

TESIS

**“ SIMULASI NUMERIK IDENTIFIKASI KERUSAKAN STRUKTUR
RANGKA BIDANG DENGAN METODE SECOND ORDER BLIND
IDENTIFICATION (SOBI) DAN PROGRAM BANTU MATLAB DENGAN
SENSOR MOBILE HAND PHONE ”**



RYAN E HAURISSA

NPM : 185102797

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS ATMA JAYA

YOGYAKARTA

2023



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : RYAN E HAURISSA
Nomor Mahasiswa : 185102797
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : “ Simulasi Numerik Identifikasi Kerusakan Struktur Rangka Bidang Dengan Metode *Second Order Blind Indentification* (SOBI) dan Program Bantu MATLAB Dengan Sensor Mobile Hand Phone ”

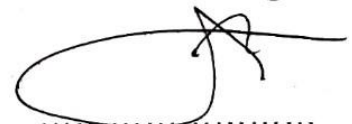
Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan

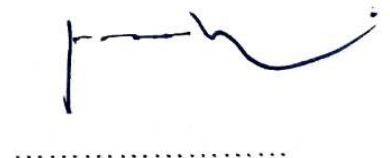
Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

19/1/23
.....


.....

Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng.

24/01/2023
.....


.....



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : RYAN E HAURISSA
Nomor Mahasiswa : 185102797
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : “ Simulasi Numerik Identifikasi Kerusakan Struktur Rangka Bidang Dengan Metode *Second Order Blind Identification* (SOBI) dan Program Bantu MATLAB Dengan Sensor Mobile Hand Phone ”

Nama Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan

Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

19/1/23

Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng

24/01/2023

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.

20/01/2023

Ketua Program Studi



FAKULTAS
TEKNIK

(Dr. Ir. Dwijoko Anusanto, M.T.)

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RYAN E HAURISSA

Nomor Mahasiswa : 185102797

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Konsentrasi : Struktur

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

SIMULASI NUMERIK IDENTIFIKASI KERUSAKAN STRUKTUR RANGKA BIDANG DENGGA METODE SECOND ORDER BLIND INDENTIFICATION (SOBI) DAN PROGRAM BANTU MATLAB DENGAN SENSOR MOBILE HAND PHONE

Merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan pekerjaan orang lain ataupun Salinan atau hasil jiplakan dari tesis atau karya tulisan orang lain. Apabila dikedian hari ternyata terdapat ketidaksesuain dengan pernyataan di atas maka penulis berdesia menerima segala sanksi yang akan diberikan oleh pihak Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY)

Yogyakarta, 11 Januari 2023



RYAN E HAURISSA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, berkat dan karunia-Nya kepada penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penyusunan tesis ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Selama Penyusunan tesis ini, penulis telah mendapatkan banyak masukan, pengalaman serta saran dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Direktur program studi pasca sarjana UAJY, Ketua Program Magister Teknik Sipil dan para dosen pengajar Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar dan membantu penulis selama masa perkuliahan di UAJY.
2. Bapak Dr. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng. selaku Pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Pembimbing II yang telah banyak berdiskusi, memberikan bimbingan, arahan serta motivasi dalam penyusunan karya yang di buat penulis
3. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. selaku penguji dan yang telah membimbing penulis juga dalam mengajarkan dan sharing tentang MATLAB yang sudah penulis kerjakan
4. Kepada Seluruh Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis selama masa pengujian di lab.
5. Teman-teman seangkatan dan senior pada Program Studi Magister Teknik Sipil teman-teman yang selalu membantu : Senior Alan Putranto, Ade Josua, (almarhum) mas Fandi, Theresia, Kaka Vincent, Alex Sigit, Diyat, Witno, Ryan Michael, dan lainnya yang belum di sebutkan,
6. Keluarga Tercinta Yang selalu mendukung, Papaku Tercinta Dr. Ir. Jusuf Haurissa. M.T, Mamaku Tercinta Hendrika Simaela, dan Adekku Tercinta Calvin Jean Haurissa.
7. Rekan-Rekan The Harmony 4 The Grace

Laporan ini jauh dari sempurna dan hanya sebagian kecil dari luasnya ilmu pengetahuan dibidang Teknik Sipil terutama dinamika struktur dan deteksi kerusakan. Saran dan masukan yang sifatnya membangun dan dapat berkontribusi pada perkembangan ilmu Teknik Sipil dalam berbasis computer sangat di harapkan demi menciptakan engineer yang handal dan kompetitif pada era yang akan datang.



Yogyakarta, Januari 2023

Penulis

Ryan E Haurissa

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING..... | ii |
| LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xi |
| INTISARI..... | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Manfaat dan Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 5 |
| 1.5 Keaslian Penelitian..... | 6 |
| 1.6 Sistematik Penulisan..... | 6 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | 8 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 8 |
| 2.1.1 Getaran Ambient..... | 10 |
| 2.1.2 Sensor Accelerometer..... | 10 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 11 |
| 2.2.1 Metode Simulasi Numerik Truss Rangka Bidang..... | 11 |
| 2.2.1.1 Matriks Kekakuan..... | 11 |
| 2.2.1.2 Matriks Massa..... | 12 |
| 2.2.1.3 Matriks Redaman..... | 12 |
| 2.2.1.4 Transformasi Koordinat..... | 13 |
| 2.2.1.5 Kondensasi Statik..... | 14 |
| 2.2.1.6 Signal Processing..... | 17 |
| 2.2.1.6.1 Data dan Proses Random..... | 17 |
| 2.2.1.6.2 Transformasi Fourir Diskrit(DFT)..... | 18 |
| 2.2.1.6.3 State Space Model..... | 18 |
| 2.2.2 Metode SOBI (Second Oder Blind Indentification)..... | 24 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 27 |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian..... | 27 |
| 3.2 Alur Penelitian..... | 28 |
| 3.3 Langkah-langkah Eksperimental..... | 29 |

| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 30 |
| 4.1 Tahap Analisis..... | 30 |
| 4.2 Tahap Eksperimen..... | 36 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 41 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 41 |
| 5.2 Saran..... | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 43 |
| LAMPIRAN – LAMPIRAN..... | 45 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Kondisi Kriteria Rasio Frekuensi | 26 |
| Tabel 4.1 Parameter Modal FE dan SOBI..... | 33 |
| Tabel 4.2 Nilai Ragam Getar FE dan SOBI..... | 34 |
| Tabel 4.3 Nilai Frekuensi Alami Prediksi SOBI..... | 40 |

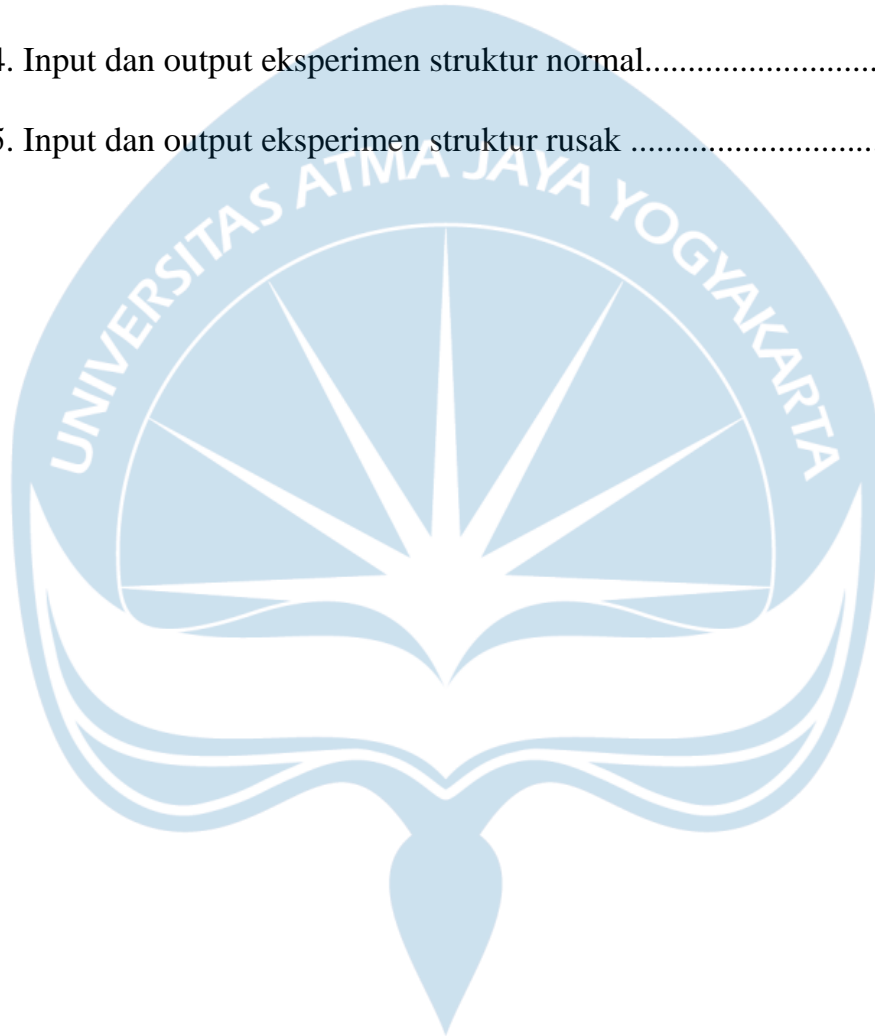


DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Elemen Struktur Truss dengan Koordinat Nodal..... | 11 |
| Gambar 2.2 Kondensi Statik Pada Struktur 3 Lantai..... | 16 |
| Gambar 3.1 Skema Pemasangan..... | 28 |
| Gambar 4.1 Respons Struktur Akibat Getaran Ambient..... | 32 |
| Gambar 4.2 Bentuk 1 | 35 |
| Gambar 4.3 Bentuk 2 | 35 |
| Gambar 4.4 Bentuk 3 | 35 |
| Gambar 4.5 Accelerometer HP Vivo V15 Pro Pada Aplikasi Matla..... | 37 |
| Gambar 4.6 Waktu Untuk mengatur sensor pada matlab..... | 37 |
| Gambar 4.7 Mekanisme Pemasangan Sensor HP Vivo V15 pro pada benda uji..... | 38 |
| Gambar 4.8 Proses Ekstrak Data Sensor dr HP ke Laptop..... | 38 |
| Gambar 4.9 Respons Struktur Normal..... | 39 |
| Gambar 4.10 Respons Struktur Rusak..... | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Prosedur eksperimen | 48 |
| Lampiran 2. Alat dan bahan benda uji..... | 49 |
| Lampiran 3. Input dan Output struktur truss (finite element) | 50 |
| Lampiran 4. Input dan output eksperimen struktur normal..... | 57 |
| Lampiran 5. Input dan output eksperimen struktur rusak | 58 |



INTISARI

Intisari : Gagalnya pekerjaan bangunan disebabkan strukturnya yang gagal berfungsi dan juga dapat menimbulkan kerugian materi, dan bahkan bisa menimbulkan korban jiwa. Karena dari itu sangat diperlukan antisipasi yang sangat baik dan secara cermat. Berkaitan hal ini penelitian yang akan dilakukan adalah monitoring kesehatan struktur dengan mengidentifikasi kerusakan struktur berdasarkan tes getaran. Mengidentifikasi parameter modal struktur berdasarkan hasil output getaran dengan metode algoritma *Second Order Blind Identification* (SOBI) yang di buat dengan simulasi numerik pada aplikasi MATLAB. Metode pada penelitian ini adalah eksperimen laboratorium, dengan 2 model pengujian yaitu nilai parameter modal struktur truss normal dan struktur truss rusak dengan menggunakan metode algoritma *Second Order Blind Identification*. Selanjutnya Menganalisa indikasi kerusakan struktur dari parameter modal terestimasi. akusari dan efektifitas metode algoritma *Second Order Blind Identification* layak untuk dipakai. Hasil penelitian menunjukkan data rekaman sensor Hp yang telah diolah adalah file *health15mts.mat* dan *damage15mts.mat* di load ke program SOBI diperoleh nilai prediksi frekuensi alami struktur normal 31,9072 rad/s dan struktur rusak 22,6089 rad/s. Dari prediksi frekwensi yang didapat diperoleh nilai rasio frekweunsi 41,127 %. Menurut Peraturan Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja No.005/BM/2009 Pedoman Konstruksi dan Bangunan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga jikalau sudah melebihi 20 % dapat dikategorikan pada kondisi kritis.

Kata kunci : struktur truss, algoritma SOBI, tes getaran, metode algoritma

ABSTRACT

Abstract: The failure of the building work is due to the structure failing to function and can also cause material losses and can even cause fatalities. Because of that, excellent and careful anticipation is needed. In this regard, the research that will be carried out is monitoring the structure's health by identifying structural damage based on vibration tests. Modal structural parameters are determined based on the vibration output using the Second Order Blind Identification algorithm created by numerical simulation in the MATLAB application. The method in this research is a laboratory experiment with two testing models, namely the modal parameter values of the typical truss structure and the damaged truss structure, using the Second Order Blind Identification algorithm method. Furthermore, analyzing the indications of structural damage from the estimated modal parameters, the accuser, and the effectiveness of the Second Order Blind Identification algorithm method is feasible to use. The results showed that the Hp sensor recording data that had been processed were the health15mts.mat and damage15mts.mat files loaded into the SOBI program, and the predicted value of the natural frequency of typical structures was 31,9072 rad/s, and damaged structures were 22,6089 rad/s. From the expected frequency, the frequency ratio value is 41.127 %. According to the Steel Frame Bridge Inspection Regulation No.005/BM/2009 Guidelines for Construction and Building of the Ministry of Public Works, Directorate General of Highways, if it exceeds 20%, it can be categorized as critical.

Keywords: truss structure, SOBI algorithm, vibration test, algorithm method