enable Bus Mode	$DV_{DD\_IO}$		0		V
Supply Current Drain					
Operation Mode	$I_{DD}$	—	400	490	$\mu\text{A}$
Pulse Detect Function Mode	$I_{DD}$	—	400	490	$\mu\text{A}$
Standby Mode (except data loading and I <sup>2</sup> C/SPI communication period)	$I_{DD}$	—	2.5	10	$\mu\text{A}$
Operating Temperature Range	$T_A$	-40	25	85	$^{\circ}\text{C}$
0g Output Signal ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , $AV_{DD}=2.8\text{ V}$ )					
±2g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit GLVL[1:0]=0 1		-18	0	18	count
±4g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit GLVL[1:0]=1 0		-10	0	10	count
±8g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit GLVL[1:0]=0 0		-5	0	5	count
±8g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 10-bit		-18	0	18	count
Sensitivity ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , $AV_{DD}=2.8\text{ V}$ )					
±2g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit		58	64	70	count/g
±4g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit		29	32	35	count/g
±8g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 8-bit		14.5	16	17.5	count/g
±8g range (25 $^{\circ}\text{C}$ ) 10-bit		58	64	70	count/g
Self-Test Output Response					
Zout	$\Delta\text{ST}_Z$	32	64	83	count
Temperature Compensation for Offset	$T_{CO}$	±3.5	±0.5	+3.5	$\text{mg}/^{\circ}\text{C}$
Temperature Sensitivity for Offset	$T_{CS}$	±0.026	±0.01	+0.026	$\text{mg}/^{\circ}\text{C}$
Input High Voltage	$V_{IH}$	$0.7 \times DV_{DD}$	—	—	V
Input Low Voltage	$V_{IL}$	—	—	$0.35 \times DV_{DD}$	V
Internal Clock Frequency ( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , $AV_{DD}=2.8\text{ V}$ )	$f_{CLK}$	140	150	160	klz
SPI Frequency					
$DV_{DD\_IO} < 2.4\text{ V}$		—	4	—	MIz
$DV_{DD\_IO} > 2.4\text{ V}$		—	8	—	MIz
Bandwidth for Data Measurement (User Selectable)					
DFBW 0		—	62.5	—	Hz
DFBW 1		—	125	—	Hz
Output Data Rate					
Output Data Rate is 125 Hz when 62.5 bandwidth is selected.		—	125	—	Hz
Output Data rate is 250 Hz when 125 Hz bandwidth is selected.		—	250	—	Hz
Control Timing					
Wait Time for I <sup>2</sup> C/SPI ready after power on	$t_{SD}$	—	1	—	ms
Turn On Response Time (Standby to Normal Mode)	$t_{J}$	—	—	20	ms
Turn Off Response Time (Normal to Standby Mode)	$t_{D}$	—	—	20	ms
Self-Test Response Time	$t_{S}$	—	—	20	ms
Sensing Element Resonant Frequency					
XY	$f_{CE...XY}$	—	6.0	—	klz
Z	$f_{CE...Z}$	—	3.4	—	klz
Nonlinearity (2 g range)		-1	—	+1	%FS
Cross Axis Sensitivity		-5	—	+5	%

1. It is recommended to tie the analog and digital supply voltages together.

MMA7455L

**Table 4. Function Parameters for Detection**

$-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ ,  $2.4\text{ V} \leq AV_{DD} \leq 3.6\text{ V}$ , unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Level Detection					
Detection Threshold Range		0	—	FS	g
Pulse Detection					
Pulse detection range (Adjustable range)		0.5	—	127	ms
Time step for pulse detection		—	0.5	—	ms
Threshold range for pulses		0	—	FS	g
Detection levels for threshold		—	127	—	Counts
Latency timer (Adjustable range)		1	—	150	ms
Time Window (Adjustable range)		1	—	250	ms
Bandwidth for detecting interrupt*		—	600	—	Hz
Time step for latency timer and time window		—	1	—	ms

Note: The response time is between 10% of full scale  $V_{DD}$  input voltage and 90% of the final operating output voltage.

\*The bandwidth for detecting interrupts in level and pulse is 600 Hz which is changed from measurement mode.

### PRINCIPLE OF OPERATION

The Freescale accelerometer is a surface-micromachined integrated-circuit accelerometer. The device consists of a surface micromachined capacitive sensing cell (g-cell) and a signal conditioning ASIC contained in a single package. The sensing element is sealed hermetically at the wafer level using a bulk micromachined cap wafer. The g-cell is a mechanical structure formed from semiconductor materials (polysilicon) using semiconductor processes (masking and etching). It can be modeled as a set of beams attached to a movable central mass that move between fixed beams. The movable beams can be deflected from their rest position by subjecting the system to an acceleration (Figure 3).

As the beams attached to the central mass move, the distance from them to the fixed beams on one side will increase by the same amount that the distance to the fixed beams on the other side decreases. The change in distance is a measure of acceleration. The g-cell beams form two back-to-back capacitors (Figure 3). As the center beam moves with acceleration, the distance between the beams changes and each capacitor's value will change, ( $C = \epsilon A/D$ ). Where A is the area of the beam,  $\epsilon$  is the dielectric constant, and D is the distance between the beams.

The ASIC uses switched capacitor techniques to measure the g-cell capacitors and extract the acceleration data from the difference between the two capacitors. The ASIC also signal conditions and filters (switched capacitor) the signal, providing a digital output that is proportional to acceleration.

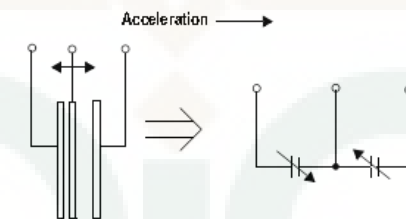


Figure 3. Simplified Transducer Physical Model

**BASIC CONNECTIONS**

**Pin Descriptions**

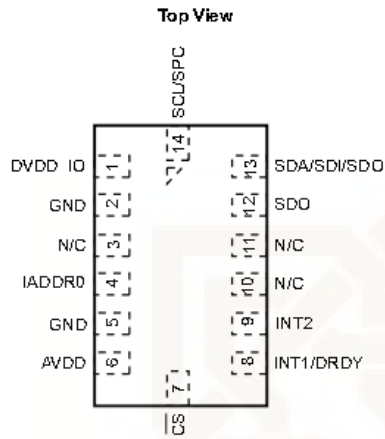


Figure 14. Pinout Description

Table 3. Pin Descriptions

Pin #	Pin Name	Description	Pin Status
1	DVDD_IO	Digital Power for I/O pads	Input
2	GND	Ground	Input
3	N/C	No internal connection. Leave unconnected or connect to Ground.	Input
4	IADDR0	I <sup>2</sup> C Address Bit 0	Input
5	GND	Ground	Input
6	AVDD	Analog Power	Input
7	CS	SPI Enable (0), I <sup>2</sup> C Enable (1)	Input
8	INT1/DRDY	Interrupt 1/ Data Ready	Output
9	INT2	Interrupt 2	Output
10	N/C	No internal connection. Leave unconnected or connect to Ground.	Input
11	N/C	No internal connection. Leave unconnected or connect to Ground.	Input
12	SDO	SPI Serial Data Output	Output
13	SDA/SDI/SDO	I <sup>2</sup> C Serial Data (SDA), SPI Serial Data Input (SDI), 3-wire interface Serial Data Output (SDO)	Open Drain/ Input/ Output
14	SCL/SPC	I <sup>2</sup> C Serial Clock (SCL), SPI Serial Clock (SPC)	Input

**Recommended PCB Layout for Interfacing Accelerometer to Microcontroller**

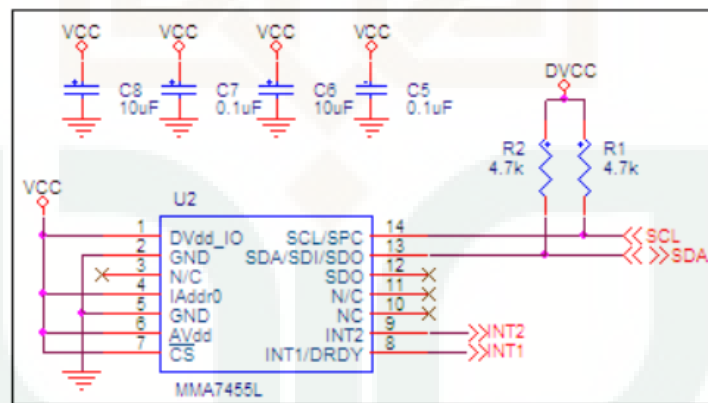
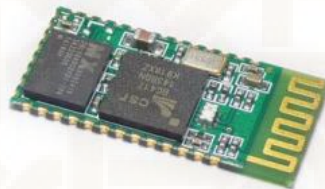


Figure 15. I<sup>2</sup>C Connection to MCU

MMA7455L

## Lampiran 8

Datasheet *Bluetooth* HC-05**HC-05****-Bluetooth to Serial Port Module****Overview**

HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

**Specifications****Hardware features**

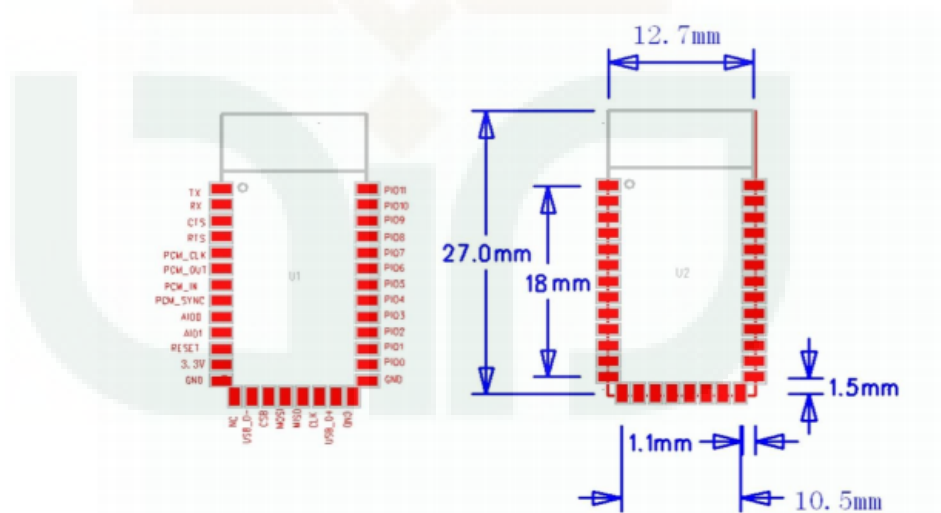
- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector



## Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

## Hardware



PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13	VSS	Ground pot	
	21			
	22			
3.3 VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	

PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	



<b>RESETB</b>	11	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low.input debouncde so must be low for >5MS to cause a reset	
<b>UART_RTS</b>	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low	
<b>UART_CTS</b>	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low	
<b>UART_RX</b>	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input	
<b>UART_TX</b>	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output	
<b>SPI_MOSI</b>	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input	
<b>SPI_CSB</b>	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low	
<b>SPI_CLK</b>	19	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface clock	
<b>SPI_MISO</b>	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output	
<b>USB_-</b>	15	Bi-Directional		

USB_+	20	Bi-Directional	
NC	14		
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output
PCM_IN	7	CMOS Input	Synchronous PCM data input
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe

## AT command Default:

How to set the mode to server (master):

1. Connect PIO11 to high level.
2. Power on, module into command state.
3. Using baud rate 38400, sent the "AT+ROLE=1\r\n" to module, with "OK\r\n" means setting successes.
4. Connect the PIO11 to low level, repower the module, the module work as server (master).

AT commands: (all end with \r\n)

1. Test command:

Command	Respond	Parameter
AT	OK	-

2. Reset

Command	Respond	Parameter
AT+RESET	OK	-

3. Get firmware version

Command	Respond	Parameter
AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param : firmware version

Example:

```
AT+VERSION?\r\n
+VERSION:2.0-20100601
OK
```

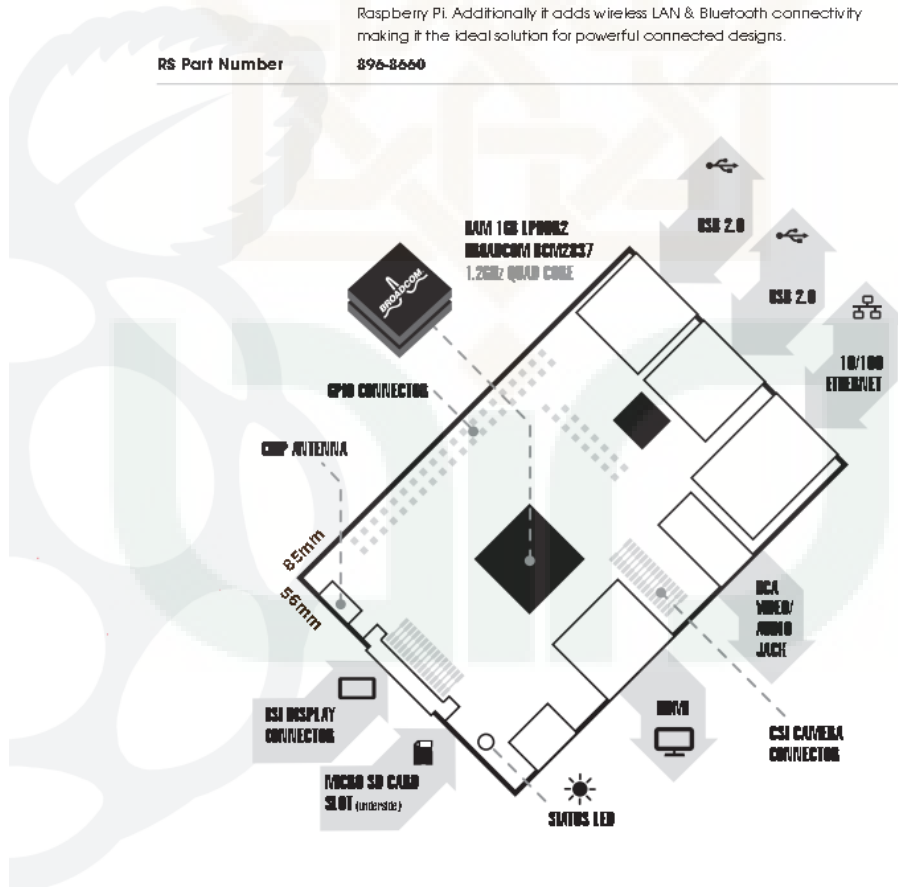
Lampiran 9

Datasheet Raspberry Pi 3 Model B



**Raspberry Pi 3 Model B**

<b>Product Name</b>	Raspberry Pi 3
<b>Product Description</b>	The Raspberry Pi 3 Model B is the third generation Raspberry Pi. This powerful credit-card sized single board computer can be used for many applications and supersedes the original Raspberry Pi Model B+ and Raspberry Pi 2 Model B. Whilst maintaining the popular board format the Raspberry Pi 3 Model B brings you a more powerful processor, 10x faster than the first generation Raspberry Pi. Additionally it adds wireless LAN & Bluetooth connectivity making it the ideal solution for powerful connected designs.
<b>RS Part Number</b>	896-8660





## Raspberry Pi 3 Model B

### Specifications

<b>Processor</b>	Broadcom BCM2387 chipset. 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
<b>GPU</b>	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.  Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
<b>Memory</b>	1GB LPDDR2
<b>Operating System</b>	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT
<b>Dimensions</b>	85 x 56 x 17mm
<b>Power</b>	Micro USB socket 5V 1, 2.5A

### Connectors:

<b>Ethernet</b>	10/100 BaseT Ethernet socket
<b>Video Output</b>	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
<b>Audio Output</b>	Audio Output 3.5mm jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
<b>GPIO Connector</b>	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
<b>Camera Connector</b>	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
<b>Display Connector</b>	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
<b>Memory Card Slot</b>	Push/pull Micro SDIO

### Key Benefits

- Low cost
- 10x faster processing
- Consistent board format
- Added connectivity

### Key Applications

- Low cost PC/tablet/laptop
- Media centre
- Industrial/Home automation
- Print server
- Web camera
- Wireless access point
- Environmental sensing/monitoring (e.g. weather station)
- IoT applications
- Robotics
- Server/cloud server
- Security monitoring
- Gaming

