

ANALISA SISTEM REALTIME MONITORING GEMPA DAN  
KUALITAS 6 DATA STASIUN SEISMOGRAPH BERDASARKAN  
KONDISI STUDI SPEKTRUM JARINGAN INDONESIA  
TSUNAMI EARLY WARNING SYSTEM (*InaTEWS*)

**TESIS**

Tesis diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar magister



Disusun oleh

**Handry Aprizen**  
NIM : 19012230012

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**  
**UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**  
**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ANALISA SISTEM REALTIME MONITORING GEMPA DAN  
KUALITAS 6 DATA STASIUN SEISMOGRAPH BERDASARKAN  
KONDISI STUDI SPEKTRUM JARINGAN INDONESIA TSUNAMI  
EARLY WARNING SYSTEM (*InaTEWS*)**

**TEKNIK ELEKTRO PEMINATAN  
TELEKOMUNIKASI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Magister Teknik



Handry Aprizen

NIM : 19012230012

Tesis ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
Pada tanggal 15 Juni 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Satria'.

Dr. Muhammad Haikal Satria, IPM

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Devan Junesco Vresdian'.

Devan Junesco Vresdian, S.ST, M.Sc.Eng

Mengetahui,  
Ketua Program Studi

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Devan Junesco Vresdian'.

Devan Junesco Vresdian, S.ST, M.Sc.Eng

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISA SISTEM REALTIME MONITORING GEMPA DAN KUALITAS 6  
DATA STASIUN SEISMOGRAPH BERDASARKAN KONDISI STUDI  
SPEKTRUM JARINGAN INDONESIA TSUNAMI EARLY WARNING  
SYSTEM (InaTEWS)

### TEKNIK ELEKTRO PEMINATAN TELEKOMUNIKASI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
Memperoleh gelar Magister Teknik



Handry Aprizen

NIM : 19012230012

Tesis ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji  
Program Studi Teknik Elektro Jakarta Global University  
Pada tanggal 26 Februari 2022

Dosen Penguji

1. Dr. Antonius Darma Setiawan, S.Si., MT

2. Dr. Yanuar Zulardiansyah Arief, Ceng

Tanda Tangan

Mengetahui,  
Ketua Program Studi

Devan Junesco Vresnan, S.T., M.Sc.Eng

## ABSTRAK

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) telah memasang banyak peralatan seismograph di wilayah Indonesia untuk memantau kejadian gempa bumi. Kegiatan ini merupakan kondisi pengamatan peralatan sensor InaTEWS di seluruh Indonesia, dengan menggunakan alat bantu software SQLX. Pengamatan kondisi peralatan dilakukan setiap periode tiga bulanan selama setahun untuk memperoleh data yang akurat alat harus ditempatkan pada lokasi yang ideal. Pemilihan lokasi yang ideal dapat dilihat dari spektrum rekaman seismograph dan berada pada batasan Peterson Model. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi lokasi penempatan sensor seismograph yang telah dipasang di 162 lokasi di Indonesia terdiri dari 118 Stasiun Sistem LIBRA (Ina), 12 Stasiun Sistem JISNET (Jepang), 20 Stasiun Sistem GFZ (Jerman), 7 Stasiun Sistem CEA (China), dan 5 Stasiun CTBTO (Ina). Dari data rekaman tahun 2021 dengan menggunakan analisis power spectral density (PSD) dan probability density function (PDF). Dari pengamatan tersebut dihasilkan peralatan dalam kondisi baik sebanyak 81 unit, peralatan dalam kondisi sedang sebanyak 56 unit, peralatan dalam kondisi rusak sebanyak 17 unit, peralatan dalam kondisi kesalahan metadata sebanyak 1 unit, dan peralatan dalam kondisi mati sebanyak 27 unit. Dari penelitian tersebut diperoleh 57% seismograph ditempatkan pada lokasi ideal dan 43% tidak ideal.

Kata kunci: analisis noise, sensor broadband seismik, JISNET, Libra

## ABSTRACT

The Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) has installed many seismograph equipment in Indonesian territory to monitor earthquake events. This activity is a condition of observing InaTEWS sensor equipment throughout Indonesia, using SQLX software tools. Observation of the condition of the equipment is carried out every three months for a year to obtain accurate data, the equipment must be placed in an ideal location. The selection of the ideal location can be seen from the spectrum of the seismograph recording and is within the limits of the Peterson Model. In this study, an evaluation of the location of the seismograph sensors has been installed in 162 locations in Indonesia, consisting of 118 LIBRA System Stations (Ina), 12 JISNET System Stations (Japan), 20 GFZ System Stations (Germany), 7 CEA System Stations (China), and 5 CTBTO Stations (Ina). From the recorded data for 2021 using power spectral density (PSD) and probability density function (PDF) analysis. From these observations produced 81 units of equipment in good condition, 56 units of equipment in moderate condition, 17 units of damaged equipment, 1 unit of equipment in a metadata error condition, and 27 units of dead equipment. 57% seismographs were placed in ideal locations and 43% were not.

Keyword: noise analysis, seismik broadband's sensor, JISNET, Libra



## PERNYATAAN ORISINALITAS THESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Thesis ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Thesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Thesis dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 26 Februari 2022

Mahasiswa,



Handry Aprizen

NIM : 19012230012

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan thesis dengan tepat waktu.

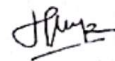
Tesis ini berjudul “Analisa Sistem Realtime Monitoring Gempa dan Kualitas 6 Data Stasiun Seismograph berdasarkan kondisi studi Spektrum jaringan *Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS)*”, disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister Teknik di JGU (Jakarta Global Universitas).

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Adhes Gamayel, ST, MT. Selaku Wakil Rektor 1 Jakarta Global University.
2. Bapak Ade Sunardi, ST, MT. Selaku Wakil Rektor 3 Jakarta Global University.
3. Ibu Sinka Wilyanti, ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Jakarta Global University.
4. Bapak Devan Junesco Vresdian, S.S.T, M.Sc.Eng. Selaku ketua jurusan Teknik Elektro Jakarta Global University.
5. Bapak Dr. Muhammad Haikal Satria, IPM. Selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh kesabaran sehingga terselesaikan skripsi ini.
6. Teman – teman mahasiswa S2 Teknik Elektro Jakarta Global University.
7. Orang tua tercinta (Ibunda) yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis hingga tesis ini dapat selesai.
8. Istri tercinta Rosmery Saragih, S. Pd yang selalu mengerti keadaanku dikala susah ataupun senang, dan mampu menjadi penyemangatku menyelesaikan tesis ini dan menuju target-target berikutnya.
9. Ibu Wanti, Bapak Rahadi, Bapak Yustinus, Bapak Edward, Bapak Supriyanto, Bapak Antonius Satrio seluruh jajaran Direksi dan Management PT Mindotama Avia Teknik group telah banyak memberikan moril maupun materil, support dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

10. Bapak Alex J.P selaku Supervisor divisi RMA & QC (atasan langsung), Bapak Sapriyanto dan Bapak Ponco N.W, Bapak Tri Waluyo (staff RMA & QC) PT Mindotama Avia Teknik group telah banyak memberikan support, motivasi, doa dan dukungan kepada penulis melanjutkan kuliah hingga selesai tesis ini.
11. Sahabat dan teman – teman seluruh keluarga besar PT Mindotama Avia Teknik group yang tidak dapat disebutkan Namanya satu – persatu yang tiada henti memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. Bapak Wolly dan Bapak Yanuar selaku teman dan sahabat dari Team GFZ BMKG Pusat Jakarta.
13. Bapak Adi, Bapak Hisnulzega, Bapak Eko, dari Team Divisi Instrument dan Kalibrasi Geofisika BMKG Pusat Jakarta dalam memberikan data dan informasi, support waktu untuk mengajari dan membimbing demi terlaksana tesis ini.
14. Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Sipil, Teknik Informatika, Jakarta Global University yang telah memberi support dan motivasi kepada penulis. Dalam penyusunan tesis ini penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan tesis ini.

Jakarta, 26 Februari 2022



HANDRY APRIZEN., ST



## DAFTAR ISI

|                                                                        | hal          |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                                                | i            |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                                | ii           |
| ABSTRAK.....                                                           | iii          |
| SURAT PERNYATAAN.....                                                  | v            |
| KATA PENGANTAR.....                                                    | vi           |
| DAFTAR ISI.....                                                        | viii         |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                      | <br><b>1</b> |
| 1.1 LATAR BELAKANG.....                                                | 1            |
| 1.2 PERUMUSAN MASALAH.....                                             | 3            |
| 1.3 BATASAN MASALAH.....                                               | 3            |
| 1.4 TUJUAN PENELITIAN.....                                             | 3            |
| 1.5 MANFAAT PENELITIAN.....                                            | 4            |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....                                         | 4            |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                | <br><b>5</b> |
| 2.1 TEORI DASAR.....                                                   | 5            |
| 2.2 GEMPA BUMI.....                                                    | 7            |
| 2.3 JENIS-JENIS GEMPA.....                                             | 7            |
| 2.3.1 Gempa Tektonik.....                                              | 8            |
| 2.3.2 Gempa Vulkanik.....                                              | 8            |
| 2.3.3 Gempa Runtuhan.....                                              | 8            |
| 2.3.4 Gempa Buatan.....                                                | 8            |
| 2.4 PENGELOMPOKKAN GEMPA BERDASARKAN KECEPATAN DAN ARAH<br>RAMBAT..... | 9            |
| 2.4.1 Gelombang P (Pressure Wave).....                                 | 9            |
| 2.4.2 Gelombang S (Shear Wave).....                                    | 9            |
| 2.5 PENGELOMPOKKAN GEMPA BERDASARKAN SUMBER PUSAT GEMPA<br>.....       | 10           |
| 2.5.1 Hiposenter.....                                                  | 10           |
| 2.5.2 Episenter.....                                                   | 10           |
| 2.6 PENGELOMPOKKAN GEMPA BERDASARKAN KEDALAMAN PUSAT<br>GEMPA.....     | 10           |
| 2.7 KEKUATAN GEMPA.....                                                | 10           |

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| 2.8 TSUNAMI.....                                           | 11         |
| 2.9 SEISMOMETER.....                                       | 11         |
| 2.10 DIGITIZER.....                                        | 14         |
| 2.11 SISTEM KOMUNIKASI SATELIT.....                        | 15         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>                      | <b>17</b>  |
| 3.1 DIAGRAM ALUR PENELITIAN.....                           | 17         |
| 3.2 JARINGAN LIBRA NANOMETRICS.....                        | 19         |
| 3.3 REMOTE STATION.....                                    | 20         |
| 3.4 CENTRAL RECORDING FACILITY (CRF).....                  | 24         |
| 3.5 MULTIPLEXING NETWORK DATA.....                         | 25         |
| 3.6 PQLX.....                                              | 26         |
| 3.6.1 Bagian server untuk analisa.....                     | 27         |
| 3.6.2 Aplikasi Perangkat Lunak Grafis Untuk Operator ..... | 28         |
| <b>BAB IV HASIL DAN ANALISA .....</b>                      | <b>33</b>  |
| 4.1 JENIS PROBLEM DATA.....                                | 33         |
| 4.1.1 Sensor yang mati.....                                | 33         |
| 4.1.2 Step.....                                            | 33         |
| 4.1.3 Spike.....                                           | 34         |
| 4.1.4 Strange signal (Sinyal yang terlihat aneh).....      | 35         |
| 4.1.5 Gaps (Data Hilang).....                              | 36         |
| 4.1.6 Noise Periode Panjang (Long Periode Noise).....      | 37         |
| 4.1.7 Noise Alam.....                                      | 38         |
| 4.2 KARAKTERISTIK SUMBER NOISE SEISMIK.....                | 40         |
| 4.2.1 Noise Akibat Perilaku Manusia.....                   | 41         |
| 4.2.2 Noise angin, air dan geologi.....                    | 41         |
| 4.2.3 Makroseismik.....                                    | 42         |
| 4.2.4 Mikroseismik.....                                    | 42         |
| 4.2.5 Gempa bumi.....                                      | 42         |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                     | <b>129</b> |
| 5.1 KESIMPULAN.....                                        | 129        |
| 5.2 SARAN.....                                             | 132        |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                       | 158        |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) telah memasang 182 Seismograph di wilayah Indonesia dalam jaringan Indonesia *Tsunami Early Warning System* (INATEWS) untuk memantau kejadian gempabumi. Di setiap lokasi telah dipasang sensor seismometer broadband 3 (tiga) komponen. Seismometer broadband mempunyai rentang frekuensi 0,01 Hz – 50 Hz. 1 Di dalam rentang frekuensi tersebut terdapat getaran tanah (*seismic noise*) yang dihasilkan oleh getaran alam (*microseismic*) seperti gelombang laut, tekanan atmosphere. 2 *Microseismic* di dominasi oleh gelombang permukaan Rayleigh. 3 *Seismic noise* juga dihasilkan oleh getaran gempabumi serta getaran lain yang dihasilkan oleh aktifitas manusia, mesin dan lain-lain. Pemilihan lokasi untuk penempatan seismograph menjadi suatu faktor yang penting untuk mendapatkan kualitas data rekaman seismograph yang baik. Meskipun teknologi peralatan yang digunakan sangat canggih, namun bila lokasi penempatan alat berada pada tempat yang memiliki noise yang tinggi, maka kualitas rekaman dalam mendeteksi gempabumi akan menjadi kurang baik.

Pertimbangan dalam pemilihan lokasi penempatan seismograph meliputi beberapa aspek diantaranya; 1 jaringan tersebut harus dapat mencakup sumber sumber kegempaan yang ada; 2 kondisi seismo-geologi harus dapat menangkap sinyal seismik tinggi namun noise lingkungan yang rendah biasanya berdiri pada singkapan batuan (*bedrock*); daerah mudah terjangkau; jauh dari sumber getaran mesin dan jalan raya; terdapat sambungan listrik atau sumber catu daya lainnya; serta kondisi iklim. 3 Dari persyaratan ideal tersebut terkadang harus diabaikan bila faktor keamanannya sangat rendah. Sehingga tiga lokasi penempatan seismograph yang baik menjadi sulit. Getaran (*noise*) lingkungan yang tinggi pada suatu lokasi dapat mempengaruhi akurasi pembacaan fase gelombang primer (P) dan gelombang sekunder (S) dalam penentuan lokasi sumber gempabumi.

Penelitian tentang pola seismik noise dalam analisis spektral pada jaringan seismograph di dunia telah dilakukan, yang memberikan model dengan pola



tertentu sebagai struktur utama dari *seismik noise*. 4 Analisis rekaman seismograph pada frekuensi tinggi dan hubungan dengan pengaruh getaran akibat angin pada lokasi seismograph. 5 Evaluasi terhadap kualitas penempatan seismograph sebagai kontrol kualitas dan masukan dalam penambahan lokasi dan relokasi pada jaringan seismograph global. 6 Penilaian terhadap kualitas stasiun seismograph dan juga masalah teknis peralatan dari rekaman seismograph dengan analisis Power Spectral Density (PSD) dan Probability Density Functions PDF pada jaringan Seismograph di Amerika 7.

Kondisi Bumi yang bergerak mengakibatkan tekanan antar lempeng bumi. Tekanan antar lempeng bumi bila terlalu besar dan tidak dapat di tahan maka akan terjadi gempa bumi (Nanang, 2012).

Gempa bumi akan menimbulkan getaran dipermukaan bumi. Getaran yang terlalu besar dan terjadinya tiba-tiba akan mengakibatkan kerusakan. Kata gempa bumi dapat digunakan untuk menunjukkan daerah asal terjadinya kejadian gempa bumi tersebut.

Gempa bumi sering terjadi di Indonesia, di akibatkan posisi Indonesia yang dikelilingi oleh tiga lempeng tektonik dunia masing-masing adalah Lempeng Indo-Australian, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Ketiga lempeng tektonik ini apabila bertemu akan menghasilkan tumpukan energi yang besarnya dalam ambang batas energi tertentu. Indonesia berada pada daerah *Pasific Ring of Fire* yaitu daerah jalur rangkaian gunung api aktif dunia sehingga setiap saat dapat terjadi letusan gunung berapi aktif dunia sehingga setiap saat dapat terjadi letusan gunung berapi yang akan menimbulkan gempa bumi. Bila letusan gunung berapi ini berada di kedalaman laut, kemungkinan dapat menimbulkan gelombang tsunami (Nanang,2012).

Tsunami adalah rangkaian gelombang laut yang diakibatkan oleh terjadinya gempa bumi di dasar laut dimana gelombang tsunami mampu menjalar dengan besar kecepatan 900 km per jam. Bila gempa bumi terjadi di dasar laut dengan kedalaman 7000 m maka kecepatan gelombang laut bisa mencapai 942,9 km/jam, dengan ketinggian gelombang laut didaerah tengah laut setinggi 60 cm, sehingga kapal yang sedang berada di tengah laut tidak merasakan adanya gelombang tsunami.



Perbedaan gelombang tsunami dengan gelombang laut biasa adalah besar Panjang gelombang tsunami diantara dua puncak gelombang lebih dari 100 km di laut lepas dengan periode gelombang antara puncak-puncak gelombang berkisar 10 menit sampai 60 menit.

Gelombang laut jenis tsunami besar kecepatan perambatan berkurang bila mencapai pantai yang dangkal, teluk, atau muara sungai, tetapi ketinggian gelombang laut bertambah besar sampai mencapai puluhan meter (Fauzi,2005).

Dalam pengamatan gelombang laut yang diakibatkan oleh gempa bumi dilakukan dengan menggunakan sistem peralatan yang modern. Sistem yang digunakan BMKG dalam melakukan pengamatan gempa adalah sistem *LIBRA*. Dalam operasionalnya sistem *LIBRA* menggunakan satelit sebagai media untuk pengiriman dan penerimaan sinyal gempa. Jaringan *LIBRA Nanometrics* merupakan komponen dari jaringan InaTews (Indonesia Tsunami Early Warning System) yang dimiliki oleh BMKG.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian pada latar belakang maka permasalahan di tesis penelitian ini, dapat di rumuskan sebagai berikut:

Bagaimana memantau sistem sensor gempa bumi pada jaringan *Libra Nanometrics* yang dimiliki BMKG secara real time sehingga kualitas data dari jaringan tersebut terjaga dengan baik.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada tesis penelitian ini yang akan dibahas hanya cara kerja elemen-elemen jaringan Sensor Gempa bumi dan Tsunami *LIBRA Nanometrics* di BMKG. Pembahasan masalah dibatasi analisa aplikasi PQLX dalam evaluasi stasiun seismograph dengan metode analisa sinyal yang dipakai secara optimal, sedangkan metode analisis spectra dan absen data belum dapat digunakan. Data yang dipakai data sinyal 6 stasiun seismograph bulan Maret tahun 2021. Dari hasil evaluasi dapat diketahui tingkat kualitas stasiun seismograph yang sudah diterapkan di USGS dan IRIS sehingga bisa diterapkan di BMKG.

## **1.4 Tujuan Penulisan**

Berdasarkan rumus masalah, maka tesis penelitian bertujuan untuk:

- a. Mengevaluasi kualitas data sensor harian yang terpasang di stasiun lokasi.

- b. Hasil sistem berubah-ubah setiap harinya sesuai dengan kondisi data di setiap lokasi.
- c. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter grading ke dalam bentuk persentase.

### **1.5 Manfaat Penulisan Tesis Penelitian**

Tesis penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi kepada kedeputian Geofisika terkait kualitas atau kondisi sinyal seismik jaringan Indonesia Tsunami Early warning system (InaTEWS).

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan dilakukan dengan susunan yang secara umum dapat menjelaskan permasalahan secara terperinci dengan urutan sebagai berikut:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan masalah, manfaat penulisan tesis penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini terdiri atas penelitian-penelitian terdahulu serta dasar teori yang diambil dari buku-buku serta jurnal-jurnal yang dipakai untuk pedoman dan kelancaran penelitian ini

#### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Bab ini terdiri atas diagram alir penelitian, model penelitian, pemilihan bahan cara penelitian dan parameter-parameter yang Digunakan serta langkah-langkah dalam penelitian.

#### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini berisi analisa dan hasil penelitian berupa data yang diperoleh dari hasil penelitian.

#### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pengamatan selama melakukan proses penelitian

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

1. Fauzi, Ihwan, 2005, Desain Peta Tanggap Darurat untuk Penanggulangan Bencana Tsunami Berbasis Citra Ikonos dan SRTM, Teknik Geodesi ITB: Bandung.
2. Manurung,,dkk, 2009, Perbandingan Tipe Mac Pada Jaringan VSAT Mesh dengan Ns-2, Universitas Diponegoro, Semarang, Halaman: 3 – 5.
3. Markus, dkk, 1973, Libra VSAT Network, Nanometrics Inc, Ontario, Halaman: 20 – 50.
4. Mulyo, Agung, 2004, Pengantar Ilmu Kebumihan, Penerbit: Pustaka Setia, Bandung.
5. Nanang, dkk,2012, Studi Karakteristik Gempa Pembangkit Tsunami, Program Riset ITB, Bandung.
6. Sutriyono, Wisnu Joko, 2006, Analisa Link Budget pada Komunikasi Satelit VSAT point to point bank mandiri TBK Cabang Padang ke stasiun Bumi Cipete Jakarta, Universitas Mercu Buana, Jakarta: 40 – 45.
7. Berger,J.,D. Carr,R. Parker & W. Farrell (1979): Seismic system calibration: 2 cross-spectral calibration using random binary sinyals, Bull. Seism. Soc. Am., Volume 69, Nro.1, pp 271-288.
8. Pavlis, G.L.,F.L. Vernon.(1994): Calibration of Seismometer using ground noise, Bull. Seism. Soc. Am , Vol.84 Nro. 4, pp 1234-1255.
9. Borman, P. (2002): IASPEI Manual of Seismological Observatory Practice, NMSOP, Potsdam.
10. Rodgers, P. W. (1992): frequency limits for seismometers as determined from sinyal-to noise rations. Part 1: the electromagnetic seismometer, Bull. Seism. Soc.Am., 82(2), 1071-1098, 1992.
11. Seth Stein and Michael wysession.,”An Introduction To Seismology, Earthquakes, and Earth Structure”.,Blackwell publishing Ltd., 2003.
12. Alan S. Morris., ‘Measurement And Instrumentation Principles”., third edition., 2001.
13. <https://202.90.198.110:2080/tewswiki/doku.php>
14. <http://monitoring.mindotama.co.id/libra/>