

**“Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer*
Short-Priode Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis *Software*
Builder LabView”**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Ribka Uli
3225122049

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

*This is my story, this is my song,
Praising my Saivor all the day long~*

“Aku menjawab jika engkau makan atau jika engkau minum, atau jika engkau melakukan sesuatu yang lain, lakukanlah semuanya itu untuk kemuliaan Allah.”





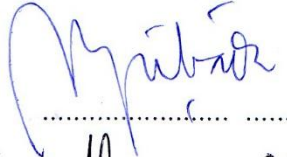
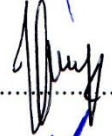
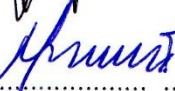
1 Korintus 10:31

Terimakasih untuk-Mu Tuhan Yesus dan orang tuaku terkasih, atas setiap cita dan cinta yang kalian berikan tiada henti selama ini. Aku mencintai kalian.

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer Short-Priode* Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis *Software Builder LabView*

Nama : Ribka Uli
No. Reg : 3225122049

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		8/8 2016
Dekan : Prof. Dr. Suyono, M.Si NIP. 19671218 199303 1 005		
Wakil Penanggung Jawab		8/8 2016
Pembantu Dekan I : Dr. Muktiningsih, M.Si NIP. 19640511 198903 2 001		
Ketua : Dr. Anggara Budi Susila, M.Si NIP. 19601001 199203 1 001		3/8 2016
Sekretaris : Riser Fahdiran, M.Si NIP. 19830717 200912 1 008		1/8 2016
Anggota Pembimbing I : Dr. Mutia Delina, M.Si NIP. 19801119 200801 2 007		1/8 2016
Pembimbing II : Benyamin Heryanto R, M.Si NIP. 19820417 200604 1 002		3/8 2016
Penguji Ahli : Dr. Bambang Heru Iswanto, M.Si NIP. 19680401 199403 1 002		3/8 2016

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 27 Juli 2016

ABSTRAK

Ribka Uli, Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer Short-Periode* Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis *Software Builder* LabView. Skripsi. Jakarta: Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, 2016.

Keakuratan seismometer diakui bila nilai sensitivitasnya terselurus ke satuan internasional ataupun nasional, yaitu dengan menjalani kalibrasi. Adapun dalam penelitian ini kalibrasi dilakukan dengan meja getar volna. Dalam mengkalibrasi seismometer tersebut dibutuhkan *software* akuisisi dan analisa kalibrasi. Karena program akuisisi dan analisa kalibrasi yang ada saat ini seringkali menghadapi kendala dalam penyesuaian antara kalibrator dengan seismometer, maka peneliti membuat program akuisisi dan analisa kalibrasi dengan berbasis *software builder* LabVIEW. Hasil kalibrasi yang diperoleh program buatan tersebut pada frekuensi 0,8Hz, 1Hz, 2Hz, dan 5Hz memiliki rata-rata selisih yang cukup kecil ketika dibandingkan dengan nilai sensitivitas seismometer yang telah terselurus sebelumnya yaitu sekitar 0,8 sampai 13%. Signal keluaran yang dihasilkan program buatan ini juga lebih *smooth* ketika dibandingkan dengan program terdahulu yang sudah ada. Hal ini membuktikan bahwa program akuisisi dan analisa kalibrasi berbasis *software builder* LabView ini sudah cukup tepat dan akurat untuk digunakan dalam mengkalibrasi seismometer pada meja getar volna.

Kata kunci: kalibrasi seismometer, seismometer *short-periode*, meja getar volna, LabVIEW

ABSTRACT

Ribka Uli , Development Software Acquisition and Analysis of calibration seismometer Short - period Using Shakes Volna Desk -Based Software Builder LabView .

Essay. Jakarta : Prodi Physics , Faculty of Mathematics and Natural Sciences , State University of Jakarta , in 2016 .

The accuracy of the seismometer is recognized when the value of the sensitivity banisters to national or international units, namely by undergoing calibration. As in this study calibration is done by vibrating table Volna. In the seismometer calibrate the required software calibration acquisition and analysis. Because the program acquisition and analysis of existing calibration often face constraints in adjusting the calibrator with a seismometer, the researchers made a program acquisition and analysis software-based calibration with LabVIEW builder. Calibration results obtained by these artificial programs on 0,8Hz frequency, 1Hz, 2Hz and 5Hz had an average difference is quite small when compared to the value of the sensitivity seismometers have previously banisters which is about 0.8 to 13%. Signal output generated artificial program is also more smooth when compared to the previous program that already exists. This proves that the program acquisition and analysis software-based calibration LabView builder is precise and accurate enough to use in calibrating seismometer on a vibrating table Volna.

Keywords: seismometer calibration, short-period seismometers, vibrating table Volna, LabVIEW

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih karunia dan penyertaan-Nya yang setia, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer Short-Priode Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis Software Builder LabView*”** ini dengan baik. Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak proses pembelajaran yang penulis alami baik tentang materi skripsi maupun penyertaan Tuhan yang luar biasa dalam tantangan yang dihadapi.

Adapun penyusunan skripsi ini tidak lepas dari peran pihak-pihak yang turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis berterimakasih kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan motivasi, arahan, semangat dan dukungan baik dalam segi moral dan materi yang diberikan tiap hari.
2. Dr. Mutia Delina, M.Si selaku dosen Pembimbing I dari Prodi Fisika atas dukungan, saran dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan skripsi.
3. Benyamin Heryanto R, M.Si selaku dosen Pembimbing II dari BMKG yang dengan sabar membimbing, membantu dan memberikan banyak ilmu, masukan serta waktunya dalam melakukan penelitian ini.
4. Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si selaku ketua program studi Fisika FMIPA UNJ atas kepemimpinannya selama proses perkuliahan berlangsung.
5. Seluruh dosen jurusan Fisika yang telah memberikan kuliah, ilmu, berbagai pengalaman dan nasihat selama proses perkuliahan berlangsung.

6. Dian Distriati Burhanuddin, ST selaku Kepala Sub Bidang Kalibrasi Peralatan Geofisika BMKG atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian di Laboratorium kalibrasi Geofisika dari bulan Maret sampai Mei 2016.
7. Mba Ami yang dengan sabarnya menunggu, membimbing, dan membantu melakukan penelitian di Laboratorium kalibrasi Geofisika ketika Pak Beny berhalangan hadir karena dinas diluar kota.
8. Mr. Vadim atas masukan, saran dan waktunya yang telah memberikan arahan-arahan dalam kesulitan yang dialami penulis lewat email dengan respon cepat.
9. Sahabat-sahabatku dari grup BIRSV (Budi, Indra, Susan dan Vina) yang setia hadir memberikan bantuan, saran, motivasi, dukungan, dan semangat.
10. Mei, Mauli, Ka Fenov dan teman KTB lainnya atas dukungan, dan semangat yang diberikan sangat menguatkan penulis dalam melakukan penelitian.
11. Ibeth dan pengurus PMKJ Pusat lainnya yang terus mendukung dan memberikan semangat.
12. Nurul Mahilda, Fatiyah Eliza, dan teman-teman Fisika 2012 untuk waktu kebersamaan selama 4 tahun perkuliahan, bantuan serta semangat yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu, dengan rasa terimakasih, penulis menerima kritik dan saran untuk membangun kreatifitas penulis menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Jakarta, Juli 2016

Ribka Uli

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Kalibrasi	4
2.2 Seismometer	7
2.3 Meja Getar Volna	9
2.4 LabView	13
2.5 Digitizer	15
2.6 <i>Power Supply</i> GW Instek APS-1102A	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan	18
3.4 Rangkaian Alat Penelitian	19
3.4.1 Skema Alat	19
3.4.2 Alur Penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pembahasan Pembuatan <i>Software</i> Akuisisi	21
4.2 Hasil Kalibrasi Pada <i>Software</i> Analisa Kalibrasi	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32

5.2	Saran	32
	DAFTAR PUSTAKA	33
	LAMPIRAN	35
	SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	40
	RIWAYAT HIDUP	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip kerja seismometer.....	7
Gambar 2.2	Seismometer TDV-23S Taide.....	8
Gambar 2.3	Meja getar volna.....	10
Gambar 2.4	Panel Unit Kontrol. (1) Switch power (2) Konektor elektromagnet di belakang (3) Konektor untuk pengukuran sensor displacement di belakang (4) Jack keluaran meter voltase (5) Indeks amplitudo (6) Indikator poin keluaran meter (6) Tombol untuk merubah indeks polaritas (7) Depresi sinyal generator (8) Handle penyeimbang elektronik pointer nol dengan ± 50 mikrometer (9) Kontrol waktu untuk indikasi amplitude pada polaritas yang sama (10) Switch pengatur pointer (11) Konektor keluaran tegangan amplifier untuk menyuplai elektromagnet.....	11
Gambar 2.5	Bagian sisi platform yang digunakan saat proses kalibrasi.....	11
Gambar 2.6	Contoh pemograman dalam LabView.....	14
Gambar 2.7	Digitizer – USB 6211.....	15
Gambar 2.8	Power Supply GW Instek APS-1102A.....	16
Gambar 3.1	Skema Alat.....	19
Gambar 3.2	Diagram Alur Penelitian.....	19
Gambar 4.1	Block diagram dasar untuk membaca data serial pada LabView	22
Gambar 4.2	Block diagram software akuisisi pada LabView.....	22
Gambar 4.3	Fungsi dari format into file dan concatenate strings pada LabView..	22
Gambar 4.4	Fungsi dari DAQ Assistant pada LabView.....	23
Gambar 4.5	Tampilan Front Panel software Akuisisi pada LabView.....	23
Gambar 4.6	Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 0,8 Hz pada software Akuisisi.....	24
Gambar 4.7	Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 1 Hz pada software Akuisisi.....	24
Gambar 4.8	Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 2 Hz pada software Akuisisi.....	25
Gambar 4.9	Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 5 Hz pada software Akuisisi.....	25
Gambar4.10	Alur pikir software analisa kalibrasi.....	26
Gambar4.11	Fungsi dari peak detection pada LabView.....	27
Gambar4.12	Block diagram software analisa kalibrasi pada LabView.....	27
Gambar4.13	Tampilan front panel software akuisisi pada LabView.....	28
Gambar4.14	Analisa data kalibrasi di frekuensi 0,8 Hz pada software analisa.....	28

Gambar4.15	Analisa data kalibrasi di frekuensi 1 Hz pada software analisa.....	29
Gambar4.16	Analisa data kalibrasi di frekuensi 2 Hz pada software analisa.....	29
Gambar4.17	Analisa data kalibrasi di frekuensi 5 Hz pada software analisa.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik seismometer TDV-23S Taide.....	8
Tabel 2. 2 Nilai sensitivitas awal seismometer yang terselusur.....	9
Tabel 2. 3 Karakteristik meja getar volna	10
Tabel 2. 4 Rentang input resolusi USB 6211	15
Tabel 2. 5 Karakteristik power supply GW Instek APS-1102A	17
Tabel 4. 1 Pengolahan data analisa kalibrasi dengan program LabView.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Block diagram software</i> Akuisisi pada LabView	35
Lampiran 2. <i>Block diagram software</i> Analisa Kalibrasi pada LabView	36
Lampiran 3. Sertifikat Seismometer dari NIM di Cina	37
Lampiran 4. Suasana penelitian	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bumi secara fisik terus mengalami dinamika perubahan karena adanya peristiwa alam, salah satunya pergeseran pada permukaan tanah atau dapat disebut gempa bumi. Berdasarkan penyebabnya, gempa terjadi karena adanya pergeseran lempeng. Oleh sebab itu tak heran sebagai daerah yang dilalui oleh 3 lempeng, yaitu lempeng Australia, Philipina, dan Eurasia, Indonesia termasuk daerah yang memiliki resiko bencana gempa bumi tektonik yang tinggi [1].

Mengetahui hal ini, maka diperlukannya informasi mengenai gempa yang kemungkinan akan terjadi guna menghindari gempa tersebut. Informasi mengenai gempa dapat diukur dengan seismometer. Untuk memberikan jaminan data yang cepat, tepat dan akurat kepada masyarakat, melalui UU 31 pasal 48 pemerintah menyatakan bahwa setiap peralatan pengamatan yang dioperasikan di stasiun pengamatan wajib layak operasi [2]. Kelayakan operasi tersebut terjamin dengan dilaksanakannya kegiatan kalibrasi peralatan secara berkala.

Dalam mengkalibrasi seismometer ada berbagai teknik kalibrasi yang dapat digunakan yaitu kalibrasi relatif dan kalibrasi absolut [3]. Setiap teknik kalibrasi tersebut memiliki cara dan keunggulannya tersendiri. Dalam penelitian ini, penulis melakukan kalibrasi seismometer dengan kalibrasi absolut yang menggunakan meja getar volna. Hal ini dikarenakan dengan kalibrasi menggunakan meja getar volna maka frekuensi getaran dapat didefinisikan serta getarannya dapat ditentukan arah gerakannya baik secara vertikal maupun horizontal, sehingga nilai keakuratan seismometer dapat diketahui disetiap test point frekuensi.

Dalam mengkalibrasi seismometer tersebut dibutuhkan *software* akuisisi untuk mengambil, mengumpulkan, dan menyiapkan data, sehingga perangkat lunak memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki serta *software* analisa untuk menganalisa hasil perhitungan dan pengambilan data yang diperoleh. Saat ini Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) selaku salah satu instansi yang mempunyai tugas pokok dan fungsi untuk mengkalibrasi seismometer, dalam pelaksanaannya seringkali menghadapi kendala dalam penyesuaian antara kalibrator dan peralatan yang akan dikalibrasi terutama dalam masalah *software* akuisisi dan *software* analisa untuk memperoleh data hasil kalibrasi.

Mengetahui kondisi ini, maka penulis melakukan penelitian pada meja getar volna salah satu kalibrator sismometer yang dimiliki BMKG dengan membuat program akuisisi dan analisa kalibrasi berbasis *software builder* LabView. Pemilihan penggunaan *software builder* LabView dikarenakan LabView menggunakan bahasa pemrograman yang berbasis grafis atau blok diagram serta menggunakan berbagai macam ikon untuk mempresentasikan suatu instruksi. Jika bahasa pemrograman *basis text* mengeksekusi instruksi sesuai dengan urutan yang ditulis, LabView menggunakan metode *dataflow programming*, dimana alur data melalui berbagai ikon akan menentukan urutan eksekusi dari setiap instruksi.

Penulis, akan melihat keakuratan hasil program akuisisi dan analisa kalibrasi yang dibuat pada data kalibrasi seismometer yang diperoleh dengan sertifikasi nilai terselurus seismometer sebelumnya serta mengetahui hasil perhitungan sensitivitas seismometer yang dikalibrasi. Adapun dalam penelitian ini, penulis akan mengkalibrasi seismometer TDV-23S Taide.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan maka dapat diidentifikasi permasalahannya sebagai berikut :

- 1) Apakah program inovasi LabView yang dibuat sudah akurat dan terpercaya jika hasil yang diperolehnya dibandingkan dengan sertifikasi nilai terseluruh seismometer sebelumnya?
- 2) Berapa nilai sensitivitas seismometer TDV-23S Taide yang dikalibrasi?

1.3 Pembatasan Masalah

Dari identifikasi masalah diatas, penulis membatasi masalah pada kegiatan pembuatan *software* akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer berbasis LabView.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai topik skripsi di bidang peminatan yang diambil (Instrumentasi dan Komputasi) yaitu :

- 1) Menghasilkan program akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer yang akurat, dan terpercaya pada hasil data kalibrasi yang diperolehnya.
- 2) Melengkapi syarat kelulusan sebagai Mahasiswa di Universitas Negeri Jakarta.

1.5 Manfaat Penulisan

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk :

- 1) Penulis mampu membuat pengganti *software* akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer pada meja getar volna berbasis LabView.
- 2) Pembaca dapat mengembangkan metode akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer dengan akurasi lebih tinggi dan efektif.
- 3) Dapat dijadikan sebagai bahan ajar dan diskusi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kalibrasi

Pengertian kalibrasi menurut *International Organization for Standardization (ISO)* atau *International Electrotechnical Commission (IEC) Guide 17025:2005* dan *Vocabulary of International Metrology (VIM)* adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur yang dipakai dengan nilai alat ukur yang sudah diketahui kebenaran besaran ukurnya [4]. Dengan kata lain kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang telah tertelusur (*traceable*) ke Standar Nasional (SN) atau Standar Internasional (SI) [5]. Kalibrasi juga pada umumnya merupakan proses untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran agar sesuai dengan besaran dari standar yang digunakan dalam akurasi tertentu.

Tujuan kalibrasi adalah untuk mencapai ketelusuran pengukuran. Hasil pengukuran dapat dikaitkan atau ditelusur sampai ke standar yang lebih tinggi atau teliti (standar primer nasional dan atau internasional) melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus. Dan hasil kalibrasi tersebut harus disertai pernyataan "*traceable uncertainty*" untuk meningkatkan tingkat kepercayaan yang dievaluasi dengan seksama melalui analisis ketidakpastian [5]. Sedangkan manfaat kalibrasi adalah :

- 1) Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki

- 2) Mengetahui seberapa jauh perbedaan atau penyimpangan antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur.

Dalam proses kalibrasi terdapat elemen-elemen penting. Elemen-elemen dalam proses kalibrasi yang dibutuhkan tersebut adalah [5] :

- 1) Obyek alat ukur atau *Unit Under Test* (UUT).
- 2) Standar ukur atau alat standar kalibrasi, Prosedur atau Metode Standar yang mengacu ke standar kalibrasi internasional atau prosedur yang dikembangkan sendiri oleh laboratorium yang sudah teruji atau diverifikasi.
- 3) Operator atau teknisi yang dipersyaratkan mempunyai kemampuan teknis kalibrasi atau bersertifikat.
- 4) Lingkungan yang dikondisikan dengan suhu dan kelembaban yang selalu dikontrol, gangguan faktor lingkungan luar selalu diminimalkan dan sumber ketidakpastian pengukuran.

Dalam kalibrasi dibutuhkan berbagai hasil pengukuran sebagai nilai pembandingan dari kedua alat. Hasil kalibrasi yang dicari adalah sebagai berikut [5]:

- 1) Nilai obyek ukur.
- 2) Nilai koreksi atau penyimpangan.
- 3) Nilai ketidakpastian pengukuran atau besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran, dievaluasi setelah ada hasil pekerjaan yang diukur dan analisis ketidakpastian yang benar dengan memperhitungkan semua sumber ketidakpastian yang ada di dalam metode perbandingan yang digunakan serta besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran.
- 4) Sifat metrologi lain seperti faktor kalibrasi, kurva kalibrasi.

Kegiatan kalibrasi tidak dapat dilakukan secara sembarangan, ada aturan-aturan yang harus dipenuhi. Persyaratan kalibrasi yang harus dipenuhi, ialah [5] :

- 1) Standar acuan yang mampu tertelusur ke SN atau SI
- 2) Metoda kalibrasi yang diakui secara Nasional atau Internasional
- 3) Personil kalibrasi yang terlatih
- 4) Laboratorium yang terakreditasi
- 5) Ruanganatautempat kalibrasi yang terkondisi seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, aliran udara, dan kedap getaran.
- 6) Alat yang dikalibrasi dalam keadaan berfungsi baikatautidak rusak.

Hasil pengukuran yang diperoleh dihitung dengan rumus-rumus tertentu melalui *step by step*. Perhitungan perbandingan antara alat standar dengan obyek alat ukur yang dikalibrasi adalah [5] :

- 1) Hitung nilai standar yang terkoreksi, $x_{(std,terkoreksi)}$

$$x_{(std,terkoreksi)} = x_{(std,pembacaan)} \pm k_{sert} \quad (2.1)$$

- 2) Hitung nilai koreksi antara UUT terhadap standar, k_{UUT}

$$k_{UUT} = x_{(std,terkoreksi)} \pm x_{(UUT,pembacaan)} \quad (2.2)$$

- 3) Hitung rata-rata nilai yang ditunjukkan oleh nilai koreksi antara UUT terhadap standar, $\overline{k_{(UUT)}}$

$$\overline{k_{(UUT)}} = \sum \frac{k_{(UUT)}}{n} \quad (2.3)$$

dimana: $x_{(std,terkoreksi)}$ = nilai alat ukur standar setelah dikalibrasi

$x_{(std,pembacaan)}$ = pembacaan nilai alat ukur standar saat dikalibrasi

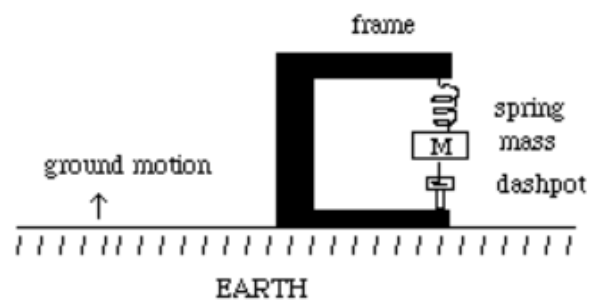
k_{sert} = nilai koreksi alat ukur standar yang tertera ada sertifikat alat

k_{UUT} = nilai koreksi alat ukur UUT setelah dikalibrasi

$x_{(UUT, pembacaan)} = \text{pembacaan nilai alat ukur UUT saat dikalibrasi}$

2.2 Seismometer

Untuk mengetahui kekuatan gempa bumi digunakan alat yang disebut seismometer. Seismometer dalam bahasa Yunani terdiri dari dua kata yaitu *seismos* dan *metro*. *Seismos* artinya gempa bumi dan *metro* artinya mengukur. Jadi seismometer artinya adalah alat atau sensor getaran, yang dipergunakan untuk mendeteksi gempa bumi atau getaran pada permukaan tanah. Seismometer bekerja berdasarkan prinsip pendulum atau pegas berbeban. Jika terdapat simpangan dari posisi setimbangnya, maka terdapat gaya pemulih yang sebanding dengan pergeserannya.



Gambar 2. 1 Prinsip kerja seismometer

Seismometer dengan tipe TDV-23S Taide yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki karakteristik sebagai berikut [6] :

Tabel 2. 1 Karakteristik seismometer TDV-23S Taide

<i>Natural frequency</i>	6Hz
<i>Frequency Response</i>	1 – 50 Hz
Max Amplitude of Output voltage	$\pm 20V_{p-p}$
<i>Sensitivity for output voltage</i>	2000 V.Sataum <i>diff</i> , 1000 V.Sataum (<i>optional</i>)
<i>Dynamics</i>	>130dB
<i>Parasitic oscillation</i>	Vertical >130Hz, Horizontal >150Hz
<i>Supply voltage</i>	9V~18VDC
Temperature range	-20°C~+65°C
<i>Net Weight</i>	6.4 kg
<i>Dimension</i>	<i>diameter : 23cm ; height : 21cm</i>



Gambar 2. 2 Seismometer TDV-23S Taide

Untuk menghitung nilai sensitivitas seismometer ialah dengan menggunakan persamaan berikut [7] :

$$S = \frac{Output}{Input} = \frac{Output\ Seismometer}{Getaran\ Shake\ Table} = \frac{Volt}{Velocity} = \frac{V}{mataus} \quad (2.4)$$

$$Getaran\ Shake\ Table\ (V) = A\ 2\ \pi\ f \quad (2.5)$$

Dimana A adalah amplitudo dan f adalah frekuensi yang digunakan dalam kalibrasi.

Sedangkan untuk nilai sensitivitas awal *channel Up-Down* yang telah terselurus ke Laboratorium Kalibrasi NIM (*National Institute of Metrology*) di Cina, adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Nilai sensitivitas awal seismometer yang terselusur

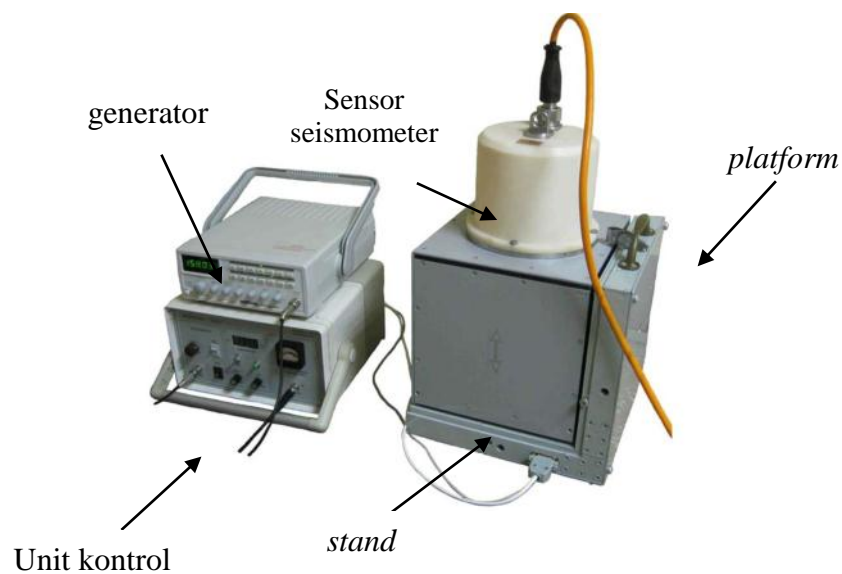
Frekuensi (Hz)	Sensitivitas (V/m/s)
0,1	15,58
0,2	69
0,5	512,1
0,7	873,4
0,8	1200
1	1469
2	2089
5	2143
10	1967
15	1873
20	1858
25	1685
30	1293
36	909,6
40	802,9
44,1	596,2
46,1	484,5

2.3 Meja Getar Volna

Meja getar volna dirancang untuk menghasilkan getaran sinusoidal pada instrumen seperti seismometer, *accelerometers*, dan *velocity meters* dengan amplitudo dan frekuensi tertentu. Metode ini memungkinkan untuk mengkalibrasi sensitivitas instrumen, untuk menentukan jenis kesalahan *mashing*, *jamming*, dan sebagainya. Sensor *displacement* pada *stand* memungkinkan untuk mengetahui karakteristik fasa dan frekuensi dari instrumen tersebut. Karakteristik dari meja getar volna sendiri, adalah sebagai berikut [8] :

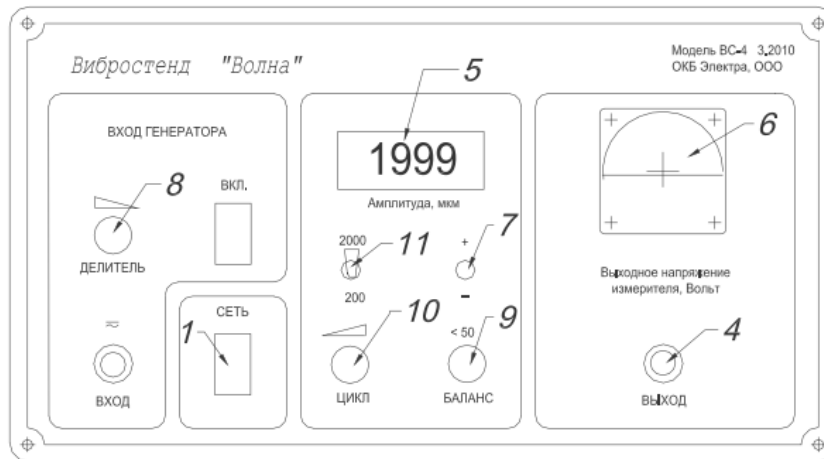
Tabel 2. 3 Karakteristik meja getar volna

Tegangan kerja AC pada 50 Hz	220 volt, $\pm 10\%$
Rentang frekuensi osilasi <i>Platform</i>	0.01 – 100 Hz
Amplitudo maksimum osilasi <i>Platform</i>	± 2 mm
Rentang operasi	± 1.5 mm
Tegangan maksimum keluaran sensor <i>displacement</i>	± 2 volt
Amplitudo tegangan generator (maksimal 5 menit)	± 10 volt
Berat beban untuk ayunan vertikal	3.5 – 10.5 kg



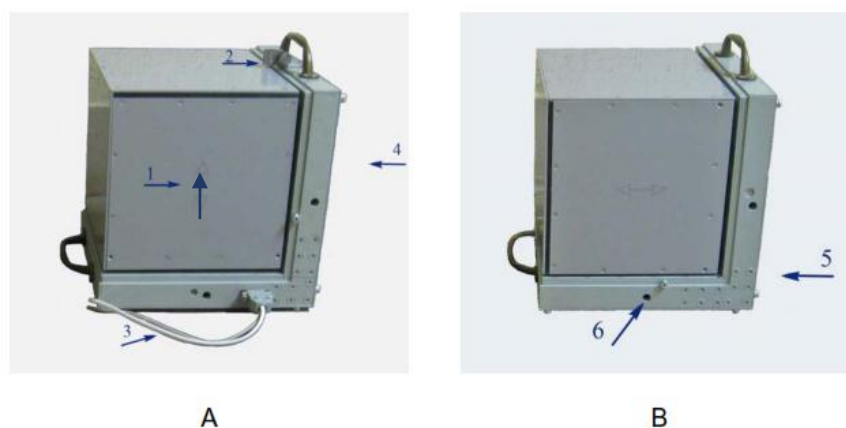
Gambar 2. 3 Meja getar volna

Gambar 2.3 menunjukkan wujud dari meja getar volna yang digunakan, dimana terdiri dari unit kontrol, *platform*, *stand* dan Generator. Unit kontrol terdiri dari kontrol, konektor, sensor *displacement*. *Platform* adalah bagian *stand* yang bergetar. *Stand* adalah bagian mekanik tanpa generator dan unit kontrol. Sedangkan generator adalah penggerak pegas.



Gambar 2. 4 Panel Unit Kontrol. (1) *Switch power* (2) Konektor elektromagnet di belakang (3) Konektor untuk pengukuran sensor *displacement* di belakang (4) Jack keluaran meter voltase (5) Indeks amplitudo (6) Indikator poin keluaran meter (6) Tombol untuk merubah indeks polaritas (7) Depresi sinyal generator (8) *Handle* penyeimbang elektronik pointer nol dengan ± 50 mikrometer (9) Kontrol waktu untuk indikasi amplitude pada polaritas yang sama (10) *Switch* pengatur pointer (11) Konektor keluaran tegangan amplifier untuk menyuplai elektromagnet

Pada *platform* diterapkan transduser induktif yang mengubah frekuensi menjadi gerakan mekanik. Transduser ini terhubung dengan transduser lain yang mengubah tegangan menjadi frekuensi, yaitu tegangan yang berasal dari pembacaan voltmeter. Pada *platform* dikenakan dua arah getaran *stand* yaitu secara vertikal dan horizontal.



Gambar 2. 5 Bagian sisi *platform* yang digunakan saat proses kalibrasi

Bagian sisi *platform* dapat dilihat pada gambar 2.5 yang terdiri dari (1) arah getaran. (2) Penjepit untuk sekrup dengan skala metrik. (3) Kabel elektromagnet

dan sensor *displacement*. (4) *Handle* untuk mengkompensasi berat beban *platform* dalam mode getaran vertikal atau penyeimbang mekanikal; disudut terdapat 4 buah lubang untuk mengakses sekrup-sekrup penopang Platform selama transportasi dengan mengencangkannya sedikit dan perlahan serta untuk mengendurkan dengan 1-2 putaran. (5) Lubang untuk mengakses sekrup penyeimbang mekanikal pada mode getaran horizontal; pada bagian atas terdapat dua lubang untuk sekrup, mengikat *platform* selama transportasi dengan mengendurkan sekrup 5-6 putaran; pada bagian tepi atas untuk beralih orientasi getaran. (6) Lubang untuk *mounting* ke pondasi.

Selama transportasi, *platform* harus berada pada keadaan terkunci oleh sekrup-sekrup pengunci yaitu dua sekrup penarik dan empat sekrup penahan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *platform* yaitu :

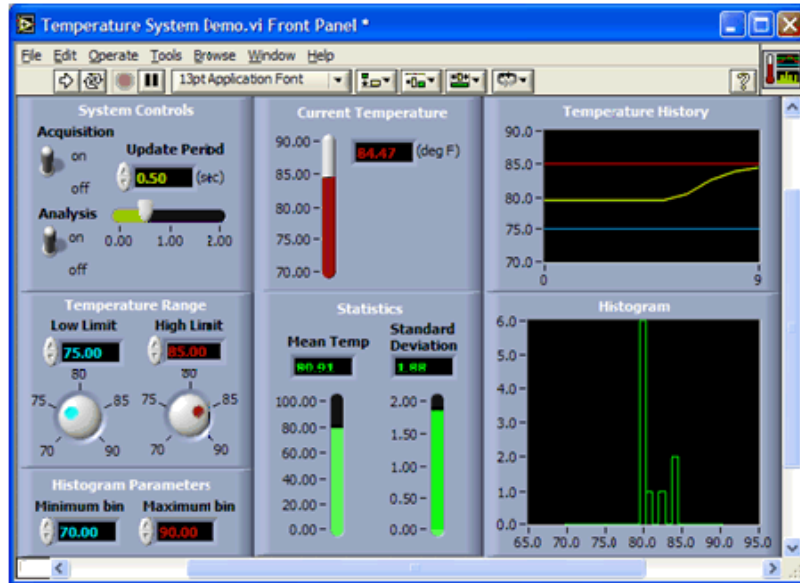
- 1) Dikunci dengan cara mengencangkan dua sekrup penarik, lalu mengencangkan empat sekrup penahan secara perlahan. Perlu diperhatikan sekrup jangan dikencangkan berlebihan karena dapat merusak pita suspensi.
- 2) Saat menginstal, kendurkan empat sekrup penahan sebanyak satu atau dua putaran, lalu kendurkan dua sekrup penarik sebanyak lima atau enam putaran. Untuk hasil terbaik, instal Platform diatas permukaan yang datar dan kokoh, gunakan pelat logam dengan pondasi yang kuat.
- 3) Ketika beroperasi pada frekuensi di atas 10 Hz, *platform* harus terikat dengan tuas dari *mounting kit*.

Stand, pada bagian geraknya diikat pada pita baja untuk pencegahan maksimum torsi getaran *Platform*. Ukuran pita bajanya adalah 13 x 28 x 0,1 mm.

Untuk ayunan seismometer vertikal dipasang pegas pengkompensasi berat seismometer dan *platform* yang kekuatannya dapat diatur. Sedangkan untuk berpindah ke mode vibrasi arah horizontal, empat buah tuas vertikal ditransfer turun, *stand* diputar 90° dan *handle* penyeimbang akan bekerja. Pada perpindahan sebaliknya diharapkan untuk memperlemah gaya pegas dengan membuka *knob* berlawanan arah jarum jam, tetapi sekrup dibawah *handle* jangan melampaui badan *stand*. Setelah memutar *stand* dalam posisi horizontal, pengait ayunan bergerak ke atas sampai berhenti. Dalam hal ini, artinya memutus gaya pegas dari bagian yang bergerak. Jangan melakukan perubahan *setting offset* sensor dengan merubah sekrup-sekrup, karena akan mengubah *setting proporsional* dan nilai nol sensor. Jika dilakukan, maka *Stand* harus dikalibrasi ulang di pabrikan.

2.4 LabView

Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench (LabView) adalah perangkat lunak komputer untuk pemrosesan dan visualisasi data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta automasi industri dengan bahasa programming berbasis grafik yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instruments pada tahun 1986 [9]. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada sistem operasi Linux, Unix, Mac OS X dan Windows.



Gambar 2. 6 Contoh pemrograman dalam LabView

LabView menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram. Program LabView dikenal dengan sebutan Vi atau Virtual instruments karena penampilannya dan operasinya dapat meniru sebuah instrument. LabView terdiri dari tiga komponen, yaitu *front panel*, *block diagram*, *Icon* dan *connector panel*. *Front panel* merupakan *user interface*. *Block diagram* terdiri dari sumber-sumber grafik yang mendefinisikan fungsi-fungsi dari VI. Sedangkan *icon* dan *connector panel* untuk mengidentifikasi suatu VI sehingga bisa digunakan pada VI yang lain.

Pada LabView, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan kontrol dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya, sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VIs untuk mengontrol *front panel*.

2.5 Digitizer

Digitizer adalah sebuah alat yang dapat mengubah data analog menjadi data digital. Digitizer digunakan karena sinyal keluaran pada seismometer merupakan sinyal analog yang bersifat kontinu sedangkan untuk dapat diproses dalam komputer, sinyal harus diubah kedalam bentuk digital yang bersifat diskrit berbasis binary. Digitizer yang digunakan dalam penelitian ini adalah USB 6211 yang menyediakan kemudahan konfigurasi dan pemrograman antarmuka dengan fitur seperti DAQ Assistant serta mempunyai spesifikasi *Analog to Digital Converter* (ADC) beresolusi 16 bit [7].



Gambar 2. 7 Digitizer – USB 6211

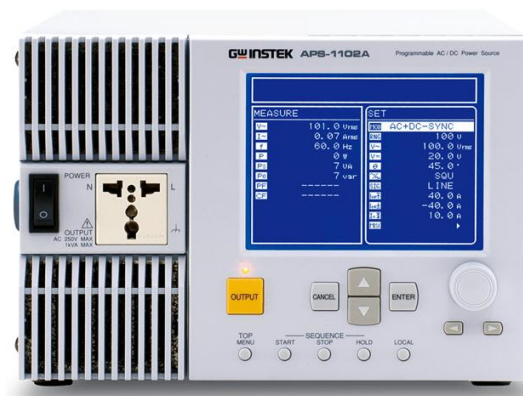
Tabel berikut ini menunjukkan rentang input dan resolusi yang didukung oleh perangkat USB – 6211 [10] :

Tabel 2. 4 Rentang input resolusi USB 6211

<i>Input range</i>	<i>Nominal Resolution Assuming 5% Over Range</i>
-10 V to 10 V	320 μ V
-5 V to 5 V	160 μ V
-1 V to 1 V	32 μ V
-200 mV to 200 mV	6.4 μ V

2.6 Power Supply GW Instek APS-1102A

Fungsi *power supply* dalam perangkat elektronika sangat penting, sebab komponen ini yang akan membagi tegangan ke seluruh komponen lainnya dalam suatu perangkat elektronika. *Power supply* fungsinya juga sebagai pengubah arus dari tegangan AC jd arus DC. Dalam hal ini, *power supply* APS-1102A tidak hanya berfungsi sebatas itu, tetapi juga memiliki analisa yang kuat yakni berisi fitur berlimpah untuk pengujian dan analisis karakteristik pasokan listrik, perangkat elektronik, komponen dan modul. Selain menyediakan listrik, APS-1102A juga memungkinkan pemrograman bebas dari *output* untuk simulasi sumber listrik dengan variasi abnormal.



Gambar 2. 8 Power Supply GW Instek APS-1102A

Gangguan sesaat, frekuensi dan tegangan yang besar, serta bentuk gelombang yang sewenang-wenang dari sumber daya dapat dengan mudah dihasilkan sesuai dengan persyaratan tes. Fungsi Output termasuk dua mode utama, AC dan AC + DC. Setiap mode dapat dikombinasikan dengan salah satu dari empat sumber sinyal, internal yang (INT), eksternal (EXT), intern + eksternal (ADD), dan sinkronisasi, untuk memberikan fleksibilitas pengaturan sumber listrik. APS-1102 termasuk *software* multi-fungsional dan *user-friendly*, yang mendukung *remote control* operasi panel, mengedit urutan dan pelaksanaan, editing gelombang yang

sewenang-wenang dan transfer, serta *data logging* melalui antarmuka USB. Dengan kapasitas daya 1kVA dan bobot 20 lbs, APS-1102A menyediakan tes yang kuat dan semua analisis fitur dalam kotak yang relatif kompak dan ringan.

Berikut karakteristik yang dimiliki oleh *power supply* GW Instek APS-1102A, yaitu [11] :

Tabel 2. 5 Karakteristik *power supply* GW Instek APS-1102A

<i>Maximum Output Capacity</i>	
AC (Input)	750VA (100 ~ 180V)
	1000VA (180 ~ 250V)
DC (Input)	750W (100 ~ 180V)
	1000W (180 ~ 250V)
<i>Output Voltage</i>	
AC	0.0V ~ 155.0Vrms (100V)
	0.0V ~ 310.0Vrms (200V)
DC	"-220.0V ~ +220.0V (100V)
	"-440.0V ~ +440.0V (200V)
<i>Output Maximum Current</i>	
AC	10A (100V)
	5A (200V)
DC	10A (100V)
	5A (200V)
<i>Output Maximum Peak Current</i>	
<i>Output Maximum Peak Current</i>	40Apk (100V)
	20Apk (200V)
<i>Frequency</i>	
<i>Setting Range</i>	1.0Hz ~ 550.0Hz
<i>Setting Accuracy</i>	±100ppm(23±5°C)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kalibrasi BMKG Jakarta. Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Maret 2016 sampai dengan bulan Mei 2016.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan eksperimen. Studi literatur digunakan untuk mengetahui dasar-dasar teori tentang kalibrasi, pengoperasian seismometer, prosedur kalibrasi seismometer dengan meja getar volna, dan penggunaan program LabView. Perancangan alat ini menggunakan set alat kalibrasi seismometer TDV-23S Taide dengan meja getar volna yang dimiliki oleh BMKG Jakarta. Metode eksperimen yang dilakukan adalah melakukan kalibrasi seismometer menggunakan meja getar volna dengan *software* akuisisi dan analisa kalibrasinya adalah inovasi LabView yang penulis buat.

3.3 Alat dan Bahan

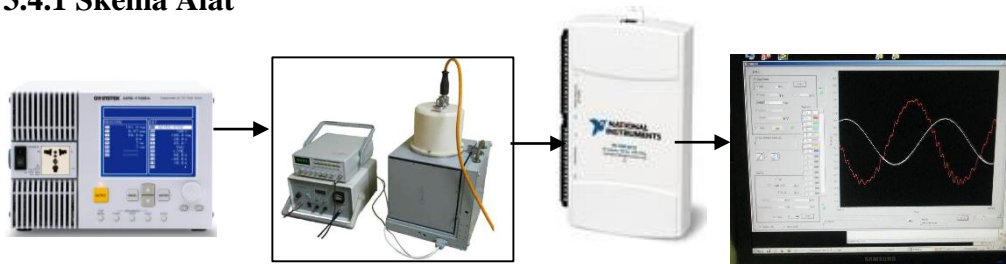
Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Seismometer TDV-23S Taide
- 2) Meja getar volna
- 3) *Software builder* LabView
- 4) Digitizer – USB 6211
- 5) Power Supply GW Instek APS-1102

- 6) Function Generator Siglent akN17-3408 atau 1
- 7) Unit Kontrol
- 8) Laptop

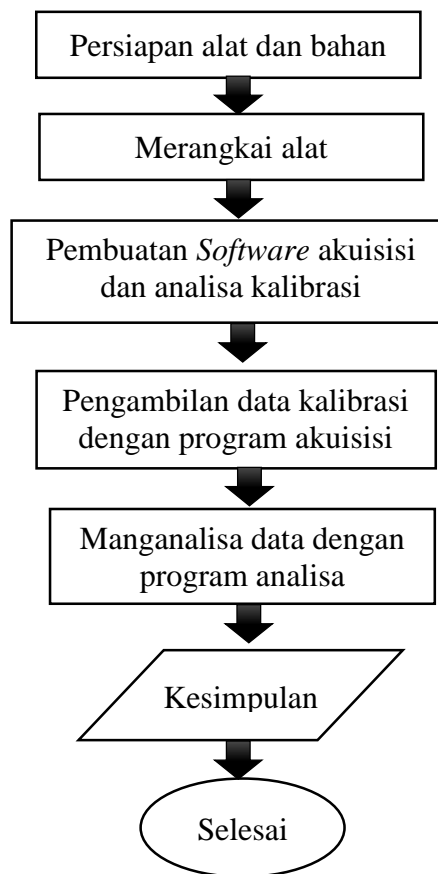
3.4 Rangkaian Alat Penelitian

3.4.1 Skema Alat



Gambar 3. 1 Skema Alat

3.4.2 Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian

Prosedur kalibrasi meja getar volna dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- 1) Melakukan *warming up* pada generator dan unit kontrol selama 5 menit.
- 2) Mengatur posisi tengah *handle* platform volna (gambar 2.5) sampai jarum jam di unit kontrol *balance* ke angka nol (0).
- 3) Memutar penuh *knob Cycle* searah jarum jam dengan menggunakan *knob Divided* untuk menyesuaikan amplitudo puncak ke puncak sejauh 1-2 mm, dan menggunakan *knob Balance* dari unit kontrol sampai indikator amplitudo positif dan negatif dari *pointer digital* yang didapat.
- 4) Jumlah dari amplitudo tersebut (puncak ke puncak) adalah nilai pengukuran dari meter *displacement Platform*.
- 5) Mengatur *Cycle* untuk memudahkan pembacaan karena terkadang indikator hanya mencapai polaritas berlawanan dan tidak bisa mencapai amplitudo yang sama, tetapi linieritas meningkat dengan amplitudo yang sama positif dan negatif. Jika diperlukan, sesuaikan tombol nol "*Balance*" pada unit kontrol. (lihat fitur 9 pada Gambar 2.3)
- 6) Memasukkan nilai frekuensi dan amplitudo yang akan digunakan dalam kalibrasi pada generator.
- 7) Menjalankan program akuisisi dan analisa kalibrasi.

BAB IV

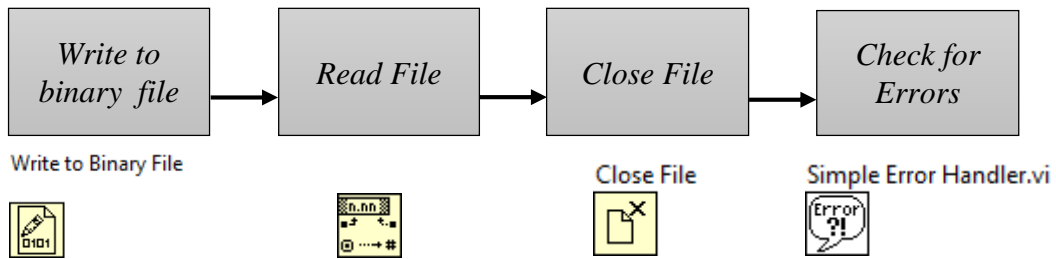
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akurat dalam pengukuran diperoleh dari kemampuan alat yang baik, dimana pada keakuratan seismometer ditentukan oleh nilai sensitivitas yang dihasilkannya. Oleh karena itu kondisi instrument pengukuran harus selalu tertelusur karena adanya unsur ketidakpastian (*uncertainty*) yaitu dengan melakukan kalibrasi sesuai periode yang telah ditentukan [12].

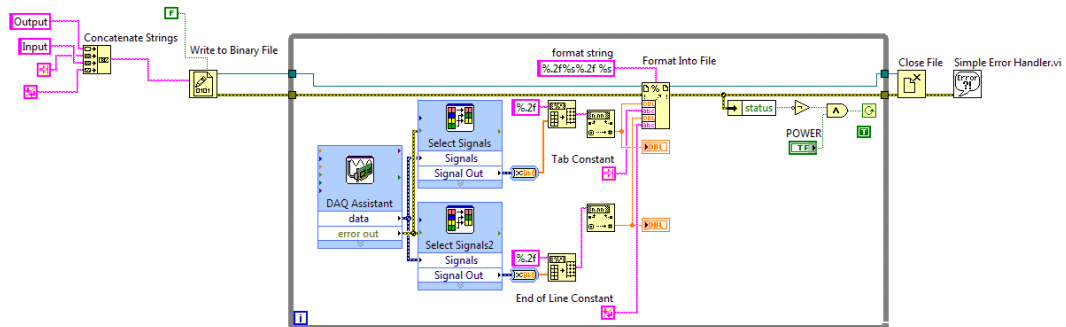
Perhitungan nilai sensitivitas dan ketidakpastian pada penelitian ini dilakukan dengan program akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer berbasis LabView yang telah selesai dibuat. Kalibrasi yang dilakukan ialah pada *channel up-down* seismometer dengan *channel output shake table* di 4 frekuensi yaitu 0,8Hz ; 1Hz ; 2Hz dan 5 Hz. Pemilihan frekuensi ini disesuaikan oleh karakteristik kemampuan seismometer yang dikalibrasi.

4.1 Pembahasan Pembuatan *Software* Akuisisi

Perancangan *software* akuisisi dimaksudkan untuk penampilan data digital dari instrumen pengukuran ke bentuk grafik sehingga bentuk sinyal dapat terlihat. *Software* akuisisi juga digunakan untuk penyimpanan data. Pembacaan data serial pada LabView yang digunakan memiliki fungsi *write to binary file*, *read file*, *close file* dan *check for errors* [7], yang alurnya dapat dilihat pada gambar berikut :

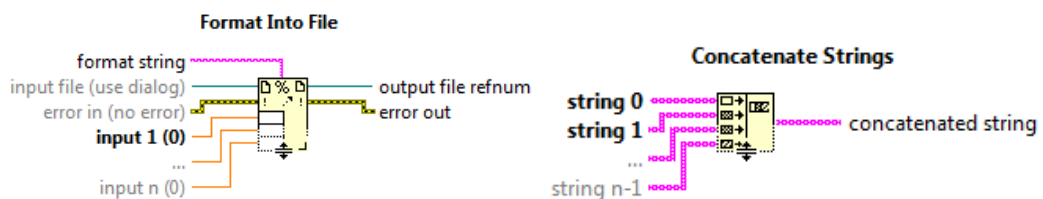


Gambar 4. 1 Block diagram dasar untuk membaca data serial pada LabView



Gambar 4. 2 Block diagram software akuisisi pada LabView

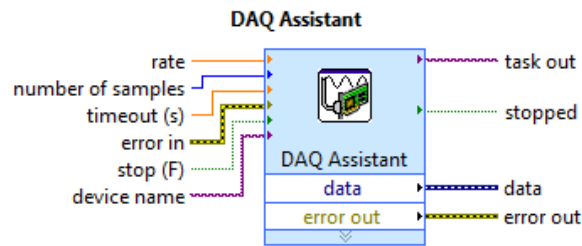
Cara kerja *software* akuisisi ini pertama-tama meminta tempat untuk penyimpanan data melalui fungsi *write to binary file*. File disimpan dalam format **.cfg** menggunakan fungsi *format into file* dan *concatenate string* seperti pada gambar 4.3. Setelah memberi tempat penyimpanan, USB 6211 akan bekerja membaca data serial yang dikirim oleh seismometer dan meja getar Volna, lalu mengubahnya dari data analog ke data digital.



Gambar 4. 3 Fungsi dari *format into file* dan *concatenate strings* pada LabView

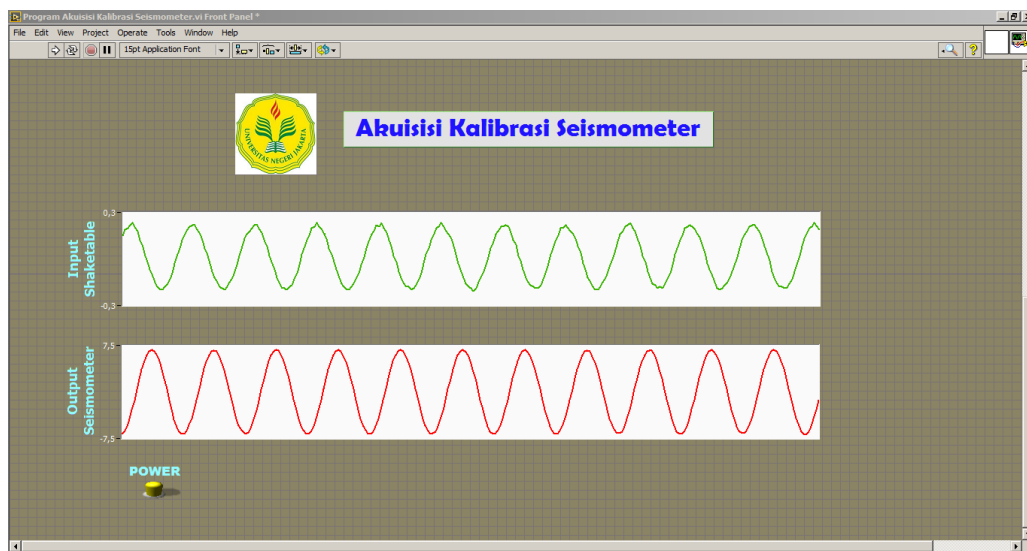
Menu pembacaan USB 6211 ini diatur dalam fungsi DAQ Assistant (gambar 4.4) yang *channel pin out input-ouput*, frekuensi, *sample to read*, dan *acquisition mode*-nya disesuaikan pada karakteristik seismometer dan volna.

Pemrosesan pembacaan data ini dibagi menjadi 2 *channel* yaitu *channel up-down* seismometer sebagai input dan *channel output shake table* sebagai output yang dipisahkan dalam satu baris dengan fungsi string. Format yang dipakai adalah `%.2f%s%.2f %s`, tanda % memberi arti banyaknya data yang akan dipisahkan sedangkan 2f berarti ada 2 digit string yang akan diambil setiap channel [7].



Gambar 4. 4 Fungsi dari DAQ Assistant pada LabView

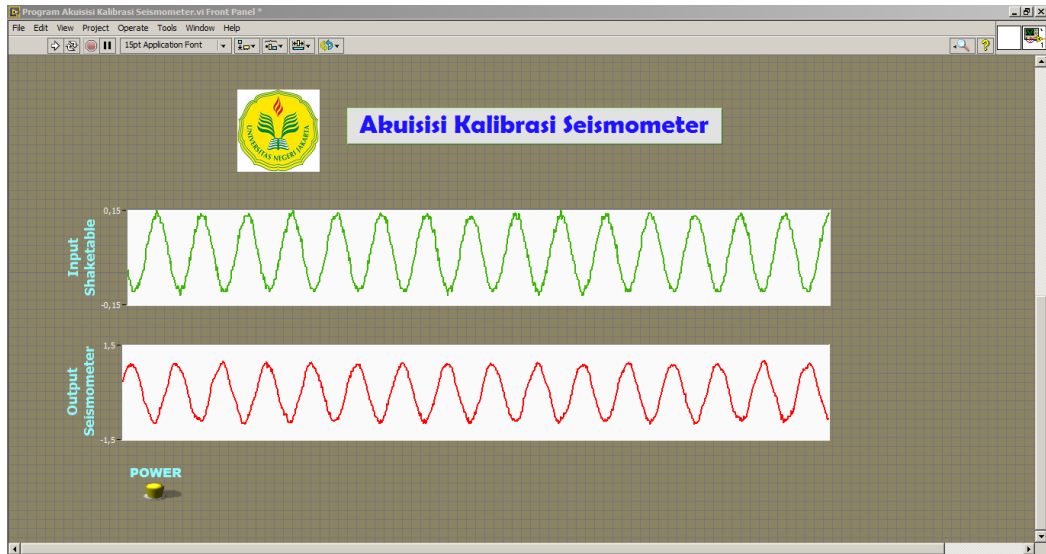
Tampilan data dalam *software* akuisisi ini dilihat dalam *wave form* menggunakan fungsi *wave form chart* pada setiap *channel*. Sebelum memulai akuisisi dan merekam data maka tombol power harus diaktifkan sehingga pembacaan terambil berkali-kali dalam *sample to read* yang ditelah ditentukan di DAQ Assistant. Bentuk tampilan front panel *software* akuisisi dapat dilihat seperti gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Tampilan *Front Panel software* Akuisisi pada LabView

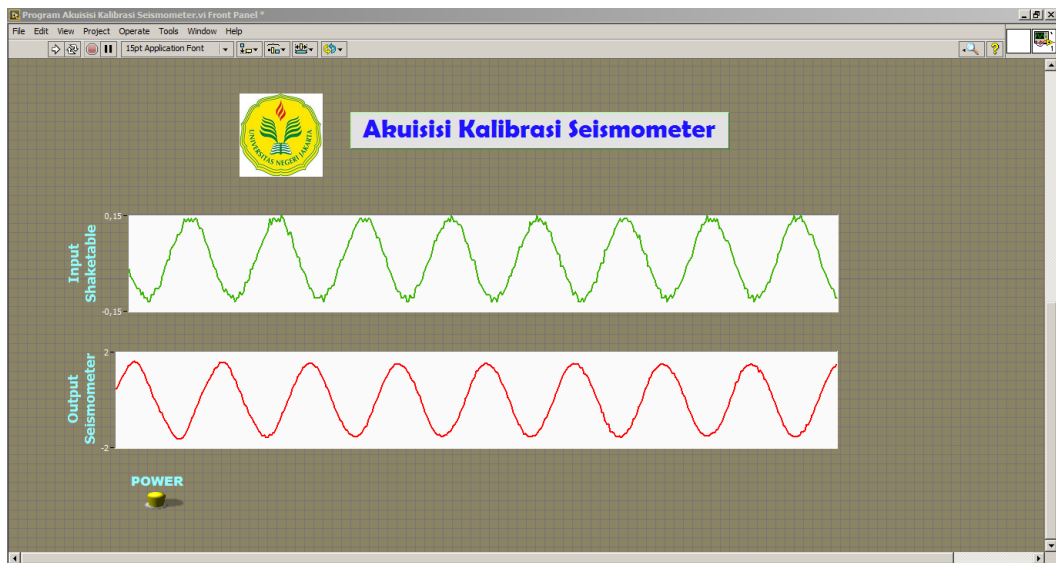
Data pengujian yang diambil di 4 frekuensi dengan *software* Akuisisi ini, yaitu :

1) Frekuensi 0,8 Hz



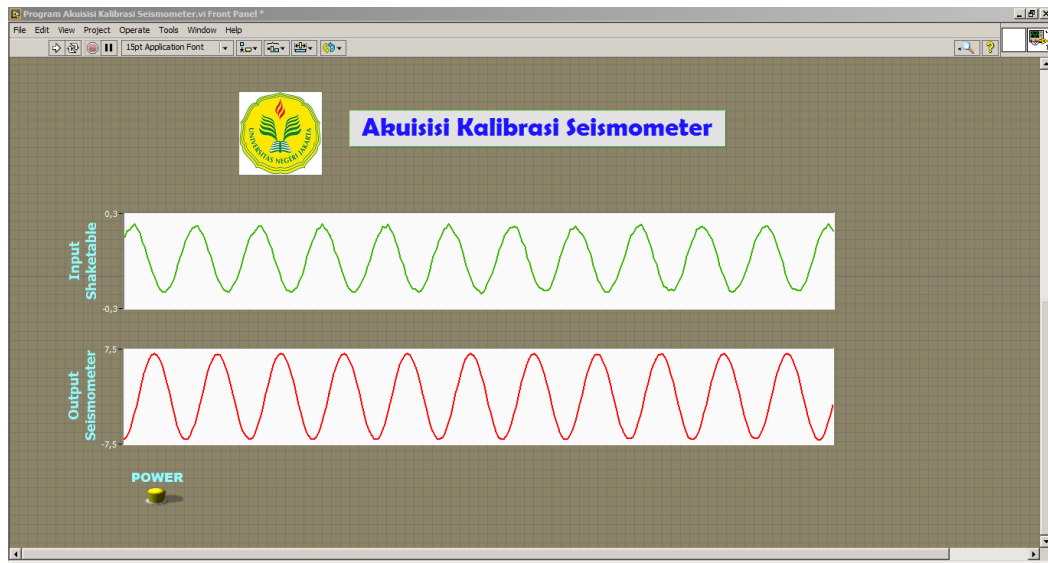
Gambar 4. 6 Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 0,8 Hz pada *software* Akuisisi

2) Frekuensi 1 Hz



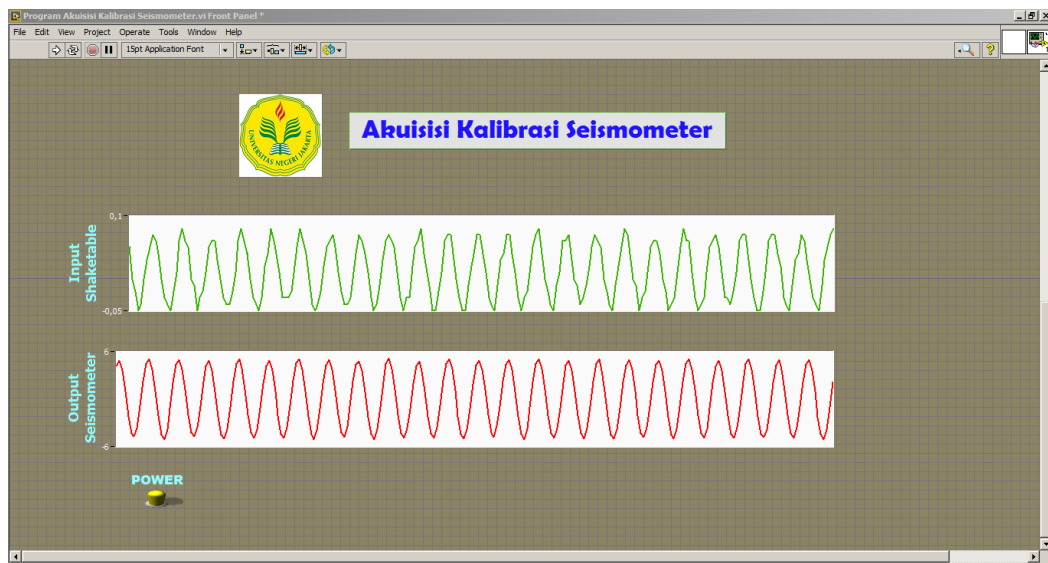
Gambar 4. 7 Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 1 Hz pada *software* Akuisisi

3) Frekuensi 2 Hz



Gambar 4. 8 Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 2 Hz pada *software* Akuisisi

4) Frekuensi 5 Hz



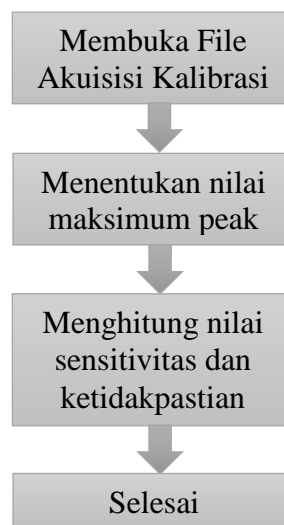
Gambar 4. 9 Akuisisi data kalibrasi di frekuensi 5 Hz pada *software* Akuisisi

Program analisa kalibrasi yang dibuat menampilkan 2 sinyal keluaran. Pada kolom pertama menunjukkan sinyal yang dihasilkan oleh gerakan meja getar volna sesuai masukan frekuensi yang digunakan, sedangkan pada kolom kedua menunjukkan sinyal keluaran yang dihasilkan oleh seismometer. Pada tiap

frekuensi yang digunakan dalam kalibrasi ini, sinyal *input shake table* maupun *output* seismometer yang dihasilkan terlihat memiliki fasa yang berbeda karena respon antara meja getar dan seismometer yang dimiliki berbeda sehingga ada beda fase diantaranya. Keluaran kedua sinyal tersebut yang dihasilkan begitu *smooth* dan sinusoidal, tidak ada perbedaan begitu jauh diantara keduanya. Ini menunjukkan bahwa program akuisisi yang dibuat sudah akurat.

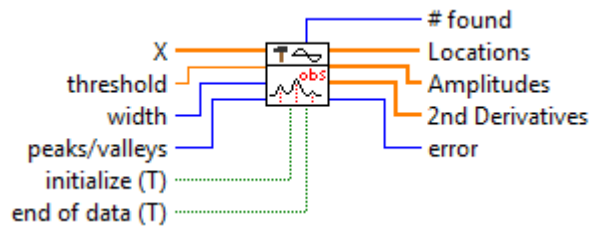
4.2 Hasil Kalibrasi Pada *Software* Analisa Kalibrasi

Perancangan *software* analisa kalibrasi dibuat guna menghitung nilai sensitivitas dalam satuan volt per meter per second (V/m/s) yang disertai dengan nilai ketidakpastian seismometer yang dikalibrasi. Alur pikir dari *software* akuisisi ini dapat dilihat pada gambar 4.10.



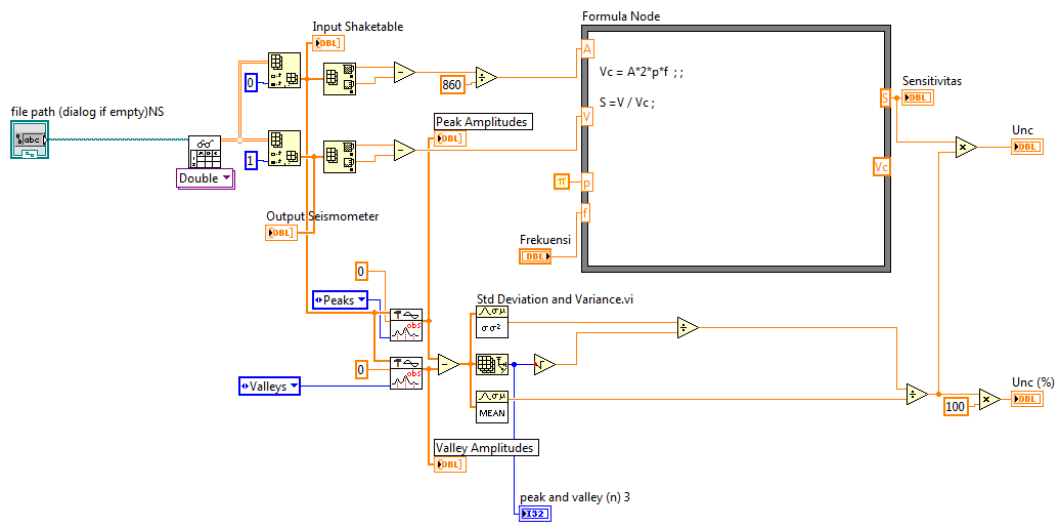
Gambar 4. 10 Alur pikir *software* analisa kalibrasi

Software analisa kalibrasi ini menghitung ketidakpastian dengan melihat nilai maksimum setiap gelombang dan menghitung banyaknya peak yang ada menggunakan fungsi *peak detection* pada LabView seperti gambar 4.11 berikut [7].

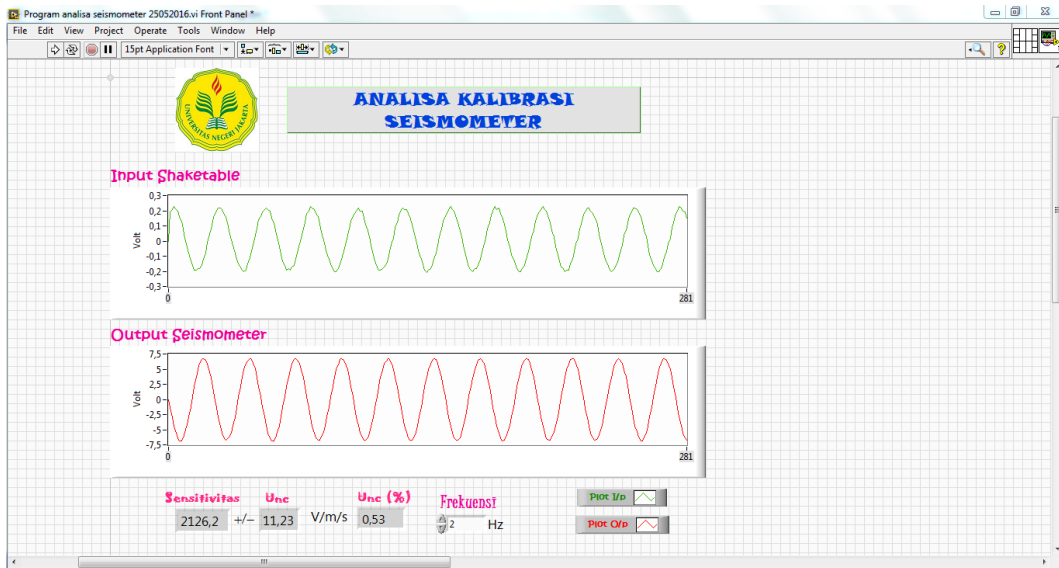


Gambar 4. 11 Fungsi dari *peak detection* pada LabView

Block diagram dari *software* analisa kalibrasi ini dapat dilihat pada gambar 4.12. Sedangkan tampilan front panel *software* ini dapat dilihat pada gambar 4.13. *Software* analisa kalibrasi ini kembali menampilkan *wave form chart* masing-masing *channel* (*up-down* seismometer dan *channel output shake table*) serta nilai sensitivitas, ketidakpastian (UNC) dalam persen dan absolut dengan pengaturan input frekuensi yang ingin dihitung.



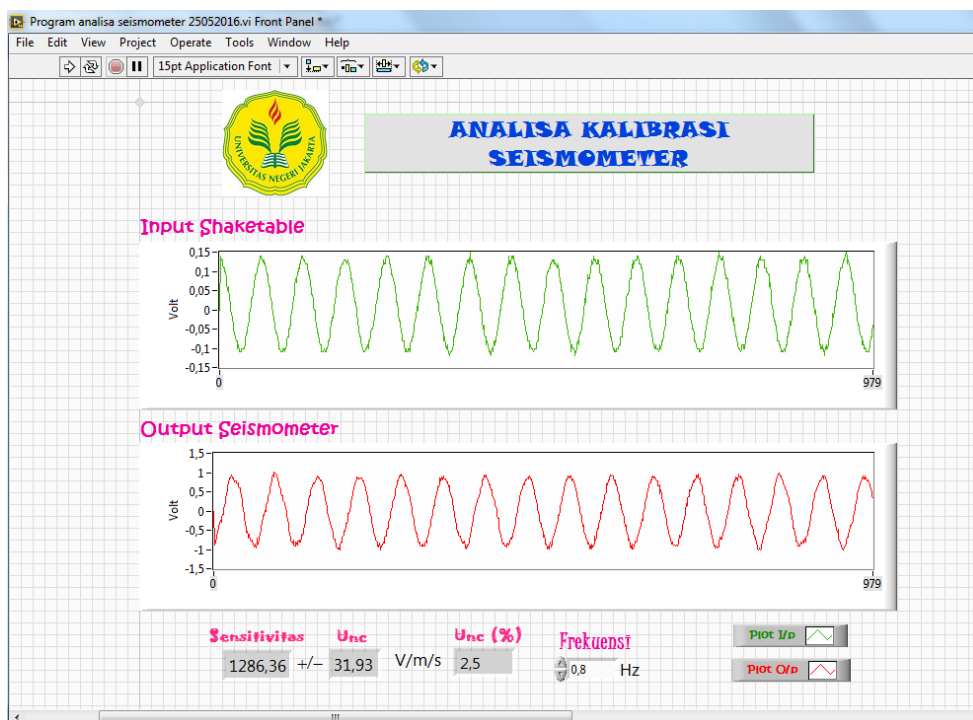
Gambar 4. 12 Block diagram *software* analisa kalibrasi pada LabView



Gambar 4. 13 Tampilan *front panel software* akuisisi pada LabView

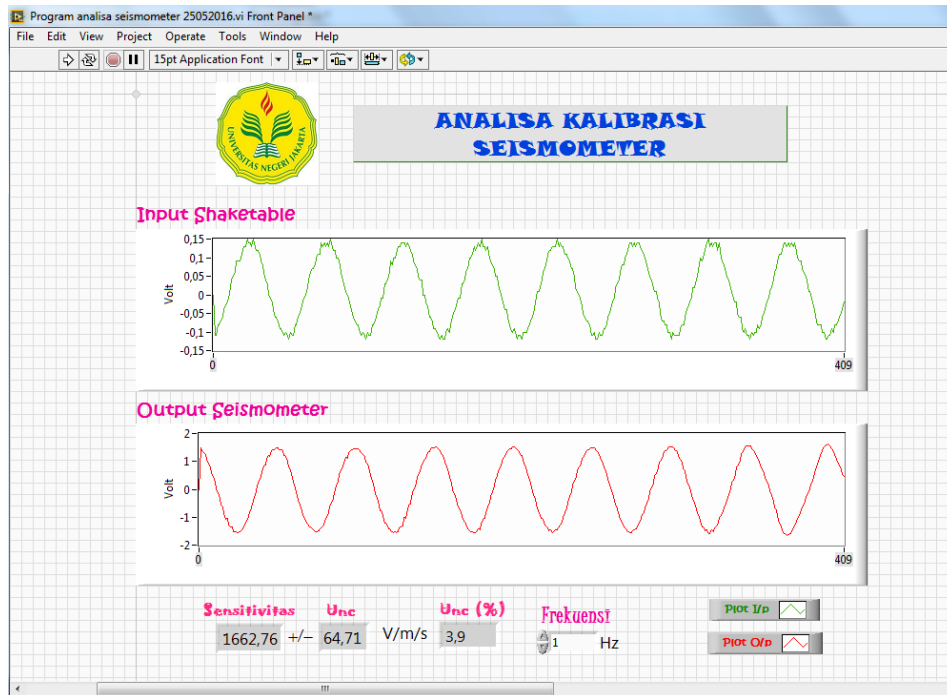
Berikut hasil analisa yang diperoleh pada penelitian ini, diantaranya pada :

- 1) Frekuensi 0,8 Hz



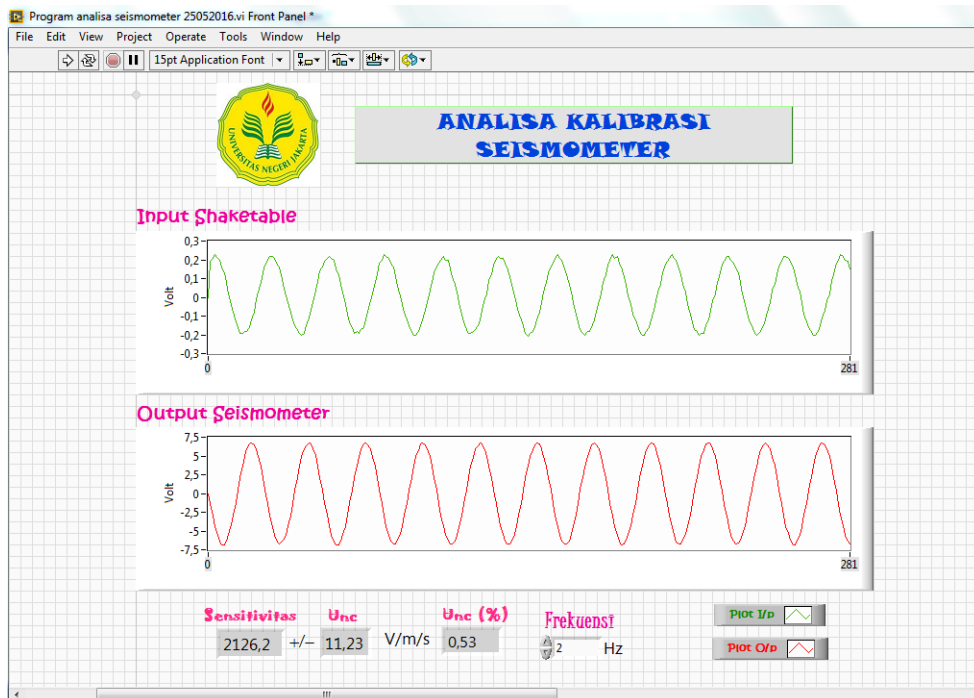
Gambar 4. 14 Analisa data kalibrasi di frekuensi 0,8 Hz pada *software* analisa

2) Frekuensi 1 Hz



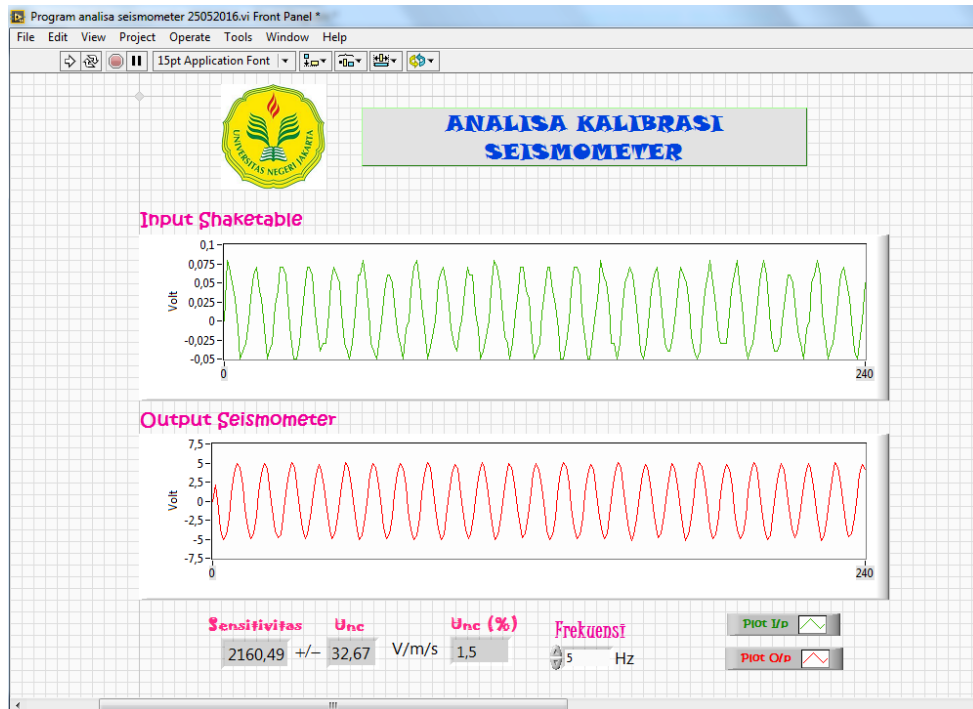
Gambar 4. 15 Analisa data kalibrasi di frekuensi 1 Hz pada *software* analisa

3) Frekuensi 2 Hz



Gambar 4. 16 Analisa data kalibrasi di frekuensi 2 Hz pada *software* analisa

4) Frekuensi 5 Hz



Gambar 4. 17 Analisa data kalibrasi di frekuensi 5 Hz pada *software* analisa

Jika nilai sensitivitas yang diperoleh dibandingkan dengan nilai kalibrasi sertifikat awal seismometer, maka selisih yang diperoleh adalah :

Tabel 4. 1 Pengolahan data analisa kalibrasi dengan program LabView

Analisa kalibrasi dengan program LabView				
Frekuensi (Hz)	Sensitivitas (V/m/s)	Dari sertifikat NIM (V/m/s)	Selisih (%)	Ketidakpastian (UNC) %
0,8	1286,36 ± 31,93	1200	7,196667	2,5
1	1662,76 ± 64,71	1469	13,18993	3,9
2	2126,2 ± 11,23	2089	1,780756	0,53
5	2160,49 ± 32,67	2143	0,816146	1,5

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil kalibrasi yang diperoleh program analisa kalibrasi memiliki selisih yang cukup kecil dibandingkan dengan nilai kalibrasi sertifikat NIM beijing yaitu sekitar 0,8% sampai dengan 13%. Hal ini membuktikan bahwa program akuisisi dan analisa kalibrasi berbasis *software*

builder LabView ini sudah cukup tepat dan akurat untuk digunakan dalam mengkalibrasi seismometer pada meja getar volna. Adapun variasi selisih ini disebabkan oleh metode pengambilan data dan peralatan pendukung seperti konektor dan kabel seismometer yang digunakan terlalu besar sehingga mempengaruhi getaran ketika pengambilan data kalibrasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pembuatan *software* akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer berbasis *software builder* LabView telah berhasil dibuat dengan dibuktikan dari hasil pengujian data akuisisi dan pengolahan data kalibrasi di laboratorium kalibrasi BMKG Jakarta dengan seismometer TDV 32-S menggunakan meja getar volna. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- 1) *Software* ini merupakan *software* akuisisi dan analisa kalibrasi seismometer dengan output *signal* kalibrasi, nilai sensitivitas dan nilai ketidakpastian yang dapat dipercaya keakuratannya.
- 2) Seismometer TDV-23S memiliki nilai sensitivitas $1286,36 \pm 31,93$ di frekuensi 0,8Hz; $1662,76 \pm 64,71$ di frekuensi 1Hz ; $2126,2 \pm 11,23$ di frekuensi 2Hz dan $2160,49 \pm 32,67$ di frekuensi 5Hz.

5.2 Saran

Dalam melakukan penelitian ini disarankan untuk menggunakan kabel konektor seismometer yang ringan ketika melakukan kalibrasi dan dapat mengembangkan lebih lanjut program analisa kalibrasi seismometer dengan memakai perhitungan *Fast Fourier Transform* (FFT) spektrum agar hasil kalibrasinya lebih akurat.

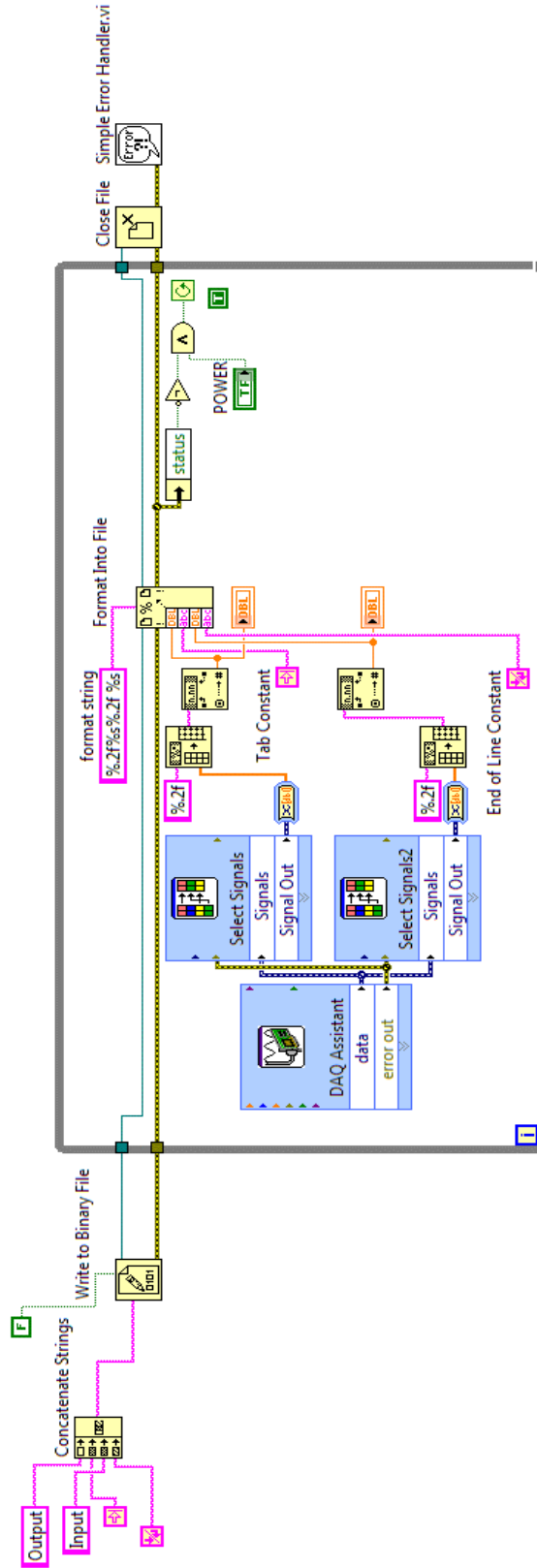
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyono, Seto Bagus. (tahun). *Sistem Deteksi Gempa Bumi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Pasal 48, ayat 2.
- [3] Larsonnier, F., Nief, G. Dan Millier,P. 2014. *Seismometers Calibration: Comparison Between A Relative Electrical Method And A Vibration Exciter Based Absolute Method*. Republic of South Africa: IMEKO 22nd TC3, 12th TC5 and 3rd TC22 International Conferences.
- [4] *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories ISO/IEC 17025*. (2005). Switzerland : International Organization for Standardization ISO Central Secretariat
- [5] Tim Instrumentasi, Rekayasa, dan Kalibrasi Geofisika BMKG. (2013) . *Pedoman Kalibrasi Geofisika*. Jakarta : BMKG.
- [6] *TDV-23S feedback short-period seismometer operator's manual*. (2010). Xiangzhu : Zhuhai TAIDE Enterprise Co., Ltd.
- [7] Rusanto, Benyamin H. 2015. *Perancangan Sistem Kalibrasi Seismometer Secara Relatif Maupun Absolut*. Tesis. Pascasarjana Universitas Indonesia.
- [8] *Manual Instruction Volna BC4*. (2010). Russian.
- [9] Sastra Kusuma Wijaya. *Pengenalan Instrumentasi Maya*. Depok: Universitas Indonesia.
- [10] *NI USB-621x User Manual*. (2009). USA: National Instrumens.

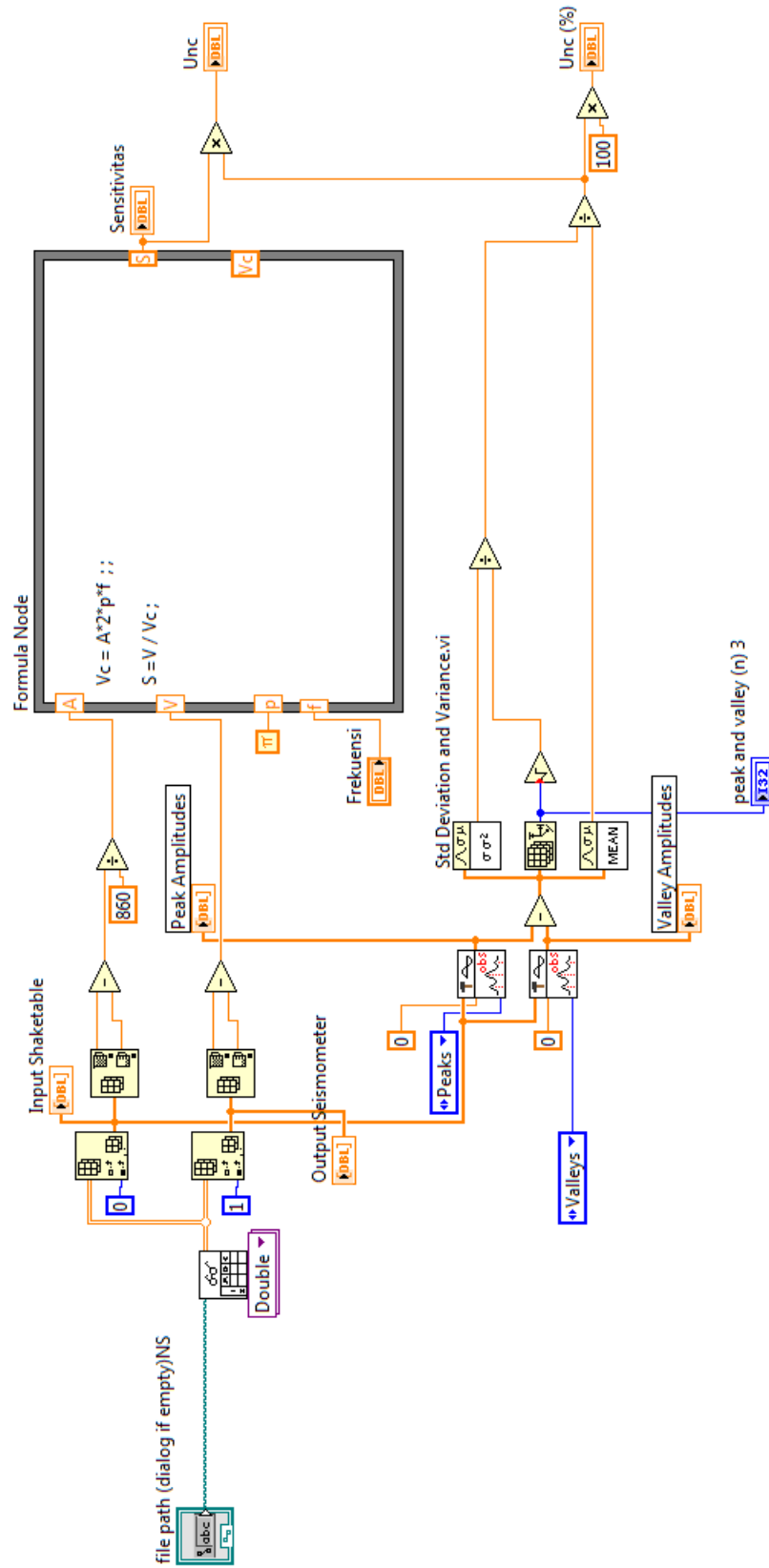
- [11] *APS-1102 Programmable AC/DC Power Source*. (2009). Taiwan : Good Will Instrument Co., Ltd.
- [12] Susanto, Dibyo. (2012). *Pengukuran Parameter Gempa Bumi di Daerah Yogyakarta Dengan Menggunakan Seismograph TDS-303S*. Tesis. Pascasarjana Universitas Indonesia.

LAMPIRAN


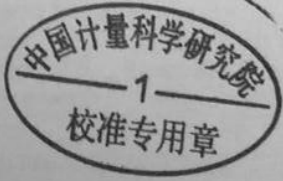
Lampiran 1. Block diagram software akuisisi pada LabView



Lampiran 2. Block diagram *Software Analisa Kalibrasi* pada LabView



Lampiran 3. Sertifikat Seismometer dari NIM di Cina

中国计量科学研究院 National Institute of Metrology		
校准证书 Calibration Certificate		
证书编号 LSzd2015-0915 Certificate No.		
客户名称 Client	METEOROLOGICAL CLIMATOLOGICAL AND GEOPHYSICAL AGENCY	
器具名称 Instrument	短周期反馈地震计 (Feedback short-period Seismometer)	
型号/规格 Type/Model	TDV-23S	
出厂编号 Serial No.	V23S110801	
生产厂商 Manufacturer	Zhuhai TAIDE Enterprise Co., Ltd	
客户地址 Client Address	JI. Angkasa I No. 2, Kemayoran Jakarta	
校准日期 Date of Calibration	September 23, 2015	
批准人: Approved by	于梅	
地址: 中国 北京 北三环东路 18 号 Address: No.18 Bei San Huan Dong Lu, Beijing, P.R.China	邮编: 100029 Post Code	
电话: +86-10-64525569/74 Tel	传真: +86-10-64271948 Fax	
网址: http://www.nim.ac.cn Website	电子邮箱: kehufuwu@nim.ac.cn Email	
第 1 页 共 6 页 Page of		2014-jz

Sertifikat tampak depan



校准结果
Calibration Results

表1 速度灵敏度频率响应(UD-CH1)
Table 1 Frequency Response of Velocity Sensitivity (UD-CH1)

频率 Frequency (Hz)	速度峰值 Velocity(Peak Value) (mm/s)	速度灵敏度 Velocity Sensitivity [mV/(mm/s)]	频率响应 Frequency Response(%)
0.100	8.535	15.58	-99.25
0.200	16.088	69.00	-96.70
0.500	20.621	512.1	-75.48
0.666	4.563	873.4	-58.18
0.833	4.943	1200	-42.53
1.000	5.203	1469	-29.68
*2.000	5.766	2089	—
5.000	5.110	2143	2.61
10.000	5.190	1967	-5.81
15.000	5.545	1873	-10.30
18.000	5.840	1836	-12.10
20.000	4.890	1858	-11.03
22.000	4.203	1854	-11.21
25.000	5.065	1685	-19.31
30.000	4.807	1293	-38.10
36.000	4.688	909.6	-56.45
40.000	4.135	802.9	-61.56
44.100	4.435	596.2	-71.46
46.100	4.239	484.5	-76.80

Lampiran 4. Suasana penelitian



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini, Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Ribka Uli
No. Registrasi : 3225122049
Jurusan : Fisika
Program Studi : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer Short-Priode* Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis *Software Builder LabView***" adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada bulan Maret 2016 sampai dengan bulan Mei 2016.
- 2) Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain atau bukan terjemahan karya tulis orang lain.

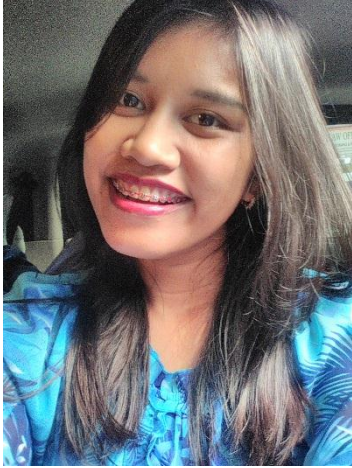
Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya ini tidak benar.

Jakarta, 27 Juli 2016



Ribka Uli

RIWAYAT HIDUP



Ribka Uli lahir di Jakarta, 27 Nopember 1994, sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Deventer Simbolon dan Flora Sinaga. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Strada Sugiyopranoto Sj. dan melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Teluknaga. Kemudian pada tahun 2009-2012 penulis melanjutkan pendidikan di SMKN 6 Tangerang dengan jurusan *Aviation Electronic*.

Pada tahun yang sama dengan tahun kelulusan, penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Jakarta melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama perkuliahan pernah menjadi Asisten Laboratorium untuk mata kuliah Praktikum Elektronika Dasar dan Praktikum Fisika Dasar II pada semester 5 dan 6. Pada bulan Juli sampai Agustus 2015 melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) pada divisi kalibrasi Geofisika di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Jakarta.

Pada Mei dan Juli 2016, penulis menjadi pemakalah Seminar Nasional Fisika di Universitas Negeri Jakarta (UNJ) dan pemakalah di Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains di Institut Teknologi Bandung (ITB). Penulis berhasil menempuh perkuliahan dari tahun 2012 hingga lulus pada tahun 2016, dengan skripsi yang berjudul “Pembuatan *Software* Akuisisi dan Analisa Kalibrasi *Seismometer Short-Priode* Menggunakan Meja Getar Volna Berbasis *Software Builder LabView*” di bawah bimbingan Dr. Mutia Delina, M.Si. Dan Benyamin Heryanto R, M.Si.