

**SISTEM *MONITORING* PERGESERAN TANAH TERHADAP
POTENSI LONGSOR SECARA *WIRELESS* BERBASIS
MIKROKONTROLER
(BAGIAN II)**

TUGAS AKHIR



OLEH:

DAUD FEBRIZER SUPRIYADI

NIM.081310213029

PROGRAM STUDI D3 OTOMASI SISTEM INSTRUMENTASI

DEPARTEMEN TEKNIK

FAKULTAS VOKASI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

SURABAYA

2016

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
SISTEM *MONITORING* PERGESERAN TANAH TERHADAP POTENSI
LONGSOR SECARA *WIRELESS* BERBASIS MIKROKONTROLER
(BAGIAN II)

TUGAS AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Bidang Otomasi Sistem Instrumentasi
Pada Departemen Teknik Fakultas Vokasi
Universitas Airlangga

Oleh :

Daud Febrizer Supriyadi

NIM. 081310213029

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Akif Rahmatillah, S.T., M.T.

NIP. 19860104 200812 1 002

Konsultan



Denv Arifianto, S.Si

NIK. 139111263

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH TUGAS AKHIR

Judul : **SISTEM *MONITORING* PERGESERAN TANAH
TERHADAP POTENSI LONGSOR SECARA
WIRELESS BERBASIS MIKROKONTROLER
(BAGIAN II)**

Penyusun : **Daud Febrizer Supriyadi**

NIM : **081310213029**

Pembimbing : **Akif Rahmatillah, S.T., M.T,**

Konsultan : **Deny Arifianto S.Si**

Tanggal Ujian : **4 Agustus 2016**

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Akif Rahmatillah, S.T., M.T,

NIP. 19860104 200812 1 002

Konsultan

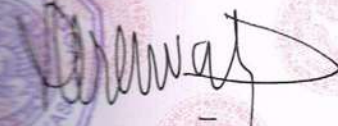


Deny Arifianto, S.Si,

NIK. 139111263

Mengetahui :

Kepala Departemen Teknik



Ir. Dyah Herawatie, M.Si

NIP. 1967111 1199303 2 002

Koordinator Program Studi

D3 Otomasi Sistem Instrumentasi



Winarno, S.Si., M.T,

NIP. 1981091 2201504 1 001

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai keabsahan ilmiah.

Dokumen Tugas Akhir ini merupakan hak milik Universitas Airlangga



DAUD FEBRIZER SUPRIYADI, 2016, SISTEM MONITORING PERGESERAN TANAH TERHADAP POTENSI LONGSOR SECARA WIRELESS BERBASIS MIKROKONTROLER (BAGIAN I). Proyek ini dibawah bimbingan Akif Rahmatillah,S.T.,M.T. dan Deny Arifianto, S.Si Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi Departemen Teknik Fakultas Vokasi Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Bencana tanah longsor merupakan ancaman serius bagi pemukiman di daerah lereng dengan kemiringan lebih dari 20 derajat (Bali Post,2004). Dampak dari bencana tanah longsor banyak menimbulkan kerugian baik harta maupun korban jiwa. Hal ini menginspirasi penulis untuk membuat suatu rancang bangun sistem peringatan dini terhadap potensi tanah longsor secara *wireless* berbasis mikrokontroler. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meminimalisir dampak dari bahaya bencana tanah longsor.

Pengerjaan Tugas Akhir ini diharapkan mampu mengetahui kinerja sensor tersebut dengan prinsip mendeteksi adanya akselerasi (sudut kemiringan) terhadap sudut normal. Pergeseran Tanah yang terbaca oleh sensor *accelerometer* akan mengirimkan data secara *wireless* dari *Xbee Transmitter* menuju *Xbee Receiver*. Data yang diterima oleh *receiver* akan ditampilkan dalam bentuk *wavechart* pada *software labview* sehingga memudahkan pembacaan sensor. Indikator pada tampilan labview akan menyala apabila terjadi pergeseran tanah ke depan, samping kanan maupun samping kiri sehingga dapat mengetahui bahwa sensor tersebut bergerak menuju arah sensor.

Kata Kunci : Tanah longsor, sensor *accelerometer*, mikrokontroler, *wireless*.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang memberikan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Sistem *Monitoring* Pergeseran Tanah Terhadap Potensi Longsor Secara *Wireless* Berbasis Mikrokontroler” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu tugas dalam rangka melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar ahli madya pada Program Studi Otomasi Sistem Instrumentasi, Jurusan Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga Surabaya.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Maka dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan ridho, hidayah dan anugerah yang luar biasa. Serta memberi iman dan ketakwaan yang membuat penulis selalu bersyukur sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Keluarga tercinta, Ayah, Ibu, Kakak, Adik, dan Saudara-saudaraku yang telah memberikan segenap do'a dan dukungan moril kepada penulis.
3. Ibu Ir. Dyah Herawatie, M.Si., selaku Ketua Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga.

4. Bapak Winarno, S.Si., M.T., selaku Koordinator Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi, Departemen Teknik, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga Surabaya.
5. Bapak Akif Rahmatillah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, masukan, beserta ketulusan hati dalam membimbing penulis hingga terselesaikannya Proposal Proyek Akhir ini.
6. Bapak Deny Arifianto S.Si, selaku Konsultan yang banyak memberikan arahan, bimbingan, masukan, beserta ketulusan hati dalam membimbing penulis hingga terselesaikannya Proposal Proyek Akhir ini.
7. Bapak Yhoseph Gita Yhun Yhuwana, S.Si., M.T., selaku Dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan maupun saran dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Semua Dosen D3 Otomasi Sistem Instrumentasi yang selalu mengajar dengan tulus, ikhlas dan tabah.
9. Kepada keluarga ASTRAI dan teman-teman OSI 2013 yang telah banyak membantu dan selalu memberikan saran banyak kepada penulis. Semoga bias lulus bersama-sama tepat waktu. Amin.
10. Terima kasih saya ucapkan juga kepada Mas Aris, Mak War, Pak Takur, Saleho, Dodi, dan seluruh keluarga HMOSI yang telah banyak membantu.
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Maaf apabila terlewatkan. Semoga kebaikan dan keikhlasan kalian dibalas oleh Allah SWT.

Penyusun berharap berawal dengan laporan tugas akhir ini, dapat dihasilkan karya yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, dan dapat berguna dalam kehidupan bermasyarakat. Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, dengan senang hati penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih.

Surabaya, 15 juni 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PEMDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Longsor.....	5
2.1.1 Jenis – jenis Longsor.....	6
2.1.2 Gejala Umum Terjadi Longsor	10
2.1.3 Wilayah Rawan Tanah Longsor.....	10
2.2 XBee.....	11
2.3 Arduino Nano 3.0.....	12
2.4 Sensor <i>Accelerometer</i>	13
2.5 LabVIEW	14
2.6 <i>Power Bank / Charger 18650</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat.....	16
3.2.1 Bahan Penelitian	16
3.2.2 Alat Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian	17

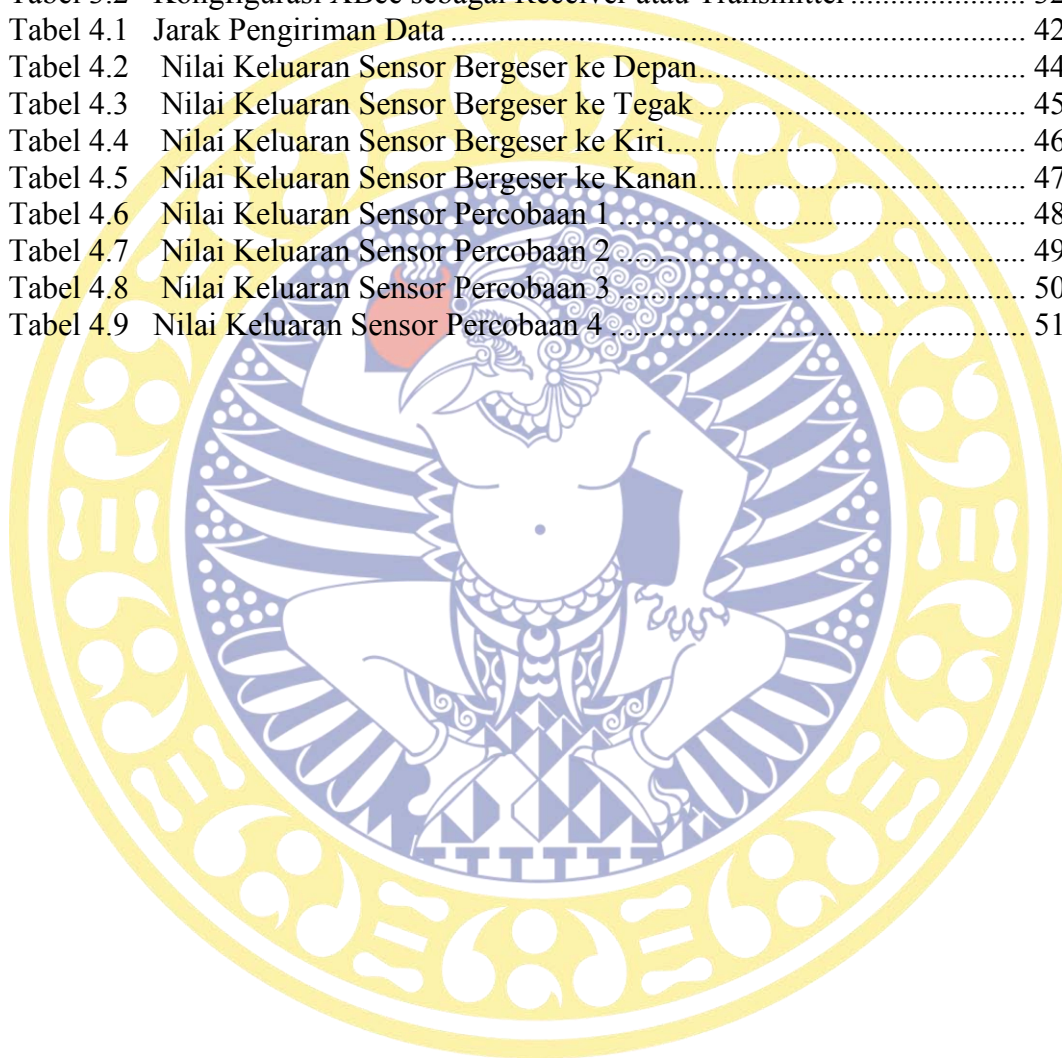
3.4 Tahap Persiapan	19
3.5 Tahap Perancangan	19
3.6 Tahap Perwujudan Alat.....	20
3.6.1 Tahap Pembuatan Mekanik	20
3.6.2 Tahap Pembuatan <i>Hardware</i>	23
3.6.3 Tahap Pembuatan <i>Software</i>	25
3.7 Tahap Pengujian Sistem.....	32
3.7.1. Tahap Pengujian Penggunaan Daya Pada Sistem	33
3.7.2. Tahap Pengujian Software	33
3.7.3. Tahap Pengujian <i>Accelerometer</i> MPU6050.....	33
3.7.4. Tahap Pengujian Jarak Pengiriman Melalui Xbee.....	34
3.8 Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pembuatan Software.....	35
4.1.1 Program User Interface LabView.....	35
4.1.2 Sub Program Sensor MPU-6050	37
4.2 Analisis Data dan Pembahasan	42
4.2.1 Pengujian Jarak Pengiriman.....	42
4.2.2 Pengujian Data <i>Transmitter-Receiver</i>	43
4.2.3 Hasil Pengukuran Sensor MPU6050.....	43
4.2.4 Presentase Keberhasilan dan Tidak Keberhasilan Sensor.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Judul Gambar	Halaman
	<hr style="border: 1px solid black;"/>	
Gambar 2.1	LongSORan Translasi	6
Gambar 2.2	LongSORan Rotasi	7
Gambar 2.3	LongSORan Pergerakan Blok	7
Gambar 2.4	LongSORan Runtuhan Batu	8
Gambar 2.5	LongSORan Rayapan Tanah	9
Gambar 2.6	LongSORan Aliran Bahan Rombakan	10
Gambar 2.7	Kongfigurasi Pin XBee	12
Gambar 3.1	Diagram Prosedur Kerja	18
Gambar 3.2	Diagram Blok Fungsional Alat	19
Gambar 3.3	Diagram Blok Sistem	20
Gambar 3.4	Desain Mekanik Alat	21
Gambar 3.5	Dimensi Keseluruhan Mekanik Alat	21
Gambar 3.6	Hasil Rancangan Wadah Sensor	22
Gambar 3.7	Dimensi Wadah Sensor	23
Gambar 3.8	Arduino Sketch	26
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> Program Pada Arduino IDE	27
Gambar 3.10	LabView Sketch	28
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Program Pada LabView	30
Gambar 4.1	Program LabView	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 3.1	Pengalamatan <i>Port</i> Arduino Nano 3.0	24
Tabel 3.2	Konfigurasi XBee sebagai Receiver atau Transmitter	32
Tabel 4.1	Jarak Pengiriman Data	42
Tabel 4.2	Nilai Keluaran Sensor Bergeser ke Depan	44
Tabel 4.3	Nilai Keluaran Sensor Bergeser ke Tegak	45
Tabel 4.4	Nilai Keluaran Sensor Bergeser ke Kiri	46
Tabel 4.5	Nilai Keluaran Sensor Bergeser ke Kanan	47
Tabel 4.6	Nilai Keluaran Sensor Percobaan 1	48
Tabel 4.7	Nilai Keluaran Sensor Percobaan 2	49
Tabel 4.8	Nilai Keluaran Sensor Percobaan 3	50
Tabel 4.9	Nilai Keluaran Sensor Percobaan 4	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana tanah longsor merupakan suatu ancaman serius bagi pemukiman di lereng pegunungan. Tanah longsor merupakan suatu peristiwa alam, fenomena alam ini akan berubah menjadi bencana tanah longsor manakala tanah longsor tersebut menimbulkan kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban manusia, akan tetapi juga kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya. Intensitas curah hujan yang tinggi dan kejadian gempa yang sering muncul, secara alami akan dapat memicu terjadinya bencana alam tanah longsor (Azikin, 2013). Tanah longsor bisa timbul dari daerah berbukit dengan kemiringan lereng lebih dari 20 derajat. Untuk daerah dengan penyusun berupa struktur tanah lempung pada kondisi jenuh air akan mungkin bergerak pada sudut lereng kurang dari 20 derajat, berdasarkan yang dimuat dalam Balipost (2004).

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat, dalam kurun waktu 2005 sampai 2014 total terdapat 2.278 peristiwa.

-

dalam waktu 10 tahun terakhir.

Selain mengakibatkan 1.815 tewas dan hilang, ribuan peristiwa tanah longsor dalam 10 tahun terakhir itu juga berdampak pada 79.339 orang mengungsi, 7.679

unit rumah rusak berat, 1.186 unit rumah rusak sedang, dan 8.140 unit rumah rusak ringan (Liputan6.com, 2014).

Dari banyaknya bencana tanah longsor yang terjadi di Indonesia, adanya proses *monitoring* terhadap pergeseran tanah masih sangat jarang. Hal ini dikarenakan mahalnya alat tersebut. Padahal alat tersebut sangat berguna untuk mendeteksi adanya potensi tanah longsor, sehingga apabila bencana tanah longsor benar-benar terjadi, maka proses evakuasi sudah dilakukan sebelumnya. Kesenambungan seperti ini mampu untuk mengurangi jatuhnya korban jiwa.

Tingkat keefektifitasan beberapa sensor, termasuk sensor *inclinometer* yang biasa digunakan dalam alat pendeteksi pergeseran tanah dipasaran, sensor *accelerometer* menempati peringkat pertama. Dengan parameter yang digunakan *falling, topple, rotational and translation slide, dan lateral spread* (Halim, 2010).

Menilik dari permasalahan yang terjadi, maka diperlukan suatu sistem *monitoring* pergeseran tanah terhadap potensi longsor yang murah, efisien, dan akurat. Adanya pergeseran tanah, dapat terdeteksi dan termonitoring secara *realtime* sehingga dapat memberikan informasi sedini mungkin jika ada tanda-tanda bencana longsor akan datang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja sensor untuk mendeteksi adanya pergeseran tanah?
2. Bagaimana kinerja sistem alat yang dibuat dalam menginformasikan adanya pergeseran tanah?
3. Bagaimana konsumsi daya yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem pendeteksi pergeseran tanah?

1.3. Batasan Masalah

Agar masalah tidak menyimpang maupun meluas dari tujuan perlu dilakukan pendekatan terhadap yaitu :

1. Proses simulasi dibuat dalam bentuk miniatur dengan ukuran 1050 mm x 670 mm x 800 mm.
2. Faktor pendeteksian yang dilakukan hanya pada adanya pergeseran tanah.
3. Pergerakan tanah yang disimulasikan berupa tanah laterit yang ditempatkan pada wadah, proses longsoran dilakukan dengan melakukan dorongan pada tanah sehingga menghasilkan miniatur longsoran.
4. Jenis tanah longsor yang di uji cobakan adalah tanah longsor dengan tipe translasi.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam pembuatan sistem ini antara lain :

1. Mengetahui kinerja sensor yang digunakan.
2. Mengetahui tingkat kestabilan alat dalam menginformasikan adanya pergeseran tanah.
3. Mengetahui besar konsumsi daya yang dibutuhkan oleh sistem pendeteksi pergeseran tanah.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari perancangan alat ini adalah agar sebagai berikut,

1. Sistem *Monitoring* Pergeseran Tanah Terhadap Potensi Longsor diharapkan mampu menjadi solusi dalam mendeteksi adanya aktivitas pergeseran tanah.
2. Dengan adanya sistem ini, proses *monitoring* pergeseran tanah dapat dilakukan secara *real time*.
3. Dengan adanya perhitungan besar konsumsi daya sistem, maka dapat diketahui lama waktu pemakaian baterai.
4. Dengan adanya data dari pergerakan tanah yang telah terdeteksi, akan mempermudah petugas pemantau dalam proses pengidentifikasian potensi tanah longsor, sehingga dapat meminimalisir kerugian materiil dan korban jiwa akibat tanah longsor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan tanah, atau material campuran tersebut yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Longsor atau gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah.

Beberapa ahli mendefinisikan tanah longsor (landslide) sebagai suatu pergerakan masa batuan, tanah, atau bahan rombakan penyusun lereng bergerak ke bawah atau keluar lereng karena pengaruh gravitasi. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor penahan. Faktor pendorong adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu/penahan adalah faktor yang menyebabkan bergeraknya material tersebut. Meskipun penyebab utama kejadian ini adalah [gravitasi](#) yang memengaruhi lereng yang curam.

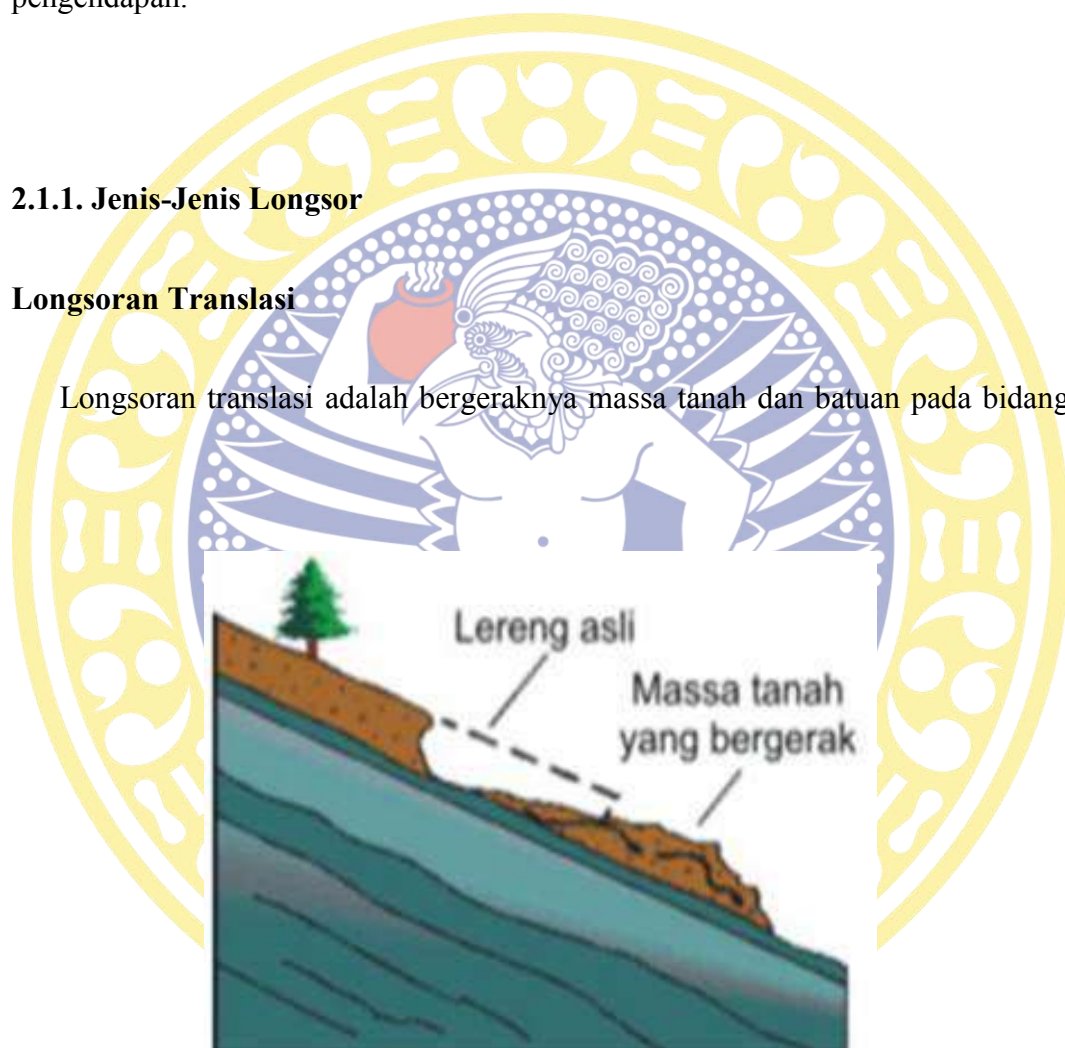
Tanah longsor terjadi apabila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya penahan pada umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah atau batuan (PVMBG, 2008). Jadi, dari beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa tanah longsor/longsoran (landslide) adalah pergerakan suatu material penyusun lereng

berupa massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material (yang merupakan campuran tanah dan batuan) menuruni lereng, yang terjadi apabila gaya pendorong pada lereng lebih besar dari pada gaya penahan. Proses tersebut melalui tiga tahapan, yaitu pelepasan, pengangkutan atau pergerakan, dan pengendapan.

2.1.1. Jenis-Jenis Longsor

Longsor Translasi

Longsor translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang



gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

Gambar 2.1 Longsor Translasi

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

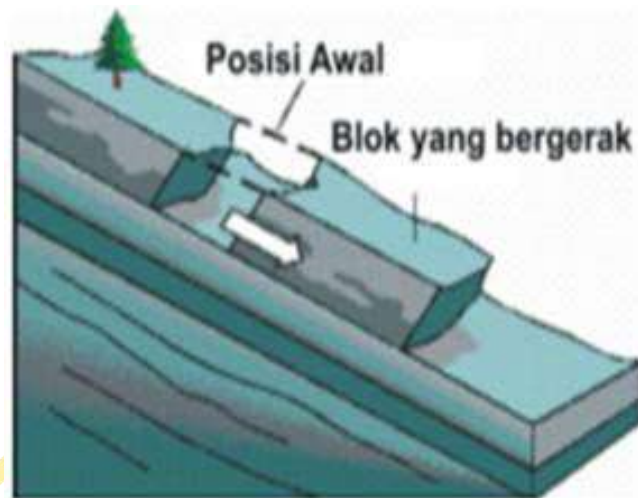


Gambar 2.2 Longsoran Rotasi

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsoran translasi blok batu.



Gambar 2.3 Longsoran Blok

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

Runtuhan Batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

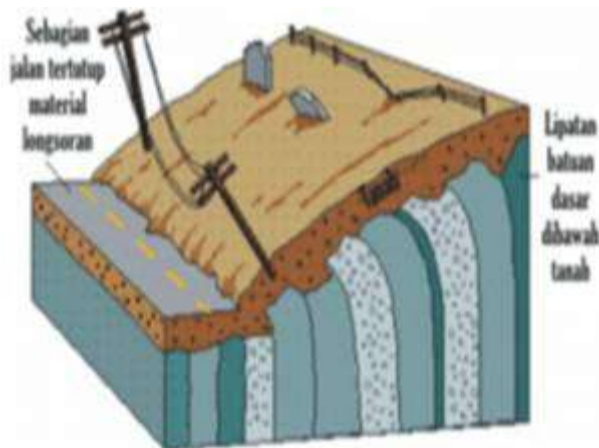


Gambar 2.4 Longsoran Batu

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

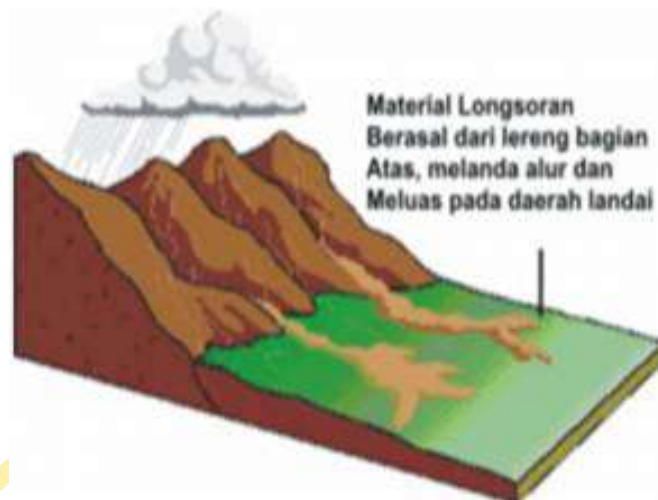


Gambar 2.5 Rayapan Tanah

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



Gambar 2.6 Aliran Bahan Rombakan

(<https://agroekoteknologi08.wordpress.com/2013/07/12/pengertian-dan-jenis-tanah-longsor/>)

2.1.2 Gejala Umum Terjadinya Longsor

Sebelum atau saat terjadi tanah longsor, terdapa gejala-gejala yang sering muncul saat terjadi tanah longsor. Gejala-gejala terjadinya tanah longsor adalah:

Munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing.

Biasanya terjadi setelah hujan.

Munculnya mata air baru secara tiba-tiba.

Tebing rapuh dan kerikil mulai berjatuhan.

Jika musim hujan, biasanya air tergenang, menjelang bencana .

Runtuhnya bagian tanah dalam jumlah besar.

Pohon atau tiang listrik banyak yang miring.

2.1.3 Wilayah Rawan Tanah Longsor

Setidaknya terdapat 918 lokasi rawan longsor di Indonesia. Setiap tahunnya kerugian yang ditanggung akibat bencana tanah longsor sekitar Rp 800 miliar, sedangkan jiwa yang terancam sekitar 1 juta. Berikut adalah daerah-daerah di Indonesia yang rawan longsor:

Jawa Tengah 327 Lokasi

Jawa Barat 276 Lokasi

Sumatera Barat 100 Lokasi

Sumatera Utara 53 Lokasi

Yogyakarta 30 Lokasi

Kalimantan Barat 23 Lokasi

Selebihnya tersebar di NTT, Riau, Kalimantan Timur, Bali, dan Jawa Timur.

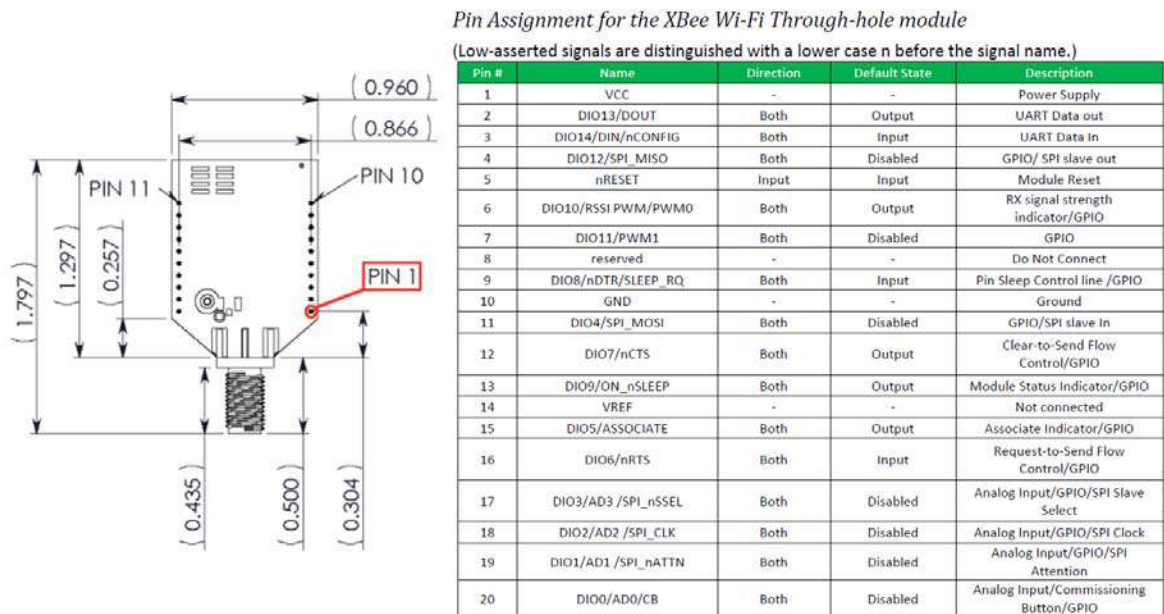
Tampak bahwa kejadian bencana dan jumlah korban bencana tanah longsor di Propinsi Jawa Barat lebih besar dibandingkan dengan propinsi lainnya. Hal demikian disebabkan oleh faktor geologi, morfologi, curah hujan, dan jumlah penduduk serta kegiatannya.

Bencana alam seperti gerakan tanah, terutama longsor, dapat terjadi pada berbagai skala dan kecepatan. Di alam, banjir dan longsor sering terjadi hampir

bersamaan dan disebabkan oleh hujan yang sangat lebat yang di dalam gerakan tanah disebut sebagai unsur pemicu. Untuk meminimalkan kerugian akibat bencana tersebut maka dilakukan usaha mengenal tanda-tanda yang mengawali gerakan tanah, atau disebut sebagai mitigasi.

2.2 Xbee

XBee merupakan modul RF yang didesain dengan standard protocol IEEE 802.15.4 dan sesuai dengan kebutuhan sederhana untuk jaringan wireless. Kelebihan utama yang menjadikan XBee sebagai komunikasi serial nirkabel karena XBee memiliki konsumsi daya yang rendah yaitu hanya 3,3 V dan beroperasi pada rentang frekuensi 2,4 GHz. Dalam melakukan komunikasi dengan perangkat lainnya Xbee mampu melakukan komunikasi dengan dua macam komunikasi yang berbeda, tergantung dari perangkat apa yang dihubungkan dengan modul Xbee. Komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan jaringan wireless dan komunikasi secara serial.



Gambar 2.7 Kongfigurasi Pin XBee

(<https://learn.sparkfun.com/tutorials/xbee-wifi-hookup-guide>)

Dalam hubungan pada arduino PIN 2 pada XBee dihubungkan dengan PIN D0 pada arduino. Sementara PIN 3 pada XBee dihubungkan dengan PIN D1 pada Arduino. Sedangkan PIN 1 dan 10 pada XBee masing-masing dihubungkan dengan PIN VCC dan GND pada arduino.

2.3 Arduino Nano 3.0

Arduino adalah merupakan sebuah board minimum sistem mikrokontroler yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino nano 3.0 terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino nano 3.0 kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino uno, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino nano tidak menyertakan colokan DC

berjenis barrel jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler di dalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

2.4 Sensor Accelerometer

GY-521 MPU-6050 Modul menggunakan IC MPU-6050 yang merupakan 6 axis Motion Processing Unit dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3-5VDC. Modul ini menggunakan interface I2C. maksimal 16 bit (2048 tingkatan presisi). Aplikasinya mencakup pendeteksi

kemiringan dengan memantau perubahan gaya tarik statis (static gravity acceleration on tilt sensing application) dan percepatan dinamis (dynamic acceleration) yang timbul akibat gerakan (motion) atau tumbukan (impact shock). Dengan resolusi tinggi yang dihasilkan memungkinkan modul elektronika ini mendeteksi inklinasi pada tingkat yang sangat halus.

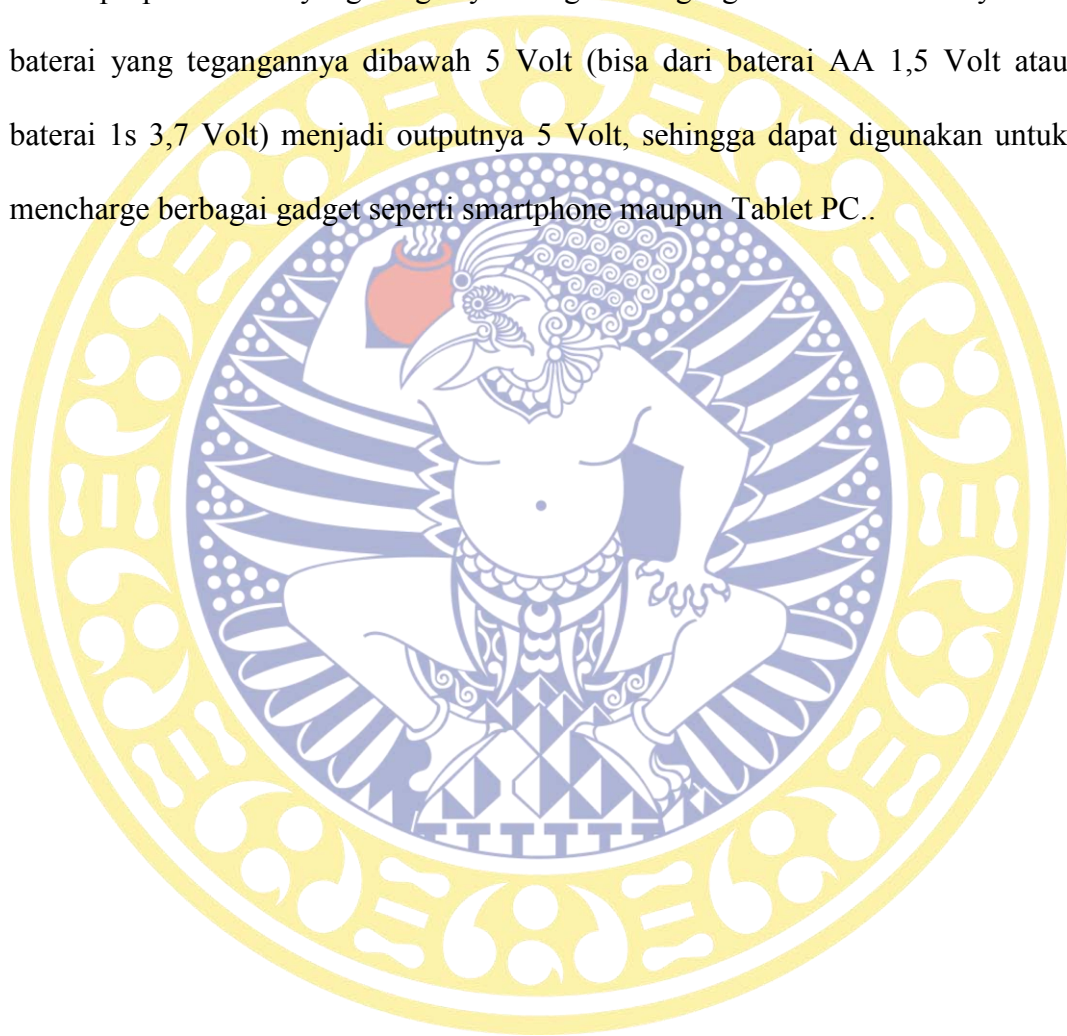
Sensor akselerometer cocok digunakan pada aplikasi portabel dan sangat mudah digunakan pada rangkaian mikrokontroler semacam papan pengembang Arduino karena akses data dapat dilakukan dengan mudah lewat antarmuka I2C.

2.5 LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) adalah perangkat lunak komputer untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta otomasi industri yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instruments pada tahun 1986. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada sistem operasi Linux, Unix, Mac OS X dan Windows. Program LabVIEW disebut dengan VI (Virtual Instrumen) karena beberapa tampilan dan operasi pada program LabVIEW menyerupai suatu instrument seperti osiloskop dan multimeter. Setiap VI menggunakan fungsi-fungsi yang memanipulasi input dari user interface atau sumber lain dan menampilkan informasi tersebut atau memindahkan informasi tersebut ke file/komputer lain.

2.6 Power Bank / Charger 18650

Power Bank / Charger 18650 merupakan sebuah modul yang memiliki 2 fungsi, sebagai charger circuit dan penaik tegangan (step up). Teknik dalam menaikkan tegangan salah satunya adalah dengan menggunakan rangkaian DC-DC step up converter yang fungsinya mengubah tegangan sumber catu daya dari baterai yang tegangannya dibawah 5 Volt (bisa dari baterai AA 1,5 Volt atau baterai 1s 3,7 Volt) menjadi outputnya 5 Volt, sehingga dapat digunakan untuk mencharge berbagai gadget seperti smartphone maupun Tablet PC..



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pembuatan alat ini akan dilakukan di Laboratorium Bengkel Mekanik, Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga selama kurang lebih 4 bulan yang dimulai dari bulan April 2016 sampai Juli 2016.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan Penelitian

Pemilihan suatu bahan merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan dalam pembuatan suatu alat. Pemilihan bahan yang tepat untuk diimplementasikan pada alat, akan meningkatkan kualitas dari alat itu sendiri. Adapun yang perlu diperhatikan dalam kegiatan ini diantaranya adalah karakteristik komponen, harga, dan faktor ada tidaknya komponen tersebut di pasaran. Berikut ini disampaikan data bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan sistem peringatan dini terhadap potensi tanah longsor secara *wireless* antara lain:

1. Sensor *Accelerometer* MPU-6050
2. Arduino Nano 3.0
3. XBee
4. XBee Adapter
5. USB to TTL

6. Kayu
7. Akrilik
8. Ganggang Almari
9. Tanah
10. Koran
11. Roda Bebas
12. *Power Bank / Charger* 18650
13. Baterai Li Ion 3,7 Volt

3.2.2. Alat Penelitian

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Perangkat Keras (*Hardware*) :

- ❖ Kabel USB
- ❖ *Personal Computer (PC) / Laptop*

Perangkat Lunak (*Software*) :

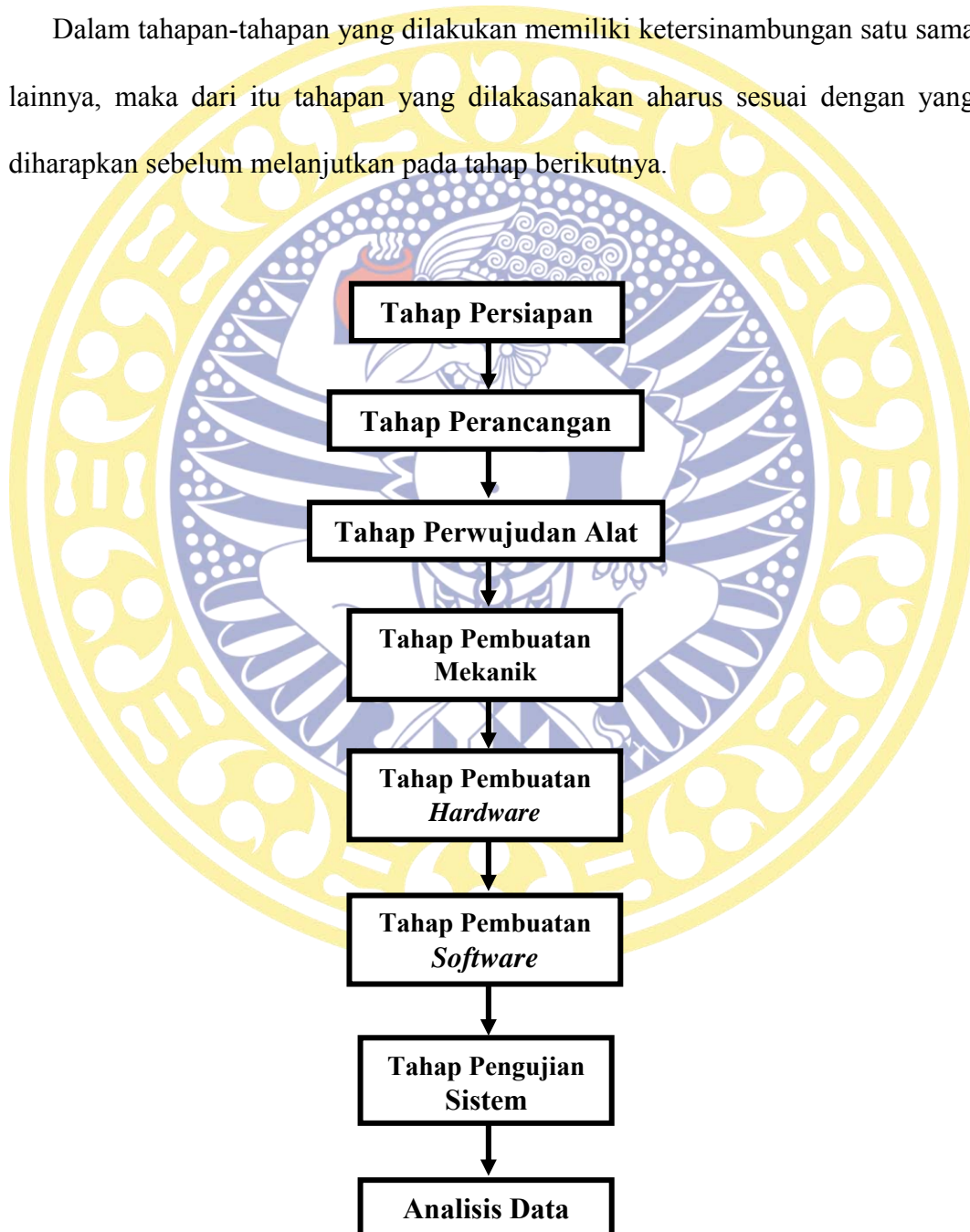
- ❖ Arduino IDE
- ❖ LabVIEW
- ❖ Eagle
- ❖ X-CTU
- ❖ Windows 10

3.3 Prosedur Penelitian

Pada tahap perancangan alat ini terdiri atas beberapa tahapan, tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan
2. Tahap Perancangan
3. Tahap Perwujudan Alat
4. Tahap Pengujian Sistem
5. Analisis Data

Dalam tahapan-tahapan yang dilakukan memiliki ketersinambungan satu sama lainnya, maka dari itu tahapan yang dilaksanakan harus sesuai dengan yang diharapkan sebelum melanjutkan pada tahap berikutnya.



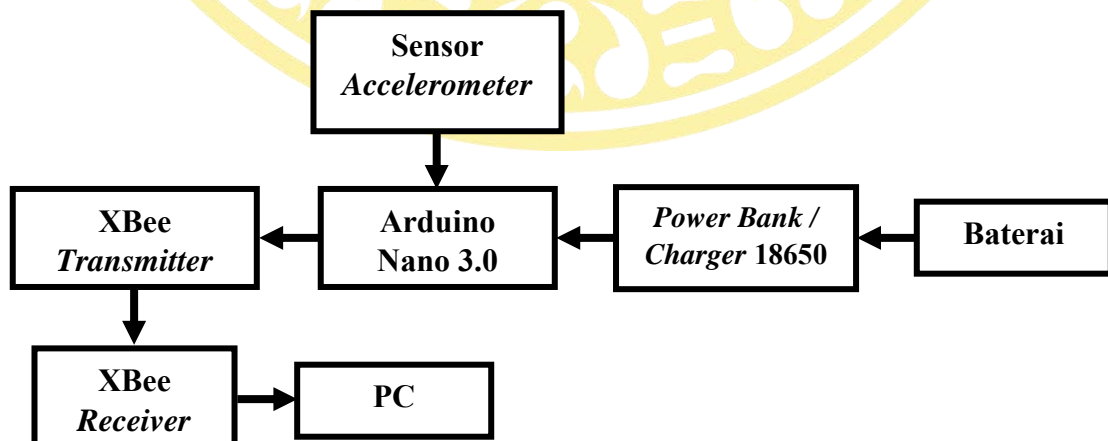
Gambar 3.1 Diagram Prosedur Kerja

3.4 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal dalam melakukan penelitian. Dalam tahap ini, penulis melakukan observasi literatur dengan mencari berbagai acuan baik melalui internet, buku, jurnal, tugas akhir, maupun artikel dari narasumber yang terpercaya. Tujuan dari adanya observasi tersebut guna melengkapi literatur dalam penelitian ini.

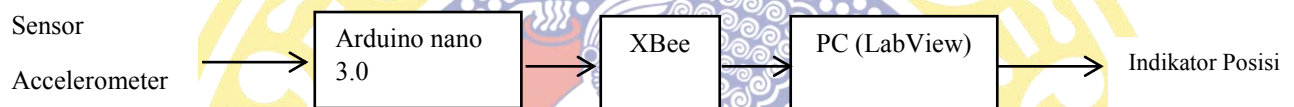
3.5 Tahap Perancangan

Tahap perancangan alat terdiri dari perancangan *hardware* dan perancangan mekanik sistem alat. Sensor yang digunakan adalah *accelerometer* MPU-6050, yang bekerja untuk mendeteksi pergeseran pada tanah. Dalam menjalankan sistem, digunakan catu daya yang digunakan berasal dari tegangan baterai. *Output* dari baterai yang hanya 3,7 volt, perlu ditingkatkan menggunakan *Step-Up* regulator agar nilai tegangan yang akan masuk ke mikrokontroler mencapai 5 volt. Mikrokontroler akan mengatur komponen sensor *accelerometer* dan XBee *Transmitter* dalam memproses data.



Gambar 3.2 Diagram Blok Fungsional Alat

Pada sistem pengontrolan alat, nilai masukan yang akan diproses didapatkan dari keluaran sensor *accelerometer* MPU-6050, berupa perpindahan posisi. Data yang didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai yang mendekati stabil. Proses berikutnya, dilakukan pengiriman data melalui jalur XBee (*wireless*). Tahap selanjutnya data yang terkirim diproses pada PC sehingga tampilan *interface* LabView akan berupa indikator posisi.



Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem

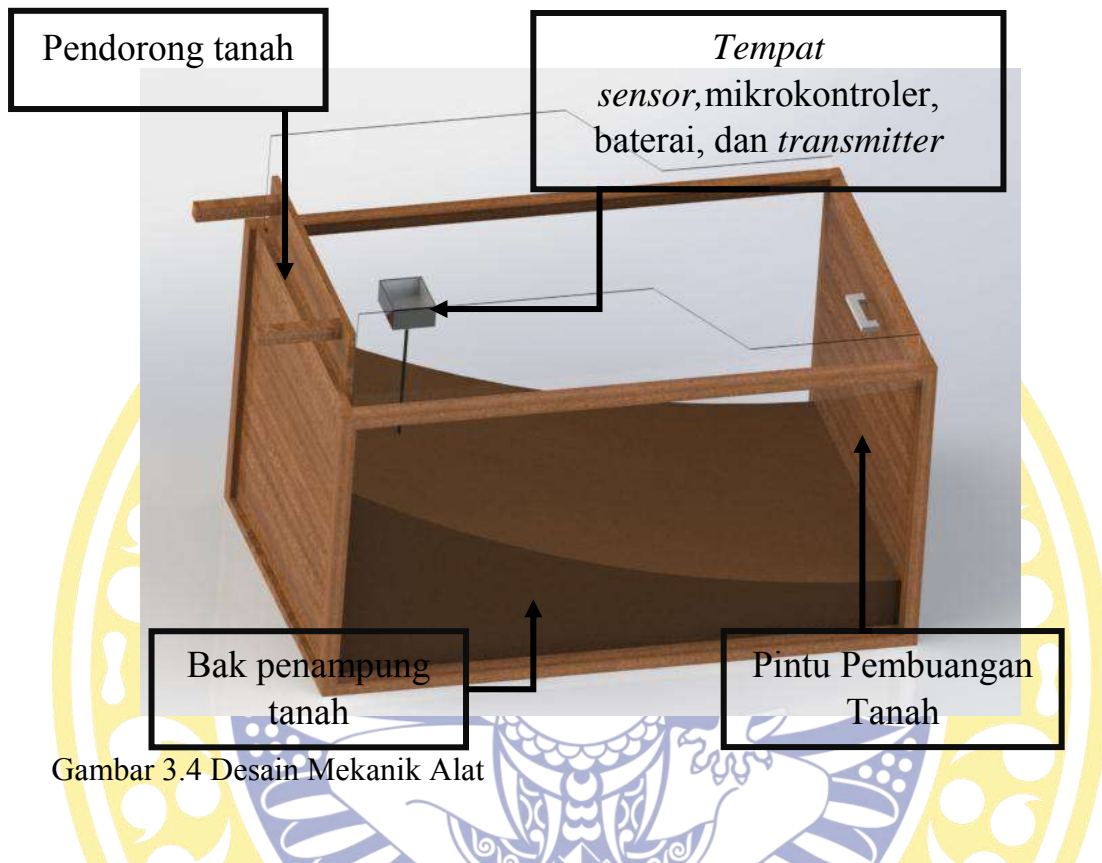
3.6 Tahap Perwujudan Alat

Tahap perwujudan alat merupakan tahap pembuatan alat yang dibuat. Tahap pembuatan alat terbagi atas 3 bagian yaitu, pembuatan mekanik, pembuatan *hardware*, dan pembuatan *software*.

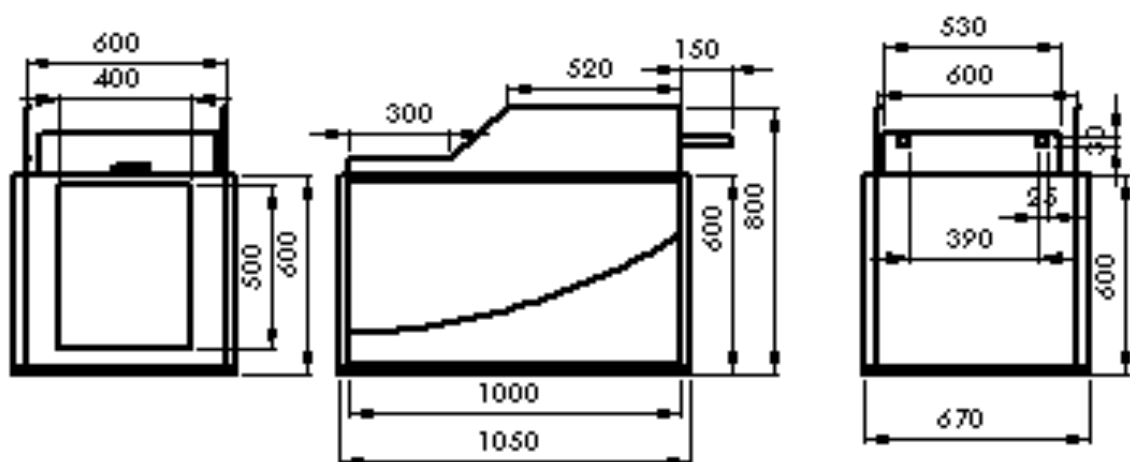
3.6.1. Tahap Pembuatan Mekanik .

Tahap pembuatan mekanik terdiri atas, pembuatan wadah simulasi longoran dan wadah peletakan sensor. Pada wadah simulasi longoran terdapat sebuah papan pendorong tanah dan buka tutup pembuangan tanah. Bahan yang dipakai terdiri atas akrilik, triplek, dan kayu. Bahan akrilik digunakan agar dapat terlihat

dari luar. Sementara buka tutup pembuangan tanah digunakan untuk mempermudah proses pembuangan tanah setelah simulasi.



Gambar 3.4 Desain Mekanik Alat



Gambar 3.5 Dimensi Keseluruhan Mekanik Alat

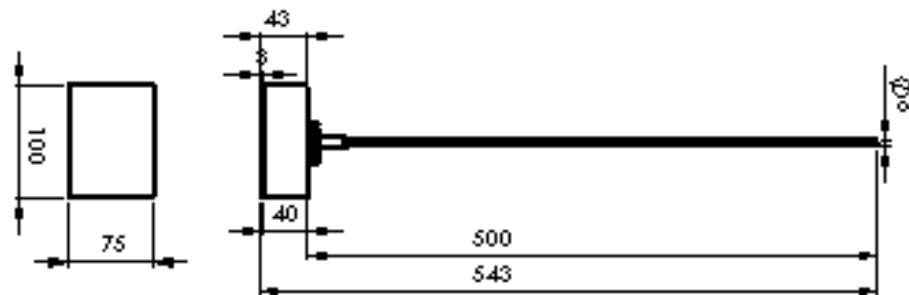
Dari hasil rancang desain mekanik, diketahui bahwa panjang total dari bak penampung sebagai simulasi sebesar 1050 mm, lebar 670 mm dan tinggi total sebesar 800 mm. Sedangkan panjang, lebar, dan tinggi dalam yang digunakan



1000 mm x 600 mm x 600 mm.

Gambar 3.6 Hasil Rancangan Wadah Sensor

Pembuatan wadah sensor terdiri atas box hitam tempat sensor, horn penghubung box dengan tiang, dan tiang penyangga. Box tempat sensor terbuat dari wadah kotak berbahan plastik dan diberi penutup berupa akrilik agar dapat tembus pandang. Sementara horn penghubung box dengan tiang terbuat dari bahan pla hasil 3D *Printing*. Pelengkap dari keseluruhan wadah sensor yaitu tiang penyangga, dengan bahan yang digunakan berupa fiber. Bahan fiber digunakan agar dapat meredam getaran kecil, tahan air, dan kuat.



Gambar 3.7 Dimensi Wadah Sensor

Dari gambar diatas, tinggi total dari wadah sensor sepanjang 543 mm. Lebar diameter tiang penyangga sebesar 6 mm. Sementara box tempat sensor memiliki ukuran panjang 100 mm, lebar 75 mm, dan tinggi 43 mm. Dengan berat total sebesar 184 gram.

3.6.2. Tahap Pembuatan *Hardware*

Tahap pembuatan *hardware* terdiri atas pembuatan rangkaian elektronika untuk menjalankan sensor ataupun komponen yang digunakan. Proses perancangan rangkaian elektronika yang digunakan di atur menggunakan program Eagle. Adapun pembuatan sistem *hardware* terdiri atas, *mainboard* sistem pergeseran tanah dan rangkaian XBee adapter sebagai penghubung PC/Laptop dengan *mainboard*.

a. *Mainboard* Sistem Pendeteksi Pergeseran Tanah

Rangkaian elektronik *mainboard* sistem pendeteksi pergeseran tanah terdiri atas minimum sistem Arduino Nano 3.0, Sensor *Accelerometer* MPU-6050, XBee *Transmitter*, *Power Bank / Charger* 18650, dan baterai Li ion berkapasitas 2600mAh. Untuk mengatur proses catu daya sistem, digunakan modul *Power Bank / Charger* 18650 yang memiliki kemampuan untuk manajemen daya baterai. Pengaturan daya baterai didasarkan pada arus yang dibutuhkan oleh sistem kontrol dengan tegangan baterai. Sehingga jika rangkaian *step-up* sudah tidak mampu menghasilkan tegangan 5 volt, maka lampu indikator akan mati.

Pada rangkaian skematik diatas, jalur DIN XBee diberikan sebuah diode yang digunakan sebagai pengaman jalur data agar tidak terjadi *feedback* dalam proses komunikasi data. Di bagian lain pada jalur SDA (A4) dan SCL (A5) pada arduino diberikan resistor *pull up* agar nilai dari yang masuk pada arduino tidak mengambang.

Tabel 3.1 Pengalamatan *Port* Arduino Nano 3.0

<i>Port</i> Mikrokontroler	<i>Rangkaian Hardware</i>
PIN D1 (Tx)	Din XBee
PORT D2 (Rx)	Dout XBee
PORT A4	SDA Sensor MPU-6050
PORT A5	SCL Sensor MPU-6050
+3.3V	VCC Sensor MPU-6050

+3.3V	VCC XBEE
GND 1	GND Sensor MPU-6050 dan XBee

b. XBee Adapter

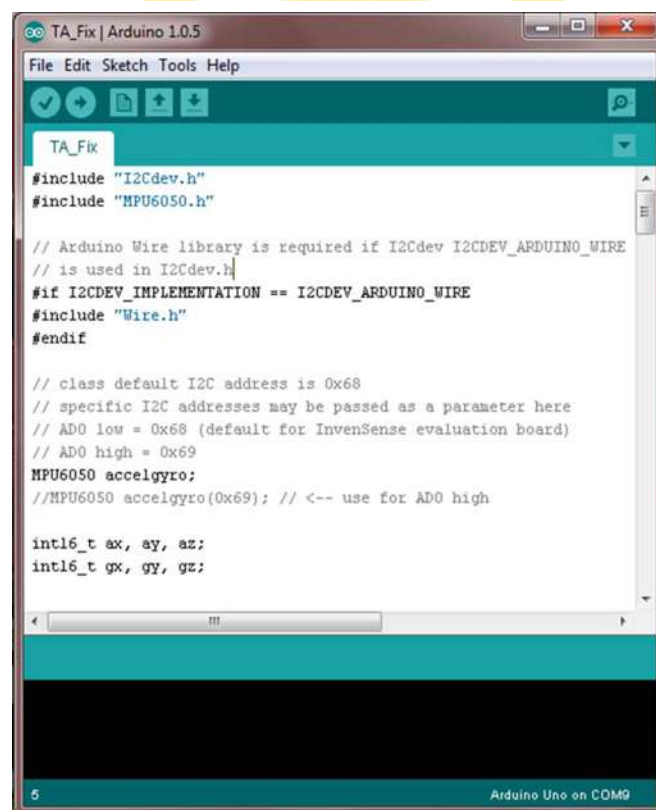
XBee *adapter* merupakan papan *board* yang digunakan untuk menghubungkan XBee dengan perangkat lain (PC, mikrokontroler, dll). XBee *adapter* memiliki 4 buah pin *output*, yaitu VCC, Tx, Rx, dan GND. Tegangan *output* pada XBee *adapter* disesuaikan dengan perangkat XBee yang hanya membutuhkan 3,3 volt. Dalam hal ini, XBee *adapter* diberikan tegangan 5 volt, tegangan tersebut diturunkan dengan bantuan IC AMS1117 yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan *input* 5 volt ke 3,3 volt. Skematik rangkaian XBee *adapter* seperti ditunjukkan pada Gambar 3.7.

3.6.3. Tahap Pembuatan Software

Tahap pembuatan *software* meliputi pembuatan program untuk proses kontrol sensor dan pengiriman data melalui jaringan nirkabel, serta pemrograman dalam menampilkan grafik/kurva dari pergeseran tanah. Dimana pada tahap ini terbagi atas 3 bagian, yaitu:

a. Program Pada Arduino

Pada tahap ini, merupakan proses pertama dalam tahapan program sistem alat. Dimana *output* pertama dari adanya besaran fisis yang di ukur, diproses menggunakan program pada Arduino, sehingga dapat diperoleh besaran listrik yang terukur. Besaran listrik yang terukur kemudian dilakukan proses konversi untuk memperoleh nilai digital.



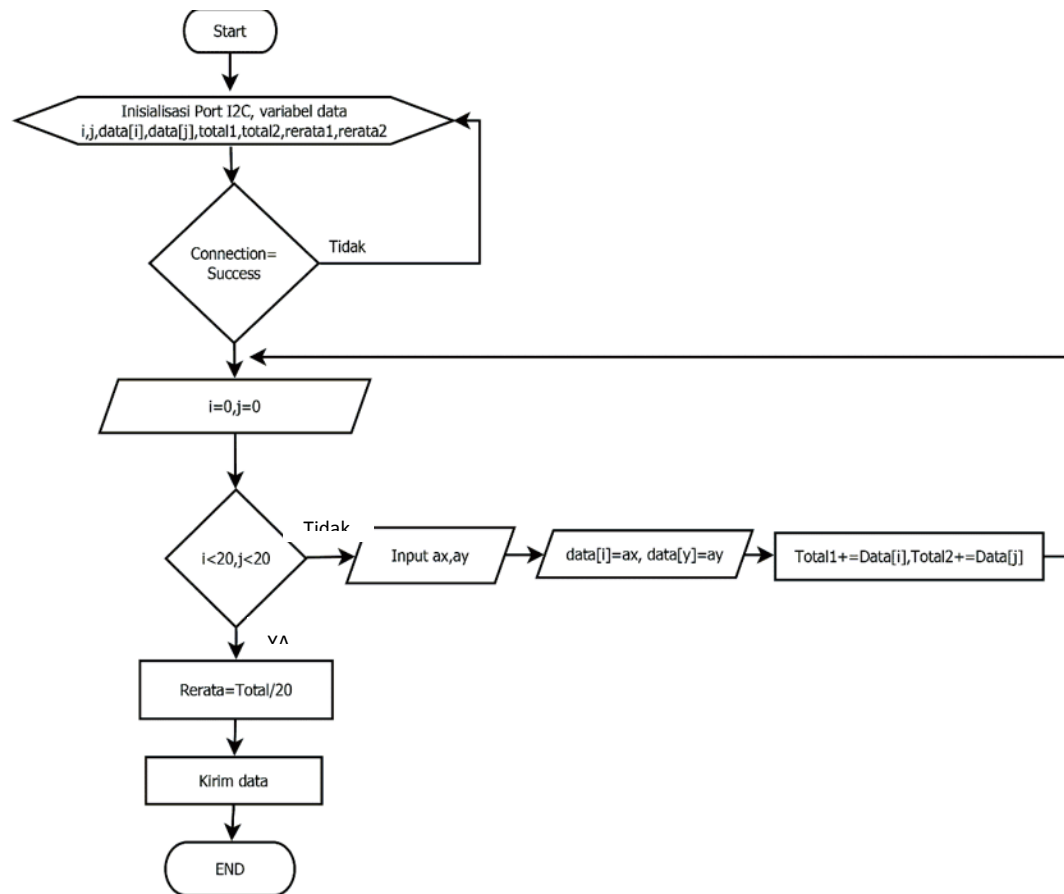
```
TA_Fix | Arduino 1.0.5
File Edit Sketch Tools Help
TA_Fix
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"

// Arduino Wire library is required if I2Cdev I2CDEV_ARDUINO_WIRE
// is used in I2Cdev.h
#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
#include "Wire.h"
#endif

// class default I2C address is 0x68
// specific I2C addresses may be passed as a parameter here
// ADO low = 0x68 (default for InvenSense evaluation board)
// ADO high = 0x69
MPU6050 accelgyro;
//MPU6050 accelgyro(0x69); // <-- use for ADO high

int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
```

Gambar 3.8 Arduino Sketch



Gambar 3.9 *Flowchart* pada Arduino IDE

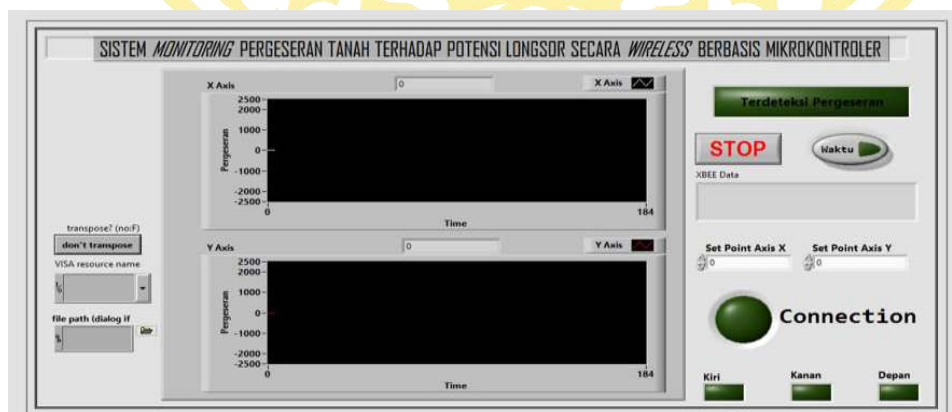
Dari *flowchart* dapat diuraikan langkah kerja program adalah sebagai berikut:

- Start merupakan langkah awal dalam memulai suatu program.
- Pada tahap kedua, langkah yang dilakukan adalah inisialisasi port I2C, variabel data i , j , $data[i]$, $data[j]$, $rerata1$, $rerata2$, $total1$, dan $total2$.
- Setelah melakukan proses inisialisasi, maka berikutnya adalah melakukan *check in* pada jalur komunikasi pada sensor, apabila seluruh konfigurasi telah sesuai maka akan menampilkan tulisan *success*, jika terdapat kekeliruan akan menampilkan tulisan *failed*.
- Data yang masuk mulai dari 0 untuk nilai i dan nilai j

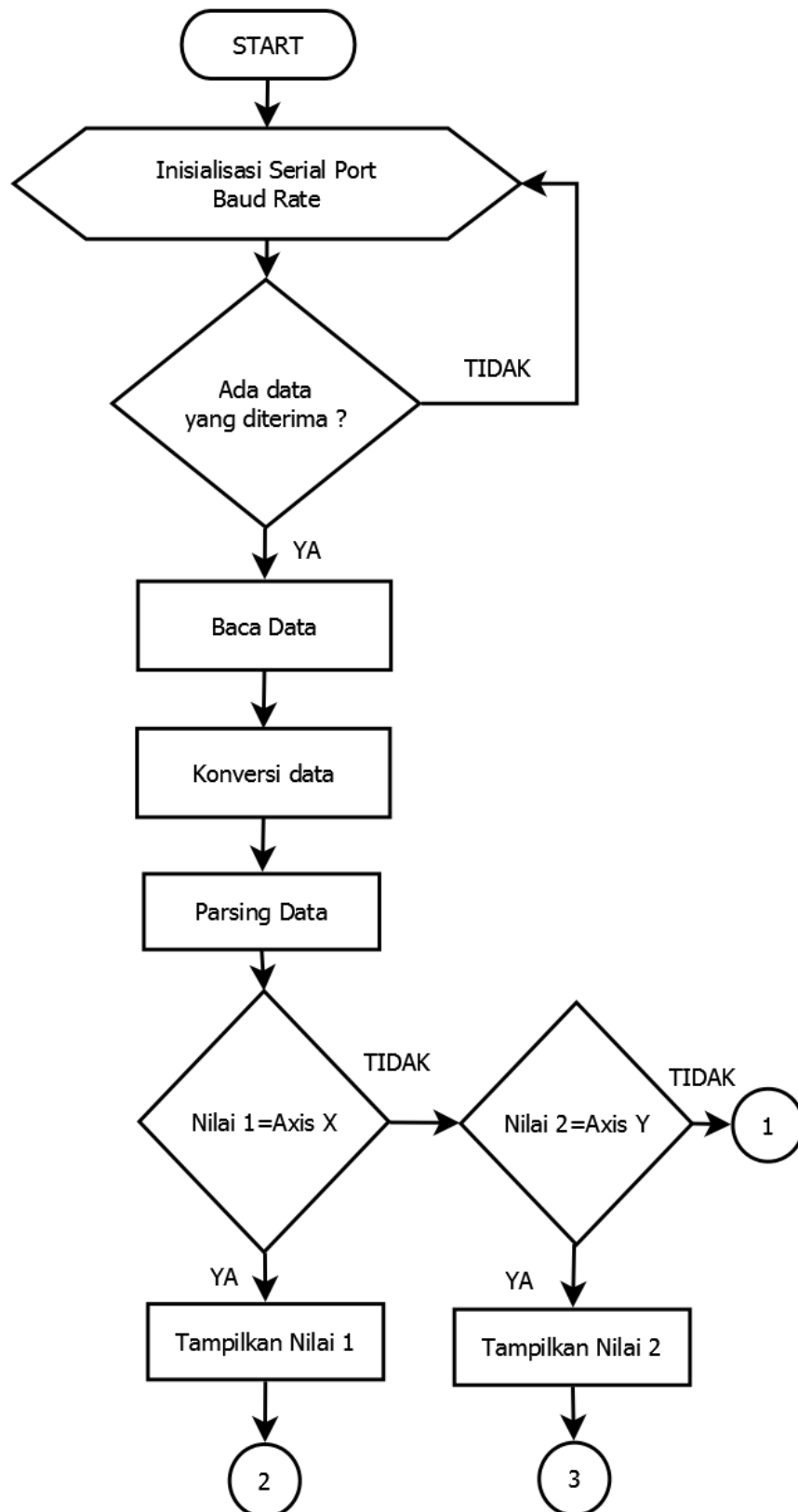
- e. Jika input nilai I dan j kurang dari 20 maka akan terus menginput data ax dan ay dimana ax dan ay sendiri mewakili sumbu x dan sumbu y. Kemudian data ax dikelompokkan pada data[1], data ay dikelompokkan pada data[2]. Kemudian data[1] dan data[2] dijumlahkan pada Total1+ dan Total 2+ .Setelah dijumlahkan kemudian kembali menginput data hingga terjumlah 20 data.
- f. Jika input nilai sudah 20 maka di rata rata dari total data dibagi 20.
- g. Kemudian proses pengiriman data.
- h. Proses selesai.

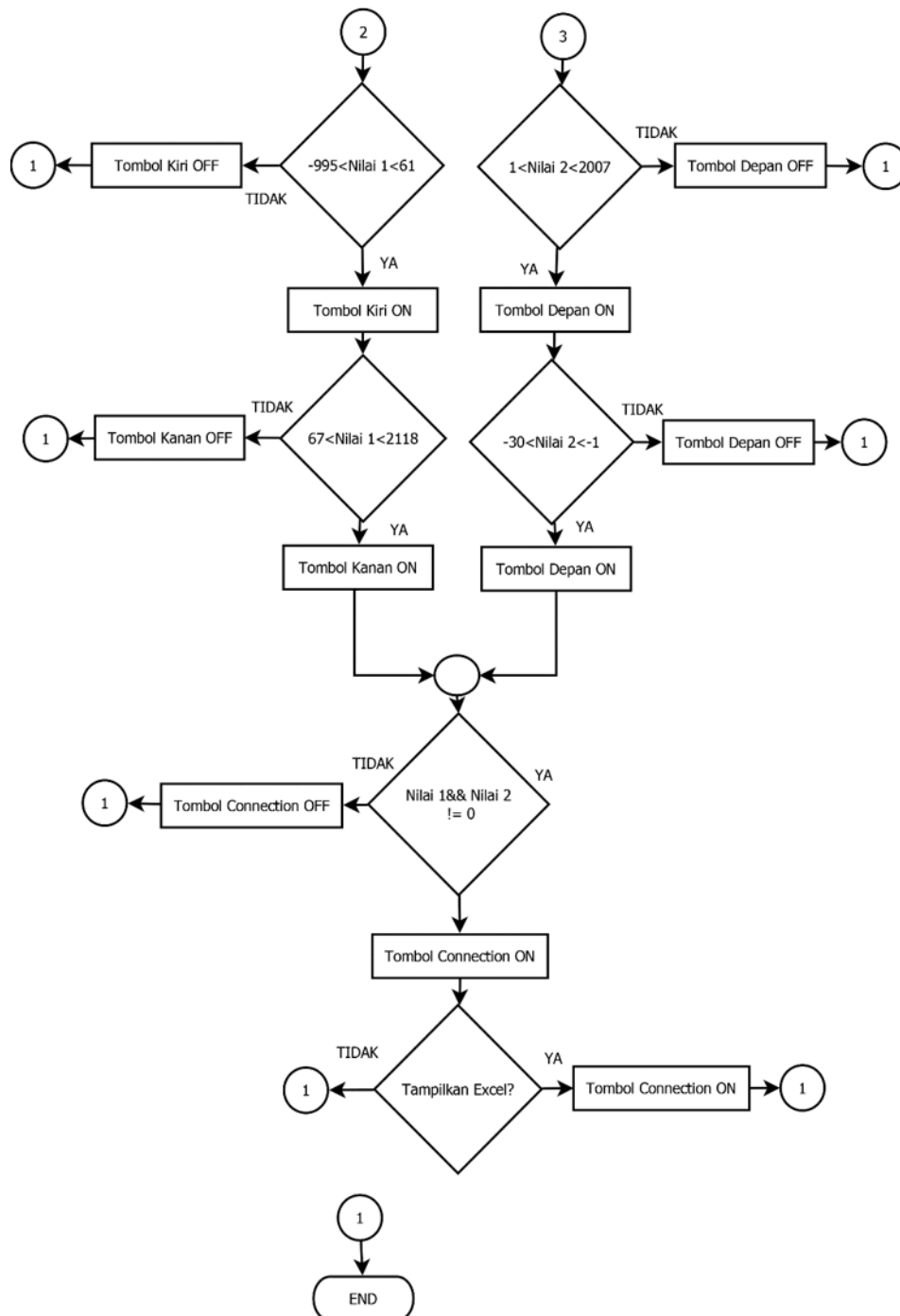
b). Program LabVIEW

Tahap pembuatan program pada lab view digunakan sebagai *interface* dari data yang dikirimkan mikrokontroler. Data yang masuk akan ditampilkan menjadi suatu grafik pergeseran, indikator dan nilai data. Grafik yang ditampilkan akan berjalan secara *realtime*. Proses pengiriman memanfaatkan komponen elektronika XBee Pro. Dimana jalur pengiriman data yang dipakai menggunakan komunikasi serial.



Gambar 3.10 Labview Sketch



Gambar 3.11 *Flowchart* program LabView

Dari gambar *flowchart* diatas dapat diuraikan langkah kerja program adalah sebagai berikut:

- a. Start merupakan langkah awal dalam memulai suatu program.
- b. Tahap selanjutnya adalah melakukan inialisasi serial port dan *baud rate* yang digunakan.
- c. Setelah itu melihat apakah data yang dikirim ada atau tidak, jika tidak maka akan diulang menuju step sebelumnya dengan mengganti nilai *baud rate* yang sesuai dan jika tidak akan dilanjutkan ke step berikutnya.
- d. Proses selanjutnya menghitung berapa jumlah byte data yang dikirim dalam satu pengiriman.
- e. Setelah jumlah data dihitung, selanjutnya proses membaca data yang masuk, untuk mengetahui apakah data yang diterima telah sesuai dengan data yang dikirim. Data yang dibaca memiliki type data string.
- f. Data yang telah terbaca selanjutnya dilakukan konversi ke dalam bentuk numerik agar dapat diproses oleh *software lab view*.
- g. Setelah mendapatkan data yang sebenarnya, proses selanjutnya melakukan parsing data untuk memisahkan data axis x dan axis y.
- h. Pada saat telah memperoleh 2 nilai, selanjutnya melakukan *display* pada nilai axis x dan axis y.
- i. Tahap berikutnya adalah untuk mengkatagorikan nilai data pada arah. Sehingga pada saat nilai yang diatur sama dengan nilai data yang masuk, maka akan menyalakan lampu indikator.

- j. Proses terakhir adalah saat nilai yang terbaca ingin disimpan pada data excel dan ingin menampilkannya, maka dapat menyimpan data excel. Jika tidak berarti proses telah selesai. .

c. Program X-CTU

Dalam menggunakan *wireless* XBee diperlukan sebuah *driver* X-CTU guna melakukan inialisasi XBee. Dalam hal ini yang perlu diatur pada *transmitter* dan *receiver* adalah PAN ID, DH (*Destination Address High*), DL (*Destination Address Low*), MY dan *Baud rate*.

Tabel 3.2 Kongfigurasi XBee sebagai *Receiver* atau *Transmitter*

<i>Transmitter</i>	<i>Receiver</i>
PAN ID 3001	PAN ID 3001
DH (<i>Destination Address High</i>) 0	DH (<i>Destination Address High</i>) 0
DL (<i>Destination Address Low</i>) 0	DL (<i>Destination Address Low</i>) 1
MY 16-bit source Address 1	MY 16-bit source Address 0
Baud Rate 57600	Baud Rate 57600

Dari tabel diatas digunakan sebagai pengaturan untuk hubungan komunikasi antar perangkat XBee, hal ini dapat dilakukan apabila:

- ❖ Nilai parameter DL XBee *receiver* = MY XBee *transmitter*
- ❖ XBee *transmitter* dan XBee *receiver* harus menggunakan PAN ID yang sama.

3.7. Tahap Pengujian Sistem

Tahap pengujian alat terdiri dari pengujian seluruh sistem alat yang sudah dibuat yakni meliputi uji penggunaan daya pada sistem, uji sensor *accelerometer*

MPU-6050, uji jarak pengiriman menggunakan XBee, dan uji *software*. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari sensor maupun sistem yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut penjelasan masing-masing pengujian yang dilakukan:

3.7.1. Tahap Pengujian Penggunaan Daya pada Sistem

Pengujian daya dilakukan untuk mengetahui konsumsi daya dari setiap komponen alat yang digunakan. Mulai dari konsumsi daya listrik oleh Arduino Nano 3.0, sensor accelerometer MPU-6050, dan XBee. Dengan menghitung jumlah daya total yang dibutuhkan, maka dapat diketahui berapa lama baterai akan tetap mampu memberikan catu daya.

3.7.2. Tahap Pengujian Software

Pengujian *software* pada penelitian ini meliputi pengujian respon *hardware* terhadap program yang sudah ditransmisikan ke dalam mikrokontroler. Tahapan pengujian ini juga digunakan untuk mengetahui apakah alat sudah bisa membaca dan mengeksekusi perintah dari program yang sudah dibuat atau tidak.

3.7.3. Tahap Pengujian Sensor Accelerometer MPU-6050

Pengujian terhadap sensor accelerometer MPU-6050 dilakukan dengan cara melihat nilai keluaran sensor terhadap pergerakan yang dilakukan. Konfigurasi sensor diatur pada tingkat sensitivitas $\pm 16g$ yang memiliki lebar faktor skala sensitivitas 2048 LSB/g. Dari pembacaan nilai sensor tersebut, dapat diketahui nilai *set point* pada sensor saat kondisi tegak lurus. Sehingga, pada saat sensor bergeser perubahan nilai dapat diproses.

3.7.4. Tahap Pengujian Jarak Pengiriman Melalui XBee

Pengujian pada jarak pengiriman yang dilakukan antar 2 buah XBee, dilakukan dengan cara menghubungkan 2 buah XBee yang saling terkoneksi. Setelah kedua XBee saling terkoneksi, maka selanjutnya adalah dengan mengirimkan data pada XBee *transmitter* untuk kemudian diterima oleh XBee *receiver*. Rentang jarak dimulai dengan jarak terdekat, selanjutnya diberikan penambahan rentang antar 2 buah XBee sampai data yang terkirim tidak dapat diterima oleh XBee *receiver*.

3.8. Analisis Data

Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif *software* dan *hardware* yang telah dibuat sehingga alat ini dapat bekerja sesuai dengan harapan. Untuk menguji kelayakan maupun keberhasilan sistem yang telah dibuat apakah sesuai dengan harapan atau tidak maka, dapat dilihat dari analisis data yang diambil.

Data pengujian yang dilakukan dengan cara membaca nilai keluaran sensor *accelerometer* MPU-6050, dapat diketahui berapa *range* nilai rata-rata pembacaan sensor *accelerometer* MPU-6050 terhadap adanya pergeseran. Selain itu dapat diketahui nilai keluaran sumbu x dan sumbu y dari sensor ketika diam hingga bergerak jatuh ke tanah atau sejajar dengan tanah.

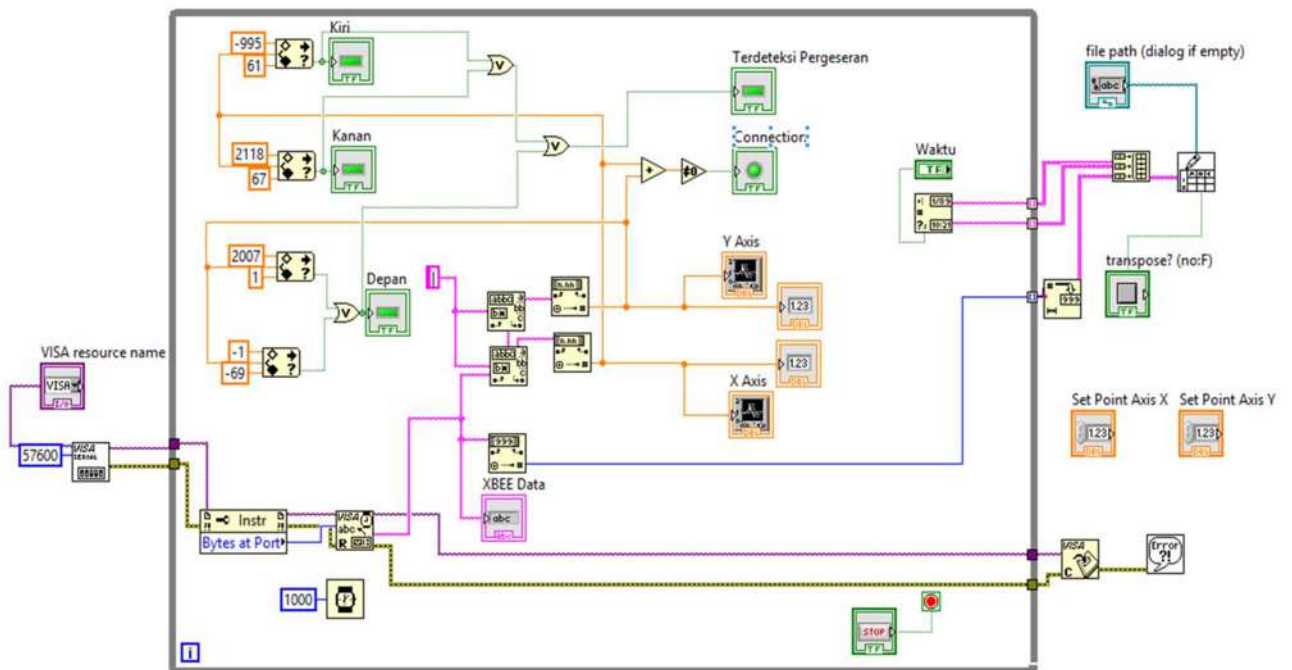
Pada analisis jarak XBee dimaksudkan untuk mengetahui berapa jarak terjauh pengiriman data yang dapat dilakukan. Sehingga kesalahan dalam menuntukan jarak antara *receiver* dan *transmitter* dapat dihindari.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan *Software*

4.1.1 Program User Interface menggunakan LabView



Gambar 4.1 Program LabView

Pada Gambar diatas merupakan program dari LabView. Berikut adalah penjelasan dari gambar diatas :

Program *user interface* terdiri dari dua blok, yaitu *while loop* dan *case structure*. *While loop* akan terus mengeksekusi setiap ikon yang berada dalam *frame while loop*. Sebelum memasuki *frame while loop* kita harus menginisialisasi *Visa Serial* untuk mengatur *baudrate* dan *Visa resource name* yang akan kita pakai untuk menghubungkan antara arduino dengan user interface ini. Jika data yang dikirim tidak ada maka akan diulang kembali untuk menginisialisasi *Visa Serial* dan *baudrate*. Jika data yang dikirim ada dan sesuai maka akan melanjutkan pada step berikutnya yaitu menghitung jumlah *byte* data yang dikirim dalam satu pengiriman data. Untuk mengetahui apakah data yang diterima telah sesuai dengan data yang dikirim maka dilakukan proses pembacaan data. Data yang telah terbaca kemudian dikonversi dalam bentuk numerik agar data yang terkirim dapat terbaca dalam program ini. Sebelum dikonversi dalam bentuk numerik data yang dibaca memiliki type data *string*.

Setelah dikonversi dan data terkirim, *software labview* ini akan menerima data sebenarnya yang kemudian dilakukan parsing data untuk memisahkan data antara sumbu x dan sumbu y. Data hasil parsing kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik dari sumbu x dan sumbu y agar dapat diketahui pergerakan hasil data tersebut. Di dalam program ini terdapat lampu indikator dimana lampu indikator akan menyala apabila sensor bergerak. Dari pergerakan data yang ditampilkan dalam display kemudian di export dalam bentuk Microsoft excel sehingga bisa mengetahui keseluruhan data dalam bentuk tabel agar mempermudah dalam pembacaan data. Fungsi *transpose* digunakan bila ingin mengubah bentuk array menjadi *vertikal* atau *horizontal*.

4.1.2 Sub Program Sensor MPU-6050

Pada sub bab ini akan membahas mengenai program sensor MPU-6050 mulai pengambilan data hingga menampilkan data hasil keluaran sumbu x dan sumbu y yang dihasilkan oleh pergeseran tanah. Berikut program yang digunakan dapat dilihat dibawah ini :

```

#include "I2Cdev.h"           //pustaka MPU6050 dan I2Cdev
#include "MPU6050.h"
#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
#include "Wire.h"
#else
MPU6050 accelgyro;
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
#define OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
#define LED_PIN 13
bool blinkState = false;
long data1[20];              //Variabel
long data2[20];
long adc,adc1,adc2;
long total1,total2,rerata1,rerata2;

void setup() {               //set up sensor MPU6050
  #if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
  Wire.begin();

  #elif I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_BUILTIN_FASTWIRE
  Fastwire::setup(400, true);

```

```

#endif

Serial.begin(38400);

Serial.println("Initializing I2C devices...");

accelgyro.initialize();

Serial.println("Testing device connections...");

Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection
successful" : "MPU6050 connection failed");

Serial.println("Updating internal sensor offsets...");

Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print("\n");
accelgyro.setXGyroOffset(220);
accelgyro.setYGyroOffset(76);
accelgyro.setZGyroOffset(-85);
Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -76
Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -2359
Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t"); // 1688
Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print("\n");

accelgyro.setFullScaleAccelRange(3);

// configure Arduino LED for

```

```

pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {          //program yang dieksekusi
for (int i=0,j=0; i<20,j<20; i++,j++){
accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
#ifdef OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
#endif
#ifdef OUTPUT_BINARY_ACCELGYRO      //Setup pustaka
Serial.write((uint8_t)(ax >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ax & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(ay >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ay & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(az >> 8)); Serial.write((uint8_t)(az & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gx >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gx & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gy >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gy & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gz >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gz & 0xFF));
#endif
blinkState = !blinkState;
digitalWrite(LED_PIN, blinkState);
adc=ax;          //variabel data x
adc1=ay;        //variabel sumbu y
data1[i]=adc;
data2[j]=adc1;
total1+=data1[i];      //jumlah data x
total2+=data2[j];     //jumlah data y
delay(50);
data1[i]=0;
data2[j]=0;
}

```

```
rerata1 =total1/20;           //menghitung rata-rata dari data x
                               dan data y

rerata2 =total2/20;

Serial.print(rerata1);

Serial.print("|");

Serial.println(rerata2);     //menampilkan data rata-rata x dan y

delay(100);

total1=0,total2=0;

rerata1=0,rerata2=0;        //kembali kondisi awal
}
```



Berdasarkan listing program bagian pembacaan diatas maka dapat diketahui bahwa mekanisme pembacaan sensor MPU6050 dimulai dengan pengalamatan pustaka I2Cdev.h dan MPU6050.h . Kemudian menginisialisasi sensor MPU5060 pada LED_PIN 13 pada board arduino dengan memasukkan variable yang ditentukan. Set up program sensor dengan mengambil data pada pustaka yang sudah di alamatkan. Dari pustaka tersebut didalamnya sudah terdapat rumus *accelerometer dan gyroscope* yang memudahkan kita dalam melakukan sampling tanpa harus memasukkan rumus secara manual.

Ketika alat dijalankan maka program akan mengeksekusi data yang keluarannya berupa adc yaitu sebagai sumbu x dan adc1 sebagai sumbu y. Dari keluaran tersebut di jumlah. Hasil jumlah dari keluaran sumbu x dan sumbu y akan dijumlah bersamaan lalu dirata-rata sehingga hasil dari data tersebut akan ditampilkan pada serial monitor secara vertikal sampai 20 data. Data akan mereset kembali dari nol setelah data selesai di program.

4.2 Analisis Data Dan Pembahasan

4.2.1 Pengujian Jarak Pengiriman

Jarak (m)	Pengiriman Data	Jarak (m)	Pengiriman Data
1	Berhasil	25	Berhasil
2	Berhasil	26	Berhasil
3	Berhasil	27	Berhasil
4	Berhasil	28	Berhasil
5	Berhasil	29	Berhasil
6	Berhasil	30	Berhasil
7	Berhasil	31	Berhasil
8	Berhasil	32	Berhasil
9	Berhasil	33	Berhasil
10	Berhasil	34	Berhasil
11	Berhasil	35	Berhasil
12	Berhasil	36	Berhasil
13	Berhasil	37	Berhasil
14	Berhasil	38	Berhasil
15	Berhasil	39	Berhasil
16	Berhasil	40	Berhasil
17	Berhasil	41	Berhasil
18	Berhasil	42	Berhasil
19	Berhasil	43	Berhasil
20	Berhasil	44	Berhasil
21	Berhasil	45	Berhasil
22	Berhasil	46	Tidak Berhasil
23	Berhasil	47	Tidak Berhasil
24	Berhasil	48	Tidak Berhasil
25	Berhasil	49	Tidak Berhasil
		50	Tidak Berhasil

Tabel 4.1 Pengujian Jarak Pengiriman Sensor

Tabel 4.1 merupakan table jarak pengiriman data. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa *wireless xbee pro* ini dapat melakukan pengiriman data sampai 45 meter. Pengambilan data ini dilakukan diruang terbuka atau tanpa halangan.

4.2.2 Pengujian Data *Transmitter-Receiver*

Untuk data *Transmitter-Receiver* dapat dilihat pada lampiran. Pada lampiran merupakan table kesesuaian pengiriman data *transmitter-receiver*. Dapat dilihat dari table bahwa data yang dikirim dan diterima menunjukkan kesesuaian, Ini menunjukkan pengiriman data tersebut berhasil.

4.2.3 Hasil Pengukuran Sensor MPU-6050

Pada bab ini Tahap pengujian alat terdiri dari pengujian seluruh sistem alat yang sudah dibuat yakni yang pertama uji sensor *accelerometer*. Tahap pengujian sensor *accelerometer* dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pergeseran tanah yang dibaca oleh sensor MPU6050. Proses uji coba dilakukan dengan menumpahkan material sirtu (pasir dan batu) menuju kotak penampung utama yang mempunyai lebar kotak penampung dari ujung ke ujung 52cm. Kotak sensor *accelerometer* di posisikan pada 25,5 cm dari lebar ujung kotak penampung sehingga posisinya tepat di tengah pada puncak pasir buatan yang menyerupai longsoran translasi. Posisi awal sensor 15 cm dari salah satu panjang

kotak penampung yang diukur menggunakan penggaris. Pasir buatan yang menyerupai longsoran translasi ini mempunyai kedalaman 35 cm dari puncak. Kedalaman papan untuk mendorong pasir agar menyerupai longsor 15 cm. Sirtu yang ditumpahkan akan selalu diberikan berat yang sama. Tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran saat alat bergeser ke depan, belakang, kanan, dan kiri.

No	Posisi Sudut Sensor	Nilai X	Nilai Y
1	90°	216	2006
2	90°	214	1997
3	90°	217	1998
4	90°	217	1999
5	90°	217	1999
6	90°	215	2001
7	90°	218	1997
8	90°	219	1998
9	90°	217	1996
10	90°	218	1997
Median		217	1998

Tabel 4.2 Nilai Keluaran Sensor Bergeser ke Depan

Pada table 4.2 diatas merupakan data keluaran sensor yang bergeser ke depan dan menghasilkan nilai sumbu x dan sumbu y seperti diatas. Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya 214 dan posisi terbesarnya 218, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 1996 dan posisi terbesarnya 2006. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu 217 dan median posisi sumbu y tersebut 1998. Pengambilan data diatas diambil berdasarkan derajat kemiringan

dengan nilai 90° mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Nilai X	Nilai Y
1	66	-66
2	64	-65
3	63	-66
4	62	-65
5	64	-65
6	64	-67
7	65	-68
8	64	-67
9	63	-67
10	64	-66
Median	64	-66

Tabel 4.3 Nilai Keluaran Sensor Saat Berdiri Tegak

Pada table 4.3 diatas merupakan keluaran sensor saat sensor berdiri tegak dan menghasilkan nilai sumbu x dan sumbu y seperti diatas. Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya 62 dan posisi terbesarnya 66, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya -68 dan posisi terbesarnya -65. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu 64 dan median posisi sumbu y tersebut -66. Pengambilan data diatas dengan keadaan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Posisi Sudut Sensor	Nilai X	Nilai Y
1	90°	-1951	184
2	90°	-1950	186
3	90°	-1949	184
4	90°	-1954	189
5	90°	-1950	185
6	90°	-1952	186
7	90°	-1952	189
8	90°	-1954	188
9	90°	-1949	188
10	90°	-1950	188
Median		-1950.5	187

Tabel 4.4 Nilai Keluaran Sensor Saat Bergeser ke kiri

Pada table 4.4 diatas merupakan keluaran sensor saat sensor bergeser ke kiri dan menghasilkan bernilai minus pada sumbu x dan bernilai positif pada sumbu y seperti diatas. Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya -1954 dan posisi terbesarnya -1949 , Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 184 dan posisi terbesarnya 189. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu -1950,5 dan median posisi sumbu y tersebut 187. Pengambilan data diatas diambil berdasarkan derajat kemiringan dengan nilai 90° mengarah ke kiri dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Pergeseran Sudut Sensor	Nilai X	Nilai Y
1	90°	2115	-133
2	90°	2113	-135
3	90°	2117	-139
4	90°	2114	-138
5	90°	2113	-136
6	90°	2114	-137
7	90°	2111	-136
8	90°	2116	-136
9	90°	2115	-137
10	90°	2113	-137
Median		2114	-136.5

Tabel 4.5 Nilai Keluaran Sensor Saat Bergeser ke kanan

Pada table 4.5 diatas merupakan keluaran sensor saat sensor bergeser ke kanan dan menghasilkan bernilai minus pada sumbu y dan bernilai positif pada sumbu x seperti diatas. Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya 2111 dan posisi terbesarnya 2117, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya -139 dan posisi terbesarnya -133. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu 2114 dan median posisi sumbu y tersebut -136,5. Pengambilan data diatas diambil berdasarkan derajat kemiringan dengan nilai 90° mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Posisi Jarak Sensor dari wadah	Nilai X	Nilai Y
1	15 cm	3	127
2	15 cm	8	124
3	15 cm	7	116
4	15 cm	8	123
5	15 cm	9	119
6	15 cm	6	124
7	15 cm	4	120
8	15 cm	3	122
9	15 cm	7	123
10	15 cm	6	123
Median		3	12.3

Tabel 4.6 Nilai Keluaran Sensor Saat Percobaan 1

Pada tabel 4.6 merupakan hasil percobaan nilai keluaran sensor pada percobaan 1 dimana Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya 3 dan posisi terbesarnya 9, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 116 dan posisi terbesarnya 127. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu 3 dan median posisi sumbu y tersebut 12,3. Pengambilan data diatas diambil antara kotak penampungan dengan posisi sensor menjauh 15 cm mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Posisi Jarak Sensor dari wadah	Nilai X	Nilai Y
1	23 cm	-53	319
2	23 cm	-55	320
3	23 cm	-52	319
4	23 cm	-54	320
5	23 cm	-54	322
6	23 cm	-53	318
7	23 cm	-56	319
8	23 cm	-54	319
9	23 cm	-58	321
10	23 cm	-57	322
Median		-54	319.5

Tabel 4.7 Nilai Keluaran Sensor Saat Percobaan 2

Pada tabel 4.7 merupakan hasil percobaan nilai keluaran sensor pada percobaan 2 dimana Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya -58 dan posisi terbesarnya -52, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 318 dan posisi terbesarnya 322. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu -54 dan median posisi sumbu y tersebut 319,5. Pengambilan data diatas diambil antara kotak penampungan dengan posisi sensor menjauh 23 cm mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Posisi Jarak Sensor dari wadah	Nilai X	Nilai Y
1	30 cm	-170	605
2	30 cm	-168	598
3	30 cm	-172	599
4	30 cm	-172	608
5	30 cm	-167	597
6	30 cm	-172	602
7	30 cm	-174	607
8	30 cm	-170	601
9	30 cm	-173	608
10	30 cm	-169	600
Median		-171	601.5

Tabel 4.8 Nilai Keluaran Sensor Saat Percobaan 3

Pada tabel 4.8 merupakan hasil percobaan nilai keluaran sensor pada percobaan 3 dimana Pada nilai sumbu x posisi terkecilnya -174 dan posisi terbesarnya -167, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 597 dan posisi terbesarnya 608. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu -171 dan median posisi sumbu y tersebut 601,5. Pengambilan data diatas diambil antara kotak penampungan dengan posisi sensor menjauh 40 cm mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

No	Posisi Jarak Sensor dari wadah	Nilai X	Nilai Y
1	40 cm	-445	1197
2	40 cm	-448	1202
3	40 cm	-453	1201
4	40 cm	-441	1199
5	40 cm	-450	1202
6	40 cm	-448	1202
7	40 cm	-448	1199
8	40 cm	-446	1205
9	40 cm	-449	1198
10	40 cm	-448	1198
Median		-448	1200

Tabel 4.9 Nilai Keluaran Sensor Saat Percobaan 4

Pada tabel 4.9 merupakan hasil percobaan nilai keluaran sensor pada percobaan 4 dimana pada nilai sumbu x posisi terkecilnya -453 dan posisi terbesarnya -441, Sedangkan pada nilai sumbu y posisi terkecilnya 1197 dan posisi terbesarnya 1205. Dari data diatas kemudian diambil median posisi sumbu x yaitu -448 dan median posisi sumbu y tersebut 1200. Pengambilan data diatas diambil antara kotak penampungan dengan posisi sensor menjauh 40 cm mengarah ke depan dan posisi tiang kotak sensor berada 14cm di dalam tanah.

Percobaan 4 merupakan percobaan terakhir yang bias dibaca dikarenakan pada percobaan selanjutnya yaitu percobaan selanjutnya posisi sensor sudah dalam jatuh pada tanah atau sudah sejajar dengan tanah.

4.2.4 Presentase Keberhasilan dan Tidak Keberhasilan Sensor

Untuk data Presentase Keberhasilan dan Tidak Keberhasilan Sensor dapat dilihat pada lampiran. Pada lampiran merupakan tabel Presentase Keberhasilan dan Tidak Keberhasilan Sensor. Dapat dilihat dari tabel bahwa Presentase Keberhasilan sensor sebesar 100% dan Tidak Keberhasilan Sensor mencapai 93,3% . Data tersebut dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$\text{Presentase Keberhasilan Eksperimen Tanah Bergeser} = \frac{N \text{ Berhasil}}{N \text{ Percobaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{30} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Presentase Keberhasilan Eksperimen Tanah Tidak Bergeser} = \frac{N \text{ Berhasil}}{N \text{ Percobaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{28}{30} \times 100\%$$

$$= 93,3\%$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari kegiatan pengujian Tugas Akhir dengan judul Sistem Peringatan Dini Terhadap Potensi Tanah Longsor Secara Wireless Berbasis Mikrokontroler yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor bekerja dengan baik ketika sensor bergerak maju ke depan, samping kanan, dan samping kiri dimana hasil yang dikeluarkan oleh sensor yaitu berupa sumbu x dan sumbu y.
2. Kami dapat mengetahui sensor sedang bekerja apakah itu bergerak maju, samping kanan maupun samping kiri melalui lampu indikator yang ada pada labview karena lampu indikator tersebut merupakan informasi data yang sudah diperoleh oleh sensor tersebut.
3. Dengan besar daya total yang dihasilkan oleh sistem sebesar 0,376405 A, baterai li-ion 2200 mAh mampu mensuplai kebutuhan daya selama 3,9 jam

5.2 Saran

Penulis mengharapkan agar kedepannya alat ini bisa dikembangkan sehingga lebih baik lagi dalam hal pergeseran tanah. Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam pengukuran sensor MPU6050 diharapkan dapat memperbaiki mekanisme pengukuran agar didapatkan pembacaan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam implementasinya menggunakan baterai yang memiliki kapasitas 2200mAh, dapat ditingkatkan lagi pada kapasitas baterai yang lebih besar. Sehingga lama waktu pemakaian dapat berlangsung lebih lama.
3. Proses pemilihan sensor perlu dipertimbangkan, karena nilai keluaran sensor terbilang banyak terdapat bias, namun memiliki konsumsi daya yang rendah sebesar 0,02 watt.

DAFTAR PUSTAKA

Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan LabVIEW*. Jakarta:PT Elex Media Komputindo.

Azikin, Busthan. 2013. *Identifikasi Lokasi Potensi Tanah Longsor di Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan*. www.journal.unhas.ac.id. Diunduh pada 28 November 2015 pukul 23.46 WIB.

“BNPB: Kurun 10 Tahun, Longsor Tewaskan 1.815 Orang”. www.liputan6.com. Diunduh pada tanggal 6 Desember 2015 pukul 21.12 WIB.

Halim. 2010. *Aplikasi Sensor Akselerometer Untuk Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjamada.

Karnawati, D. 2005., *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah Di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*, Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjahmada, Yogyakarta.

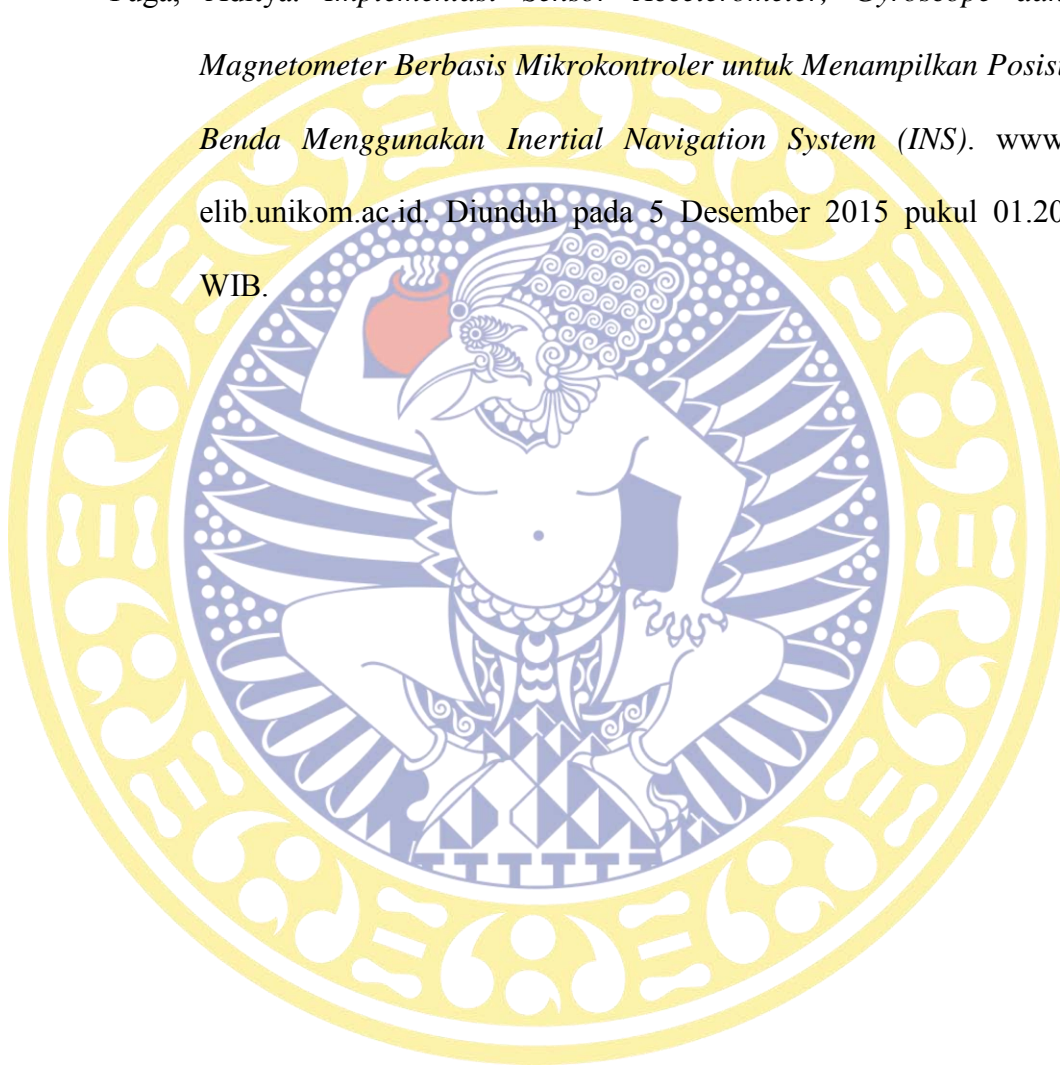
Ma'ruf, Azalia. *Penampil Data pada Komputer Melalui Nirkabel*. <http://belajarduino.blogspot.co.id/2014/01/penampil-data-pada-komputer-melalui.html>. Diunduh pada tanggal 6 Desember 2015 pukul 14.00 WIB.

Maulana, Teguh. *Pengertian, jenis, akibat tanah longsor*. <http://teguhmaulana8.blogspot.co.id/2012/04/pengertain-longsor->

[danjenis-jenis.html](#). Diunduh pada tanggal 6 Desember 2015 pukul 14.20 WIB

“Waspada Banjir dan Tanah Longsor”. [www.balipost.com](#). Diunduh pada tanggal 2 Desember 2015 pukul 19.38 WIB.

Yuga, Aditya. *Implementasi Sensor Accelerometer, Gyroscope dan Magnetometer Berbasis Mikrokontroler untuk Menampilkan Posisi Benda Menggunakan Inertial Navigation System (INS)*. [www.elib.unikom.ac.id](#). Diunduh pada 5 Desember 2015 pukul 01.20 WIB.



LAMPIRAN

1. SubProgram Arduino

```

#include "I2Cdev.h"           //pustaka MPU6050 dan I2Cdev
#include "MPU6050.h"
#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
#include "Wire.h"
#endif
MPU6050 accelgyro;
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
#define OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
#define LED_PIN 13
bool blinkState = false;
long data1[20];             //Variabel
long data2[20];
long adc,adc1,adc2;
long total1,total2,rerata1,rerata2;
void setup() {             //set up sensor MPU6050
  #if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
  Wire.begin();
  #elif I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_BUILTIN_FASTWIRE
  Fastwire::setup(400, true);
  #endif
  Serial.begin(38400);

```



```

Serial.println("Initializing I2C devices...");
accelgyro.initialize();
Serial.println("Testing device connections...");
Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection successful" :
"MPU6050 connection failed");
Serial.println("Updating internal sensor offsets...");
Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t");
Serial.print("\n");
accelgyro.setXGyroOffset(220);
accelgyro.setYGyroOffset(76);
accelgyro.setZGyroOffset(-85);
Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -76
Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -2359
Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t"); // 1688
Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print("\n");
accelgyro.setFullScaleAccelRange(3);

// configure Arduino LED for
pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

```

```

void loop() {                                     //program yang dieksekusi
for (int i=0,j=0; i<20,j<20; i++,j++){
accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
#ifdef OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
#endif

#ifdef OUTPUT_BINARY_ACCELGYRO                 //Setup pustaka
Serial.write((uint8_t)(ax >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ax & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(ay >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ay & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(az >> 8)); Serial.write((uint8_t)(az & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gx >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gx & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gy >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gy & 0xFF));
Serial.write((uint8_t)(gz >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gz & 0xFF));
#endif

blinkState = !blinkState;
digitalWrite(LED_PIN, blinkState);
adc=ax;                                         //variabel data x
adc1=ay;                                       //variabel sumbu y
data1[i]=adc;
data2[j]=adc1;
total1+=data1[i];                             //jumlah data x
total2+=data2[j];                             //jumlah data y
delay(50);
data1[i]=0;
data2[j]=0;
}

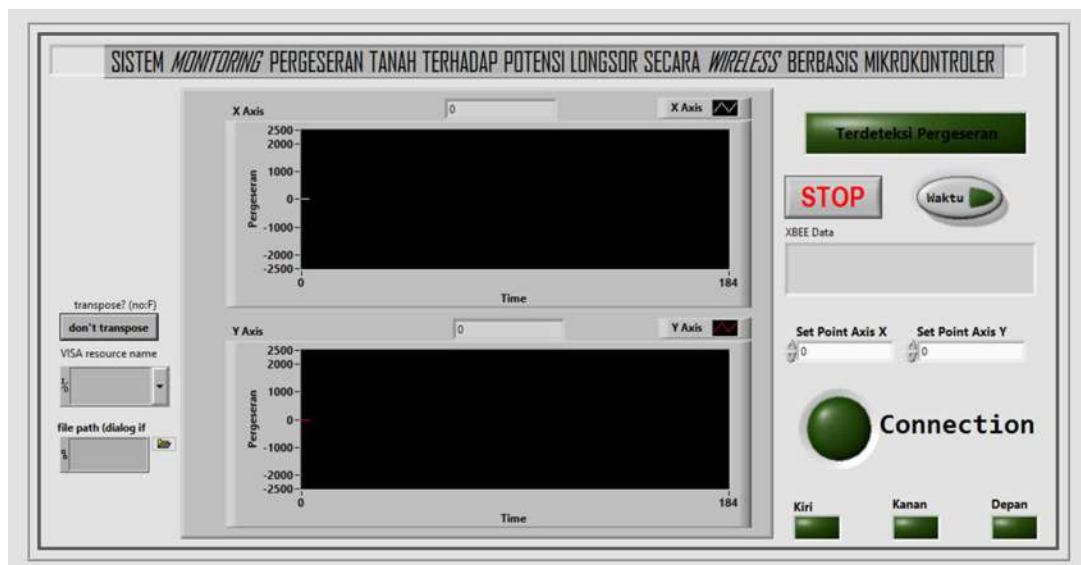
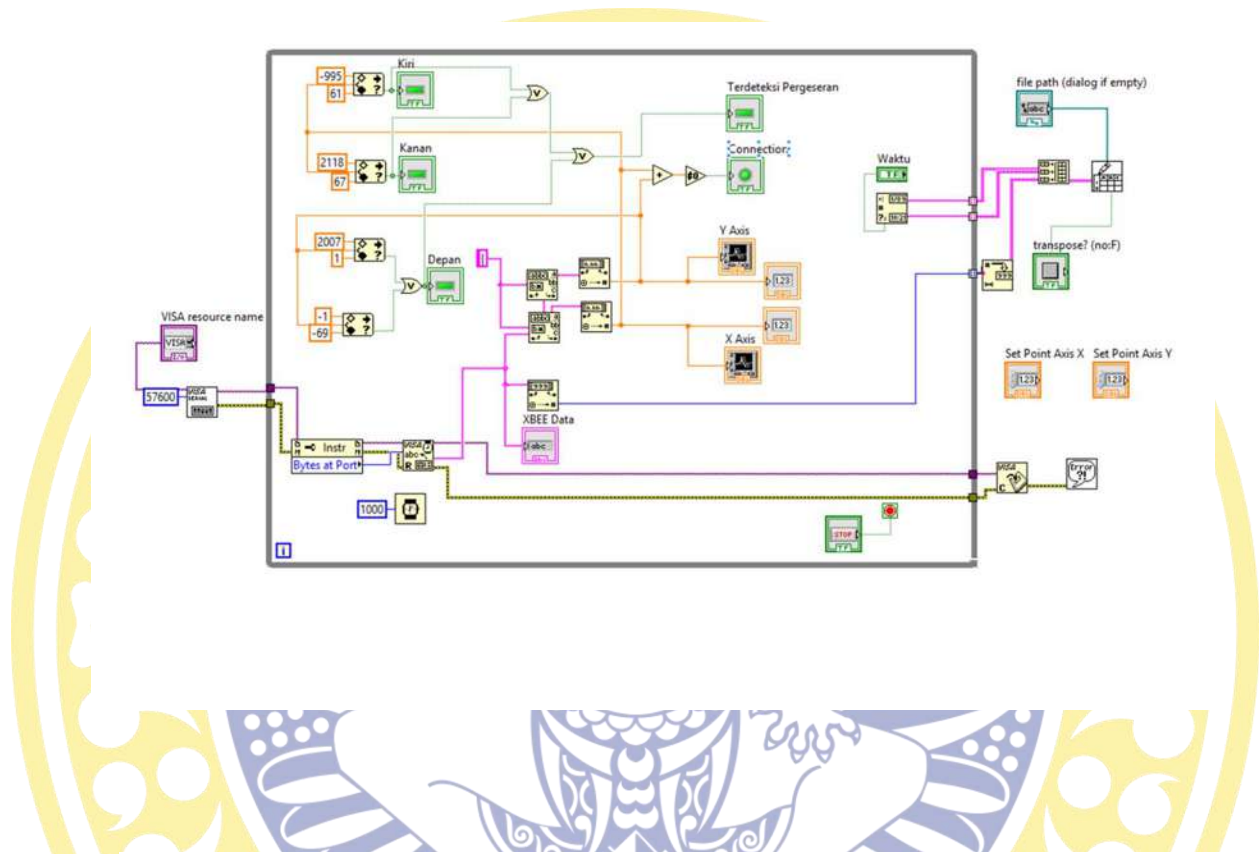
rerata1 =total1/20;                            //menghitung rata-rata dari data x dan data y
rerata2 =total2/20;

```

```
Serial.print(rerata1);  
Serial.print("|");  
Serial.println(rerata2);    //menampilkan data rata-rata x dan y  
delay(100);  
total1=0,total2=0;  
rerata1=0,rerata2=0;    //kembali kondisi awal  
}
```

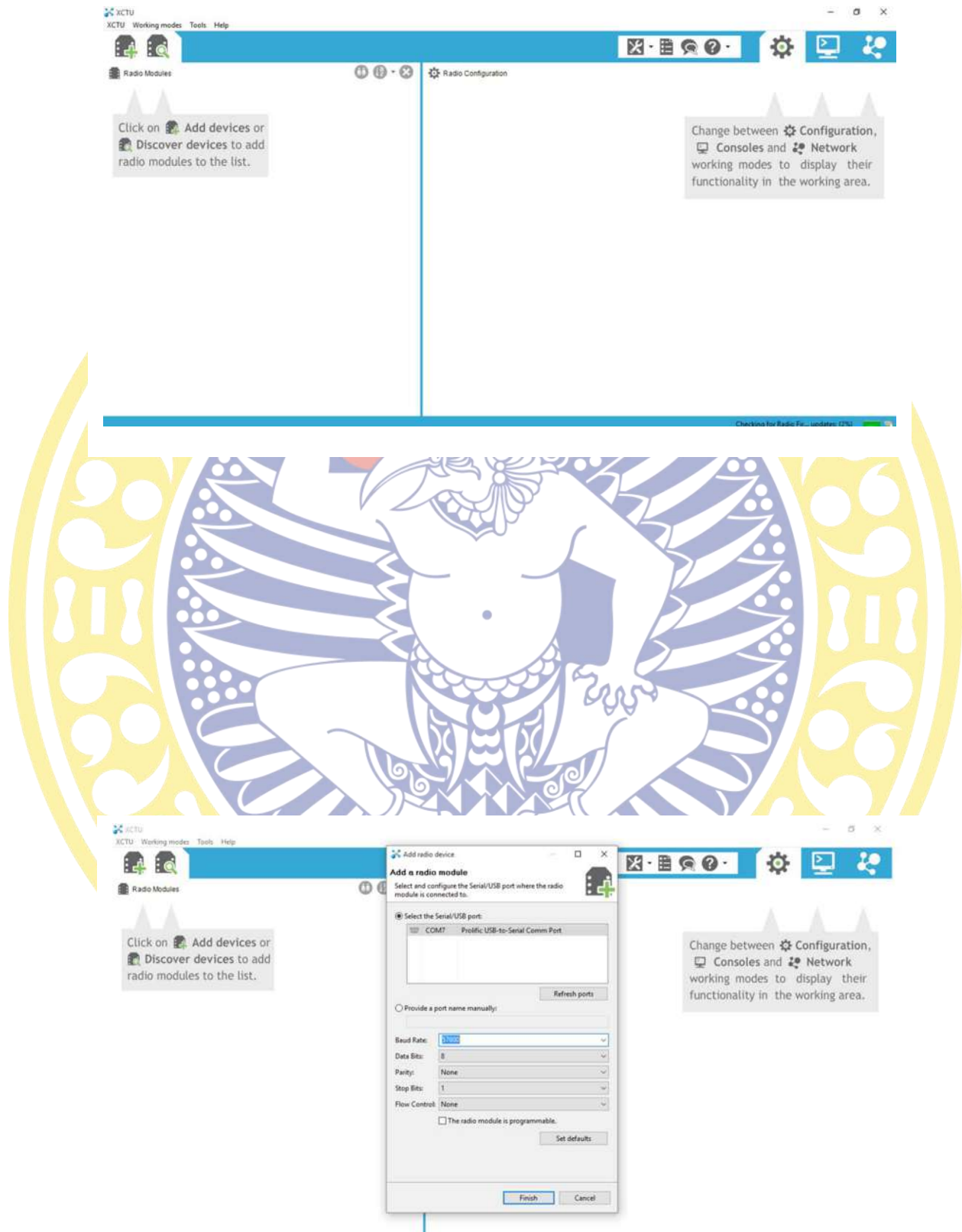


2. Tampilan Front Panel dan Skematik LabView



3. Inisialisasi XCTU





4. Tabel Kesesuaian

Xbee Transmitter		Xbee Receiver		Kesesuaian
nilai desimal	nilai biner	nilai desimal	nilai biner	
33	100001	33	100001	Sesuai
34	100010	34	100010	Sesuai
35	100011	35	100011	Sesuai
36	100100	36	100100	Sesuai
37	100101	37	100101	sesuai
38	100110	38	100110	sesuai
39	100111	39	100111	sesuai
40	101000	40	101000	sesuai
41	101001	41	101001	sesuai
42	101010	42	101010	sesuai
43	101011	43	101011	sesuai
44	101100	44	101100	sesuai
45	101101	45	101101	sesuai

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

46	101110	46	101110	sesuai
47	101111	47	101111	sesuai
48	110000	48	110000	sesuai
49	110001	49	110001	sesuai
50	110010	50	110010	sesuai
51	110011	51	110011	sesuai
52	110100	52	110100	sesuai
53	110101	53	110101	sesuai
54	110110	54	110110	sesuai
55	110111	55	110111	sesuai
56	111000	56	111000	sesuai
57	111001	57	111001	sesuai
58	111010	58	111010	sesuai
59	111011	59	111011	sesuai
60	111100	60	111100	sesuai
61	111101	61	111101	sesuai

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

62	111110	62	111110	sesuai
63	111111	63	111111	sesuai
64	1000000	64	1000000	sesuai
65	1000001	65	1000001	sesuai
66	1000010	66	1000010	sesuai
67	1000011	67	1000011	sesuai

Xbee Transmitter		Xbee Receiver		kesesuaian
nilai desimal	nilai biner	nilai desimal	nilai biner	
68	1000100	68	1000100	sesuai
69	1000101	69	1000101	sesuai
70	1000110	70	1000110	sesuai
71	1000111	71	1000111	sesuai
72	1001000	72	1001000	sesuai
73	1001001	73	1001001	sesuai

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

74	1001010	74	1001010	sesuai
75	1001011	75	1001011	sesuai
76	1001100	76	1001100	sesuai
77	1001101	77	1001101	sesuai
78	1001110	78	1001110	sesuai
79	1001111	79	1001111	sesuai
80	1010000	80	1010000	sesuai
81	1010001	81	1010001	sesuai
82	1010010	82	1010010	sesuai
83	1010011	83	1010011	sesuai
84	1010100	84	1010100	sesuai
85	1010101	85	1010101	sesuai
86	1010110	86	1010110	sesuai
87	1010111	87	1010111	sesuai
88	1011000	88	1011000	sesuai
89	1011001	89	1011001	sesuai

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

90	1011010	90	1011010	sesuai
91	1011011	91	1011011	sesuai
92	1011100	92	1011100	sesuai
93	1011101	93	1011101	sesuai
94	1011110	94	1011110	sesuai
95	1011111	95	1011111	sesuai
96	1100000	96	1100000	sesuai
97	1100001	97	1100001	sesuai
98	1100010	98	1100010	sesuai
99	1100011	99	1100011	sesuai
100	1100100	100	1100100	sesuai
101	1100101	101	1100101	sesuai
102	1100110	102	1100110	sesuai

5. Kondisi Pergeseran Tanah

No	Kondisi Eksperimen Pergeseran Tanah	Indikator	Kebenaran
1	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
2	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
3	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
4	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
5	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
6	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
7	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
8	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
9	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
10	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
11	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
12	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
13	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
14	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
15	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
16	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
17	Tanah Bergeser	Menyala	Benar

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

18	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
19	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
20	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
21	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
22	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
23	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
24	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
25	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
26	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
27	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
28	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
29	Tanah Bergeser	Menyala	Benar
30	Tanah Bergeser	Menyala	Benar