



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST FOURIER TRANSFORM* (FFT) PADA *MONITORING* LENDUTAN DAN FREKUENSI UNTUK ANALISIS KESEHATAN JEMBATAN

Sub Judul:

Model Sistem Pengukuran Frekuensi pada Alat Ukur Lendutan Jembatan Berbasis LabVIEW Menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT)

**POLITEKNIK
NEGERI
TUGAS AKHIR
JAKARTA**

Sarah Raisa Adnina

1803431018

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI ALGORITMA *FAST FOURIER TRANSFORM* (FFT) PADA *MONITORING* LENDUTAN DAN FREKUENSI UNTUK ANALISIS KESEHATAN JEMBATAN

Sub Judul:

Model Sistem Pengukuran Frekuensi pada Alat Ukur Lendutan Jembatan Berbasis LabVIEW Menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Politeknik

Sarah Raisa Adnina

1803431018

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sarah Raisa Adnina

NIM : 1803431018

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Agustus 2022

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

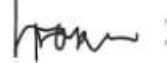
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas akhir diajukan oleh:

Nama : Sarah Raisa Adnina
NIM : 1803431018
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Model Sistem Pengukuran Frekuensi pada Alat Ukur
Lendutan Jembatan Berbasis LabVIEW Menggunakan
Fast Fourier Transform (FFT)

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Rabu, 27 Juli 2022
dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. ()
NIP. 197011142008122001

Depok, 16 Agustus 2022

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.
NIP. 196305031991032001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Tugas Akhir ini berjudul “Model Sistem Pengukuran Frekuensi pada Alat Ukur Lendutan Jembatan Berbasis LabVIEW Menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT)”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Tugas Akhir, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Dina Hakiki, M.T selaku Direktur Utama PT Nutech Integrasi untuk fasilitas alat dan tempat yang diberikan;
2. Ir. Sri Danaryani, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
3. Hariyanto, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi dan Dosen Instrumentasi dan Kontrol Industri;
4. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya untuk mengarahkan penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir;
5. Endang Wijaya, S.T., M.Si. dan Satria Arief Aditya, S.T., M.Tr.T. yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir;
6. Shafa Nurul Ramadhani dan Sekar Amara Dwi Ning Tyas, teman satu Tim Tugas Akhir yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir;
7. Orangtua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;

Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok,

Penulis

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ABSTRAK

Struktur jembatan mengalami variasi beban dinamis dalam variasi intensitas dan frekuensi beban. Dalam struktur jembatan khususnya yang terbuat dari baja struktur, kondisi pembebanan dinamis dapat menyebabkan kegagalan struktur jembatan akibat fatik berupa penjalaran retak akibat beban siklik serta usia penggunaan jembatan. Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat direalisasikan sebuah sistem pengukuran untuk analisis kesehatan jembatan dengan menggunakan sensor akselerometer sebagai pengukur parameter akselerasi, frekuensi, dan perpindahan. Perancangan sistem pengukuran menggunakan LabVIEW sebagai pengakuisisi dan pengolah data frekuensi dengan metode Fast Fourier Transform (FFT). Fitur FFT yang digunakan pada LabVIEW adalah Spectral Measurements yang memiliki input sinyal akselerasi domain waktu dengan output sinyal frekuensi. Spectral Measurements menampilkannya spectrum magnitude FFT dalam satuan puncak (FFT peak). Spectral Measurements digunakan untuk mengolah data frekuensi rendah dengan range frekuensi 0,75Hz sampai dengan 5Hz sehingga Spectral measurements tepat digunakan untuk alat ukur lendutan jembatan pada penelitian ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengolahan data akselerasi menjadi frekuensi pada sistem bekerja sesuai yang direncanakan. Berdasarkan analisis pengukuran data frekuensi pada sumbu X, Y, dan Z dengan masing-masing berjumlah 50 sample data, nilai standar deviasi pada range, diketahui sebesar $\pm 0,03$ dan memiliki akurasi sebesar 99,01%.

Kata Kunci: LabVIEW, Sensor Akselerometer, Frekuensi, Standar deviasi, Akurasi

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ABSTRACT

The bridge structure experiences dynamic load variations in variations in the intensity and frequency of loads. In bridge structures, especially those made of structural steel, dynamic loading conditions can cause bridge structure failure due to fatigue in the form of crack propagation due to cyclic loads and the age of the bridge. Based on this explanation, it is possible to realize a measurement system for bridge health analysis using accelerometer sensors to measure acceleration, frequency, and displacement parameters. The measurement system design uses LabVIEW as an acquirer and frequency data processor using the Fast Fourier Transform (FFT) method. The FFT feature used in LabVIEW is Spectral Measurements which has a time domain acceleration signal input with a frequency signal output. Spectral Measurements displays the spectrum magnitude of the FFT in peak units (FFT peak). Spectral Measurements are used to process low frequency data with a frequency range of 0.75Hz to 5Hz so that Spectral measurements are appropriate for measuring bridge deflection in this study. The test results show that the processing of acceleration data into frequency on the system works as planned. Based on the analysis of the measurement of frequency data on the X, Y, and Z axes with 50 data samples each, the standard deviation value in the range is known to be ± 0.03 and has an accuracy of 99.01%.

Keywords : LabVIEW, Accelerometer Sensor, Frequency, Standard deviation , Accuracy

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

| | |
|--|--|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | Error! Bookmark not defined. iv |
| KATA PENGANTAR | iv |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 2 |
| 1.5 Luaran..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | Error! Bookmark not defined. 3 |
| 2.1 Konteks Penelitian..... | Error! Bookmark not defined. 3 |
| 2.2 Jembatan..... | 4 |
| 2.2.1 Jembatan Satu Duit Bogor | Error! Bookmark not defined. 5 |
| 2.3 Getaran Jembatan | Error! Bookmark not defined. 6 |
| 2.4 <i>Fast Fourier Transformation</i> (FFT)..... | 7 |
| 2.5 LabVIEW | Error! Bookmark not defined. 8 |
| 2.5.1 <i>Fast Fourier Transformation</i> (FFT) pada LabVIEW..... | Error! Bookmark not defined. 8 |
| 2.6 Sensor Akselerometer AKF394B | Error! Bookmark not defined. 10 |
| 2.7 Modul <i>Wireless</i> LoRa SX1276..... | Error! Bookmark not defined. 12 |
| 2.8 Mikrokontroler ESP32 DevKit..... | 13 |
| 2.9 Modul <i>Step down</i> LM2596 DC-DC | 14 |
| 2.10 Baterai SMT Power SMT125..... | Error! Bookmark not defined. 15 |
| BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI..... | 16 |
| 3.1 Metodologi Penelitian | Error! Bookmark not defined. 16 |
| 3.2 Rancangan Alat | Error! Bookmark not defined. 17 |

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| | | | |
|-------------------------|--|-------------------------------------|----|
| 3.2.1 | Rancangan Sistem | Error! Bookmark not defined. | 17 |
| 3.2.2 | Deskripsi Alat | Error! Bookmark not defined. | 17 |
| 3.2.4 | Cara Kerja Alat | | 19 |
| 3.2.5 | Spesifikasi Alat | | 20 |
| 3.2.6 | Diagram Blok | Error! Bookmark not defined. | 21 |
| 3.3 | Realisasi Alat | | 22 |
| 3.3.1 | Realisasi Rancang Bangun Alat | | 22 |
| 3.3.2 | Realisasi Pemrograman Sistem Pengukuran Data Frekuensi... Error! | Bookmark not defined. | 23 |
| BAB IV PEMBAHASAN | | Error! Bookmark not defined. | 27 |
| 4.1 | Pengujian Sistem Pengukuran Frekuensi pada sumbu X, Y, dan Z Error! | Bookmark not defined. | 27 |
| 4.1.1 | Deskripsi pengujian | Error! Bookmark not defined. | 27 |
| 4.1.2 | Prosedur Pengujian | | 28 |
| 4.1.4 | Analisis Data / Evaluasi | | 36 |
| BAB V PENUTUP | | | 44 |
| 5.1 | Simpan | | 44 |
| 5.2 | Saran | | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | | | 45 |

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|--|
| Gambar 2. 1 Jembatan Satu Duit di Bogor | 5 |
| Gambar 2. 3 Spectral Measurement Fast Fourier Transformation pada LabVIEW 9 | |
| Gambar 2. 4 Sensor AKF394B | 11 |
| Gambar 2. 5 LoRa SX1276 Semtech | 13 |
| Gambar 2. 6 Pinout ESP32 DevKit..... | 14 |
| Gambar 2. 7 Modul Step down LM2596 DC-DC..... | 14 |
| Gambar 2. 8 Baterai SMT Power 12V 5AH SMT125 | Error! Bookmark not defined. |
| | |
| Gambar 3. 1 Metode Penelitian..... | 16 |
| Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem..... | Error! Bookmark not defined. 19 |
| Gambar 3. 3 Diagram Alir Cara Kerja Alat | Error! Bookmark not defined. 19 |
| Gambar 3. 4 Diagram Blok Sistem | Error! Bookmark not defined. 21 |
| Gambar 3. 5 Rancang bangun alat bagian <i>transmitter</i> | Error! Bookmark not defined. 22 |
| Gambar 3. 6 Rancang bangun alat bagian <i>receiver</i> | Error! Bookmark not defined. 22 |
| Gambar 3. 7 Rekonstruksi data akselerasi menjadi sinyal... .. | Error! Bookmark not defined. 24 |
| Gambar 3. 8 Blok Diagram pengolahan data akselerasi menjadi frekuensi . | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 3. 9 Tampilan Front Panel Homepage LabVIEW .. | Error! Bookmark not defined. 25 |
| Gambar 3. 10 Tampilan Front Panel Dashboard LabVIEW | Error! Bookmark not defined. 26 |
| | |
| Gambar 4. 1 Pengujian Pengukuran Frekuensi | 27 |
| Gambar 4. 2 Konfigurasi Validasi Pengukuran Frekuensi... .. | Error! Bookmark not defined. 28 |
| Gambar 4. 3 Tampilan HMI Angular Position Control | Error! Bookmark not defined. 29 |
| Gambar 4. 4 Grafik Data 0,75 Hz pada Sumbu X | Error! Bookmark not defined. 37 |
| Gambar 4. 5 Grafik Data 2,25 Hz pada Sumbu X .. | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 6 Grafik Data 3,5 Hz pada Sumbu X ... | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 7 Grafik Data 5 Hz pada Sumbu X | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 8 Grafik Data 0,75 Hz pada Sumbu Y .. | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 9 Grafik Data 2,25 Hz pada Sumbu Y .. | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 10 Grafik Data 3,5 Hz pada Sumbu Y | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 11 Grafik Data 5 Hz pada Sumbu Y | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 12 Grafik Data 0,75 Hz pada Sumbu Z | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 13 Grafik Data 2,25 Hz pada Sumbu Z | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 14 Grafik Data 3,5 Hz pada Sumbu Z.. | Error! Bookmark not defined. |
| Gambar 4. 15 Grafik Data 5 Hz pada Sumbu Z..... | Error! Bookmark not defined. |

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

| | |
|---|-------------------------------------|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Oleh Faiz..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Oleh Cahyaning .. | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 2. 3 Parameter Sensor Akselerometer AKF394B | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 3. 1 Daftar komponen..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 3. 2 Keterangan Gambar Rancang Bangun Alat | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 1 Daftar alat Angular Position Control | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 2 Data Pengujian Pengukuran Frekuensi pada Sumbu X | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 3 Data Pengujian Pengukuran Frekuensi pada Sumbu Y | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 4 Data Pengujian Pengukuran Frekuensi pada Sumbu Z..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 5 Analisis Data Frekuensi pada Sumbu X..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 6 Analisis Data Frekuensi pada sumbu Y..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4. 7 Analisis Data Frekuensi pada sumbu Z..... | Error! Bookmark not defined. |

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup..... | 47 |
| Lampiran 2. Datasheet sensor AKF394B..... | 48 |
| Lampiran 3. Grafik Histerisis..... | 49 |



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk melewati massa (lalu-lintas, air) lewat atas suatu penghalang (*Direktorat Jembatan Direktorat Jendral Bina Marga, 2017*). Salah satu jembatan di Indonesia yang dimiliki oleh Kementerian Pekerjaan Umum yaitu Jembatan Satu Duit di Bogor, Jawa Barat yang dibangun sejak pertengahan abad ke 19. Jembatan Satu Duit menjadi salah satu pintu keluar masuk menuju pusat pemerintah Kota Bogor dengan intensitas kendaraan yang sangat tinggi. Dengan adanya pembebanan lalu lintas kendaraan yang padat dan konstruksinya yang sudah lama, menyebabkan daya layan jembatan menurun akibat kerusakan atau fatik. Oleh karena itu diperlukan pemantauan dan pemeliharaan kesehatan jembatan sehingga dapat mengetahui kondisi struktur jembatan dan mencegah kerusakan dini.

Proses pengawasan tersebut adalah *Structural Health Monitoring System* (SHMS). SHMS merupakan sebuah sistem *monitoring* kesehatan struktur bangunan berbasis teknologi yang terdiri dari berbagai jenis sensor yang dapat memberikan data-data nyata dari elemen-elemen bangunan (Cahya, 2016). SHMS digunakan untuk memantau kinerja dan kesehatan struktural jembatan dengan pengujian dari berbagai pembebanan melalui pengukuran nilai frekuensi, lendutan, dan tekanan beban. Oleh sebab itu sebuah jembatan memerlukan pemeliharaan berdasarkan kondisi jembatan. Pemeliharaan ini harus segera dilakukan agar tidak terjadi kegagalan akibat fatik.

Sistem pengukuran ini dirancang untuk membantu menentukan kondisi peralatan untuk memprediksi kapan pemeliharaan harus dilakukan. Salah satu penerapannya adalah dengan memantau nilai frekuensi getaran jembatan dengan metode Fast Fourier Transformation (FFT). Hasil dari fungsi FFT yaitu nilai frekuensi yang dibandingkan dengan nilai frekuensi alamiah pada jembatan untuk mengetahui kondisi jembatan.

Pada tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah akselerometer AKF394B, pembahasan berfokus pada pengukuran kesehatan jembatan berdasarkan frekuensi yang meliputi perancangan dan pemrograman sistem pengukuran frekuensi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggunakan Fast Fourier Transformation (FFT) berbasis LabVIEW. Sistem ini diperlukan agar dapat memantau, mengukur, serta menganalisis performansi respon tingkat layan Jembatan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, di atas, maka rumusan masalah yang dapat diambil yakni :

- a. Bagaimana pemrograman sistem pengukuran frekuensi dengan *software* LabVIEW menggunakan *Fast Fourier Transformation (FFT)*?
- b. Bagaimana cara memvalidasi program LabVIEW sistem pengukuran nilai frekuensi getaran?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini yaitu :

- a. Pengujian dilakukan dengan range frekuensi 0,75Hz sampai dengan 5Hz
- b. *Software* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LabVIEW 2021
- c. Tugas Akhir ini difokuskan untuk memvalidasi sistem pengukuran pada alat ukur lendutan jembatan.
- d. Pengujian dilakukan di luar ruangan
- e. Tidak menganalisis kesehatan jembatan

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu untuk merealisasikan algoritma *Fast Fourier Transformation (FFT)* dalam pengukuran frekuensi menggunakan *software* LabVIEW yang dapat diimplementasikan pada alat ukur lendutan jembatan.

1.5 Luaran

Luaran dari pembuatan Tugas Akhir ini yaitu :

- a. Laporan Tugas Akhir.
- b. Publikasi jurnal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Terdapat beberapa kesimpulan yang penulis dapatkan pada Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut:

- a. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa LabVIEW dapat mengolah data akselerasi menjadi frekuensi yang menghasilkan nilai frekuensi sesuai dengan frekuensi referensi menggunakan Fast Fourier Transform (FFT) dan menampilkan data berupa numerik maupun grafik.
- b. Berdasarkan analisis pengukuran data frekuensi pada sumbu X, Y, dan Z dengan masing-masing berjumlah 50 sample data, nilai standar deviasi pada range frekuensi 0,75Hz sampai dengan 5Hz, diketahui sebesar $\pm 0,03$ dan memiliki akurasi sebesar 99,01%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat membuat sistem pengukuran ini menjadi lebih baik maka dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Dalam penerapannya, lebih baik jika menggunakan sensor akselerometer dengan *range* gravitasi yang lebih rendah agar dapat membaca nilai frekuensi dibawah 0,75Hz.
- b. Dapat dilakukan penambahan parameter yang diukur yaitu kecepatan getaran jembatan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., & Rahman, M. (2015). Analisis Karakteristik Getaran Pada Balok Jepit Bebas yang Terbuat dari Material Komposit Serat Bambu dengan Variasi Posisi Penggetar. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 7(1), 111–118.
- Accelerometer, A. D. (2018). *AKF392B 3-Axis Digital Accelerometer*.
- Ade Riyani, Asyhar Nurrochman, Eko Sanjaya, Putri Rizqiyah, A. J. (2019). Mengidentifikasi Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode Fast Fourier Transform (Fft) Berbasis Matlab. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications Mengidentifikasi*, 1(1), 42–50.
- Agustapraja, H. R., & Kartikasari, D. (2017). Studi Evaluasi Pekerjaan Struktur Box Culvert Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kucing Ruas Sukodadi – Sumberwudi Kabupaten Lamongan. *UKaRsT*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v1i1.261>
- Arifin, Z., Zakki, A. F., & Iqbal, M. (2017). Studi Karakteristik Getaran Global Kapal Supply Vessel 70 M Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 137–141.
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. (2016). A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things. *Sensors (Switzerland)*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/s16091466>
- Cahya, A. P. (2016). *Monitoring Kesehatan Struktur Pada Jembatan Surabaya-Madura System Health Monitoring of Structures on the Surabaya-*.
- Cahyaning Putri Wiranti. (2020). Simulasi Embedded System Pengakuisisi Data Getaran Jembatan dan Analisis Frekuensi Getaran Jembatan dengan Metode Fast Fourier Transformation (FFT). In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.02.034%0Ahttps://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cjag.12228%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104773%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011%0Ahttps://doi.o>
- Direktorat Jembatan Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). Perencanaan Jembatan. *Nspkjembatan.Pu.Go.Id*, 1–27.
- Hanur, M. F. A. (2016). *Rancang Bangun Alat Pemutus KWH Meter Sebagai Proteksi Berbasis Arduino*. 54.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Michael Tan, Saktioto, T. E. (2015). *ANALISA FREKUENSI ALAMI DAN REGANGAN OLEH KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN FIBER BRAGG GRATING*. 28–30.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Riyadi, M., Setiawan, I., Jurusan, M., Elektro, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Elektro, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2010). Pendeteksi Posisi Menggunakan Sensor Accelerometer MMA7260Q. *Semarang, Teknik Elektro Universitas Diponegoro*, 12(2), 76–81.

Sarjono Anwar Ardhi, Tri Cahyo Utomo, Ari Wibowo, I. W. (2013). ANALISIS KEMAMPUAN LAYAN JEMBATAN RANGKA BAJA SOEKARNO – HATTA MALANG DITINJAU DARI ASPEK GETARAN, LENDUTAN DAN USIA FATIK. *Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 1(69), 5–24.

Wardhana, F. N., Sumaryo, S., Wibowo, A. S., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2018). *Pemantauan Struktur Atas Jembatan*. 5(3), 3973–3980.

Widharma, I. G. S. (2020). Dasar pemrograman dan penerapan lab view. *Politeknik Negeri Bali, October*.

Widyanto, S. A., Widodo, A., Kamta, Suprihanto, A., Tornado, F. Y., & Nugroho, C. (2016). Karakteristik Peredaman Getaran Konstruksi Model Jembatan Untuk Pengembangan Sistem Diganosis Pola Gagal. *Teknoin*, 22(10), 776–785. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss10.art8>

Yassar, M. F., Nurwahyudi, Meidina, Z., & Darmawan, I. G. B. (2020). Konsep Awal Penerapan Alat Akselerometer dan Lora sebagai Pendeteksi Ketahanan Jembatan yang dapat Dipantau melalui Data Center. *Prosiding SINTA*, 3, 1–4. <http://sinta.eng.unila.ac.id/prosiding/index.php/ojs/article/view/19/17>

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Anak kedua dari dua bersaudara. Lahir di Jakarta, 17 Mei 2000. Lulus dari SD Negeri 15 Tebet Timur ada tahun 2012, SMP Negeri 115 Jakarta tahun 2015, dan SMA Negeri 8 Jakarta pada tahun 2018, kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S.Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) (2017-2021).

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 2. Datasheet sensor AKF394B

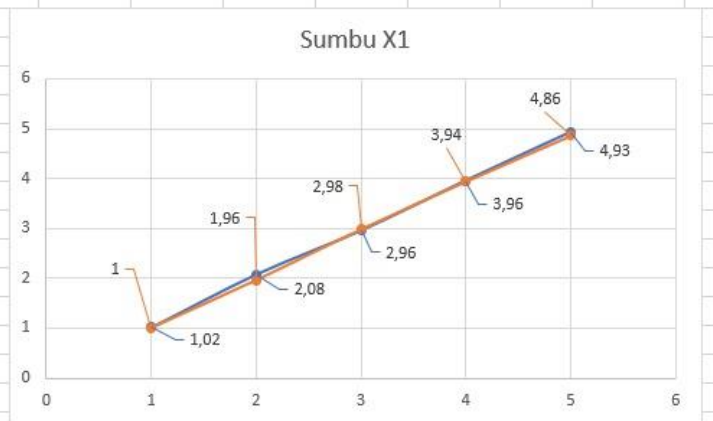
| | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| Range | ±2 | ±4 | ±8 | ±10 | ±20 | ±40 | g |
| Deviation Calibration | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | mg |
| Measuring Axial | X,Y,Z | X,Y,Z | X,Y,Z | X,Y,Z | X,Y,Z | X,Y,Z | Axial |
| Up/Off Power Repeatability | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | mg(highest) |
| Deviation Temp. Coefficient | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | %/°C (Typical value) |
| Resolution/Threshold (@ 1Hz) | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | mg(highest) |
| Nonlinearity | <0.5 | <0.8 | <1 | <1 | <1 | <1 | % FS (highest) |
| Bandwidth (3Db) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | Hz |
| Cross-axis sensitivity | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | % |
| Lateral vibration sensitivity ratio | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 5 | % |
| Resonance frequency | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | kHz |
| 68 protocol automatic output rate | 5Hz、10Hz、25Hz、50Hz、100Hz、200Hz、500Hz、1000Hz | | | | | | |
| MODBUS automatic output rate | 10Hz、25Hz、50Hz | | | | | | |
| Output Interface | RS232/RS485/TTL | | | | | | |
| Protocol | Rion Standard Protocol And Modbus Rtu Protocol | | | | | | |
| Reliability | MIL-HDBK-217, Grade 2 | | | | | | |
| Shock Resistance | 100g@11ms .3 Axial Direction (Half Sinusoid) | | | | | | |
| Recovery Time | <1ms(1000g,1/2 Sin 1ms,Shock Acting On The i Axis) | | | | | | |
| Vibrate | 20g Rms,20~2000Hz (Random Noise , o ,p,i Per Axis For Action 30 Minutes) | | | | | | |
| Input (Vdd_Vss) | 9~36 VDC | | | | | | |
| Current Consumption | <60mA @ 12 VDC | | | | | | |
| Connector | Industry standard M12 connector | | | | | | |
| Weight | Product net weight: 82g, magnetic base: 48g, L-shaped adapter plate 20g | | | | | | |
| Dimension | Product size: 34.3*34.3*38.5mm Magnetic adsorption base size: 34.23*34.23*6mm L-shaped adapter plate size: 36*44*4mm | | | | | | |



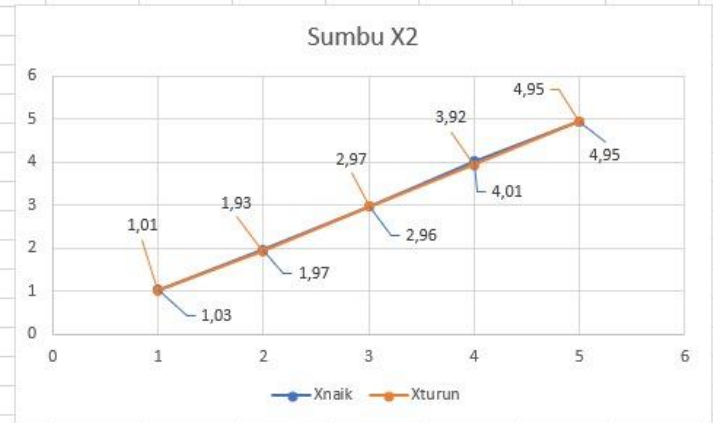
- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Grafik Histerisis

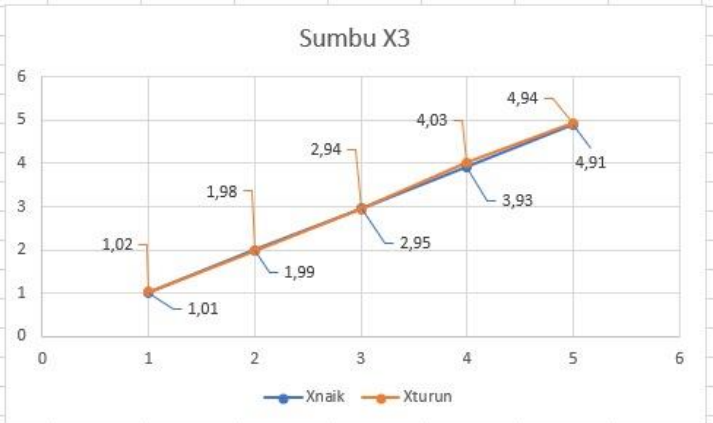
| frekuensi | Xnaik | Xturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,02 | 1 |
| 2 | 2,08 | 1,96 |
| 3 | 2,96 | 2,98 |
| 4 | 3,96 | 3,94 |
| 5 | 4,93 | 4,86 |



| frekuensi | Xnaik | Xturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,03 | 1,01 |
| 2 | 1,97 | 1,93 |
| 3 | 2,96 | 2,97 |
| 4 | 4,01 | 3,92 |
| 5 | 4,95 | 4,95 |



| frekuensi | Xnaik | Xturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,01 | 1,02 |
| 2 | 1,99 | 1,98 |
| 3 | 2,95 | 2,94 |
| 4 | 3,93 | 4,03 |
| 5 | 4,91 | 4,94 |

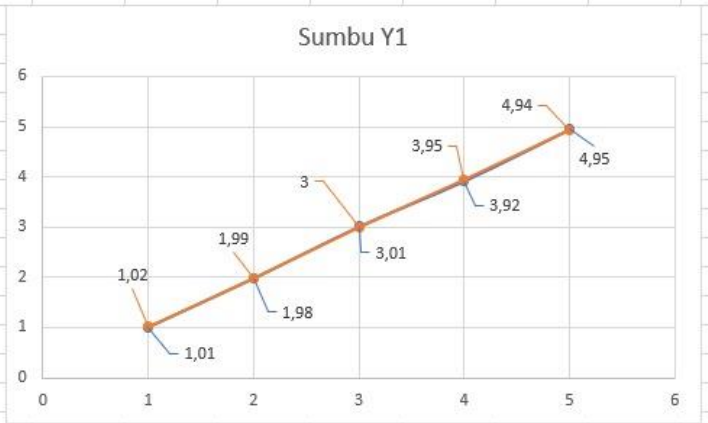


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

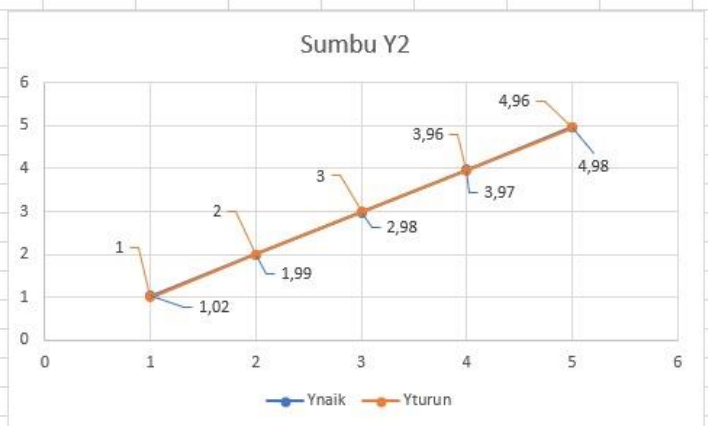
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

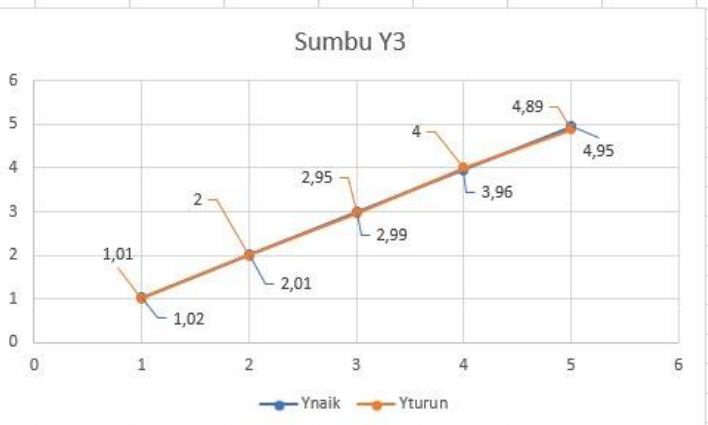
| frekuensi | Ynaik | Yturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,01 | 1,02 |
| 2 | 1,98 | 1,99 |
| 3 | 3,01 | 3 |
| 4 | 3,92 | 3,95 |
| 5 | 4,95 | 4,94 |



| frekuensi | Ynaik | Yturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,02 | 1 |
| 2 | 1,99 | 2 |
| 3 | 2,98 | 3 |
| 4 | 3,97 | 3,96 |
| 5 | 4,98 | 4,96 |



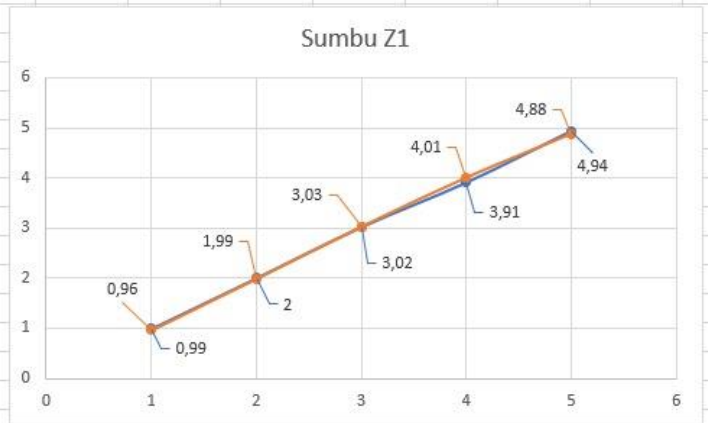
| frekuensi | Ynaik | Yturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,02 | 1,01 |
| 2 | 2,01 | 2 |
| 3 | 2,99 | 2,95 |
| 4 | 3,96 | 4 |
| 5 | 4,95 | 4,89 |



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| frekuensi | Znaik | Zturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 0,99 | 0,96 |
| 2 | 2 | 1,99 |
| 3 | 3,02 | 3,03 |
| 4 | 3,91 | 4,01 |
| 5 | 4,94 | 4,88 |



| frekuensi | Znaik | Zturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1,03 | 0,99 |
| 2 | 1,95 | 1,98 |
| 3 | 2,95 | 2,93 |
| 4 | 4,03 | 3,95 |
| 5 | 4,96 | 4,98 |



| frekuensi | Znaik | Zturun |
|-----------|-------|--------|
| 1 | 1 | 0,99 |
| 2 | 1,99 | 2 |
| 3 | 2,98 | 2,99 |
| 4 | 3,97 | 3,95 |
| 5 | 5 | 4,96 |

