

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEKERASAN BETON MENGGUNAKAN SUARA  
BERBASIS FFT (*FAST FOURIER TRANSFORM*)**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana S-1



**Diajukan oleh :**

**DWI LESTARI**

**102 11 11 013**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**

**2016**

**SKRIPSI**

**“ANALISIS KEKERASAN BETON MENGGUNAKAN SUARA BERBASIS**

**FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)”**

**DWI LESTARI**

**102 11 11 013**

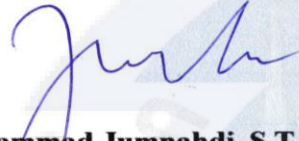
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Tanggal 2 Maret 2016

Susunan Dewan Penguji

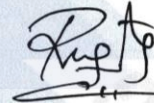
Pembimbing Utama

Anggota Dewan Penguji I



**Muhammad Jumnahdi, S.T.,M.T.**

NP 307010044

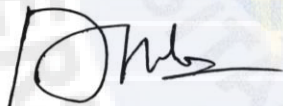


**Rika Favoria Gusa, S.T.,M.Eng.**

NIP 198407222014042002

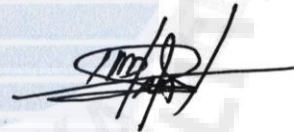
Pembimbing Pendamping

Anggota Dewan Penguji II



**Donny Fransiskus Manalu, S.T.,M.T.**

NP 307608020



**Indra Gunawan, S.T.,M.T.**

NP 307010036

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Irwan Dinata, S.T.,M.T.**

NIP 198503102014041001

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Dwi Lestari  
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : Batu betumpang, 25 November 1993  
NIM : 102 11 11 013  
FAKULTAS/JURUSAN : Teknik/Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “Analisis Kekerasan Beton Menggunakan Suara Berbasis FFT (*Fast Fourier Transform*)” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunijuk, maret 2016  
Yang Membuat Pernyataan



DWI LESTARI  
NIM.102 11 11 013

## INTISARI

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama suatu mutu beton, melakukan pengujian kuat tekan secara konvensional pada mesin uji kuat tekan berakhir dengan hasil merusak beton itu sendiri. Penelitian ini merupakan teknik analisis kuat tekan beton yang dilakukan dengan mengamati spektrum suara mutu beton bertujuan untuk mendapatkan isyarat kekerasan beton dari hentakan bandul, pengujian ini dilakukan dengan perekaman suara menggunakan alat media perekam yang dilakukan 10 kali perekaman pada setiap mutu beton, hasil rekaman diolah menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) pemograman MATLAB. Mutu beton yang digunakan yaitu K150, K175, K200, K250 dan K275, mutu yang dijadikan acuan yaitu mutu beton K250 yang diuji pada usia 7 hari-28 hari diperoleh frekuensi minimum 493,2 Hz – 944,8 Hz, frekuensi puncak maksimal diperoleh 0.2dB-0.4dB, lebar bidang (*band with*) 599,8 Hz – 773,8 Hz, dan frekuensi maksimum 1233,4 Hz – 1247,6 Hz dengan hasil uji kuat tekan 21,97 N/mm<sup>2</sup> - 28,7 N/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci : Mutu Beton, Nilai Spektrum Suara, Program MATLAB, (FFT)**

***Fast Fourier Transform.***

## **ABSTRACT**

*The compressive strength is one of the main performance of a concrete quality , testing the compressive strength of conventional machines compressive strength test ended with the result of damaging the concrete itself. This study is an analysis technique compressive strength of concrete is done by observing the spectrum of the sound quality of concrete aims to get cues from buffeting pendulum hardness of the concrete, This testing is done by using the voice recording tool recording medium is performed 10 times on each concrete quality recording , the recording is processed using FFT (Fast Fourier Transform ) MATLAB programming . Quality of the concrete used are K150 , K175 , K200 , K250 and K275 , the quality of the referenced namely K250 concrete quality is tested at the age of 7 days - 28 days obtained the minimum frequency 493.2 Hz - 944.8 Hz , maximum peak frequency obtained 0.2dB - 0.4dB , the width of the field ( with band ) 599.8 Hz - 773.8 Hz , and a maximum frequency of 1233.4 Hz - 1247.6 Hz with compressive strength test results 21.97 N/mm<sup>2</sup> -28.7 N/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords :** *Quality Concrete, Value Spectrum Sound , MATLAB program, (FFT) Fast Fourier Transform*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“ANALISIS KEKERASAN BETON MENGGUNAKAN SUARA BERBASIS FFT (FAST FOURIER TRANSFORMATION)”**.

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung. Keberhasilan penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
2. Bapak Donny Fransiskus Manalu, S.T., M.T. Selaku Dosen Pendamping Skripsi.
3. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
4. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng. Selaku (Pembimbing Akademik) dan Penguji I
5. Bapak Indra Gunawan, S.T., M.T. Selaku Penguji II
6. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

7. Bapak Abdul Hamid dan ibu Lilis Sufiyanti selaku Orang tua tercinta, yang telah memberi dukungan moral dan spiritual.
8. Kepada Haryadi Alfitri, selaku adik saya yang telah memberi dukungan dan Do'a.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung khususnya angkatan 2011 atas kerjasamanya dan dukungannya.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung .

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun penulisan kalimat, kritik dan saran anda penulis terima sebagai masukan untuk mencapai kesempurnaan dalam penulisa skripsi ini.

Balunijuk, maret 2016

Penulis

DWI LESTARI

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	<b>8</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Teori Dasar.....	10
2.2.1 Gelombang Bunyi.....	10



2.2.2 <i>Microphon</i> .....	11
2.2.3 Transformasi Fourier Cepat ( <i>Fast Fourier Transform/FFT</i> ) .....	15
2.2.4 Karakteristik Kubus .....	22
2.2.5 Beton.....	23
2.2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	23
2.2.5.2 Karakteristik Beton .....	24
2.2.5.3 Parameter Kualitas Beton .....	25
2.2.6 Agregat.....	26
2.2.7 Semen .....	27
2.2.8 Umur Beton.....	27
2.2.9 Kekuatan Tekan Beton ( $f'c$ ).....	28
2.2.10 Uji Tidak Merusak.....	28
2.2.12 Pengujian Merusak ( <i>Destructive Test</i> ).....	30
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	32
3.1 Bahan atau Materi Penelitian .....	32
3.2 Alat atau Materi Penelitian.....	33
3.3 Langkah Penelitian .....	34
3.3.1 Tahapan Sistem Pendekatan Suara .....	36
3.3.1.1 Pembuatan Media Perekaman .....	36
3.3.1.2 Pengujian <i>Microphon</i> .....	37
3.3.1.3 Melakukan Perekaman Pada <i>Software Sound Recorder</i> .....	38
3.3.1.4 Pembuatan Program <i>Fast Fourier Transform</i> .....	38
3.3.1.5 Pengujian Kalibrasi Program <i>Fast Fourier Transform</i> .....	39
3.3.1.6 Perekaman Isyarat Suara Mutu Beton .....	40
3.3.1.7 Pemotongan Isyarat Suara Mutu Beton .....	42
3.3.1.8 Analisa Spektral Suara Mutu Beton .....	44

3.3.1.9 Mengamati Isyarat Suara Mutu Beton .....	45
3.3.1.10 Analisis Data Isyarat Suara Mutu Beton .....	45
3.3.1.11 Keluaran Pada Nilai Spektral .....	46
3.3.2 Langkah Penelitian Uji Konvensional .....	47
3.3.2.1 Pelaksanaan Campuran .....	48
3.3.2.2 Melakukan Uji <i>Slump</i> Mutu Beton .....	48
3.3.2.3 Pembuatan dan Persiapan Benda Uji .....	48
3.3.2.4 Uji Kuat Tekan Beton .....	48
3.3.2.5 Output dari hasil Uji Kuat Tekan Beton .....	49
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian .....	49
3.4.1 Tempat Penelitian .....	49
3.4.2 Waktu Penelitian .....	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>51</b>
4.1 Alat Untuk Perekam Suara .....	51
4.1.1 Media Penelitian .....	51
4.1.2 <i>Microphon</i> .....	53
4.1.3 Program <i>MATLAB</i> .....	54
4.1.3.1 Program Merekam .....	54
4.1.3.2 Program Memanggil Spektrum .....	59
4.2 Hasil Pengujian .....	63
4.2.1 Pengujian Frekuensi dari masing-masing tingkat kekerasan Mutu Beton.....	63
4.2.1.1 Nilai Frekuensi Minimum dan Maksimum Mutu Beton K175(r175-02) ....	64
4.2.1.2 Nilai Puncak Maksimal Mutu Beton K175(r175-02) .....	65
4.2.1.3 Nilai Lebar Bidang (Bw)Mutu Beton K175(r175-02) .....	66
4.2.2 Grafik Isyarat mutu beton K150,K175,K200 dan K275 .....	67
4.2.2.1 Parameter Spektral $F_{min}$ ,Puncak Maksimal, $F_{max}$ dan Bw .....	67

4.2.3 Grafik Isyarat Mutu Beton K250	70
4.2.3.1 Parameter Spektral $F_{min}$ ,Puncak Maksimal, $F_{max}$ dan Bw.....	70
4.2.3.2 Pola Sinyal Spektral Mutu K250 .....	73
4.2.4 Hasil Pengamatan Kapasitas Isyarat Suara Mutu Beton .....	75
4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	77
4.4 Data Perbandingan Pendekatan Spektrum Suara Terhadap Hasil Uji Kuat Tekan Mutu Beton .....	83
4.4.1 Perbandingan Frekuensi Minimum Terhadap Hasil Kuat Tekan dan Umur Beton .....	83
4.4.2 Perbandingan Puncak Maksimal Terhadap Hasil Kuat Tekan dan Umur Beton .....	85
4.4.3 Perbandingan Frekuensi Maksimum Terhadap Hasil Kuat Tekan dan Umur Beton .....	86
4.4.4 Perbandingan Frekuensi <i>Band Width</i> (Bw) Terhadap Hasil Kuat Tekan dan Umur Beton .....	88
<b>BAB V PENUTUP</b>	90
5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran .....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	93
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengurutan Pembalikan Bit .....	20
Tabel 4.1 Data Spesifikasi Media Pengujian .....	52
Tabel 4.2 Data Hasil Pengamatan Spektrum Mutu Beton .....	66
Tabel 4.2.1 Data Mutu K250 .....	73
Tabel 4.3 Data Kapasitas Memori Isyarat Suara .....	75
Tabel 4.4 Data Hasil Keseluruhan Pengujian Kuat Tekan Beton .....	79



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perambatan Bunyi.....	10
Gambar 2.2 (a) Penampang sebuah mikrofon karbon; (b) Rangkaian ekivalen listrik untuk sebuah mikrofon karbon .....	11
Gambar 2.3 Contoh dekomposisi sinyal domain waktu yang digunakan di FFT .....	19
Gambar 2.4 Algoritma <i>Cooley-Tukey</i> .....	21
Gambar 2.5 Diagram Kupu-kupu.....	21
Gambar 2.6 Kubus.....	22
Gambar 2.7 Skematik Alat Untuk Pengujian Gaya Resonansi.....	29
Gambar 2.8 Skematik Alat Untuk Pengujian Gaya Kejut Resonansi .....	30
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	34
Gambar 3.2. Konstruksi Media Perekaman .....	36
Gambar 3.3. Pengujian <i>Microphon</i> .....	37
Gambar 3.4. Melakukan Perekaman Pada <i>Software Sound Recorder</i> .....	38
Gambar 3.5 Pemograman Program <i>Fast Fourier Transform</i> .....	39
Gambar 3.6. Pengujian Kalibrasi 1 kHz <i>Fast Fourier Transform</i> .....	40
Gambar 3.7. Perekaman Menggunakan Sampel Mutu Beton .....	41
Gambar 3.8. Perekaman Isyarat Suara Mutu Beton .....	41
Gambar 3.9 Pemotongan Isyarat Suara Sampel Mutu Beton .....	43
Gambar 3.10 Kapasitas Memori isyarat suara sampel mutu beton .....	44
Gambar 3.11 analisa spektral isyarat suara Sampel Mutu Beton .....	44
Gambar 3.12 Mengamati Isyarat Suara Beton .....	45

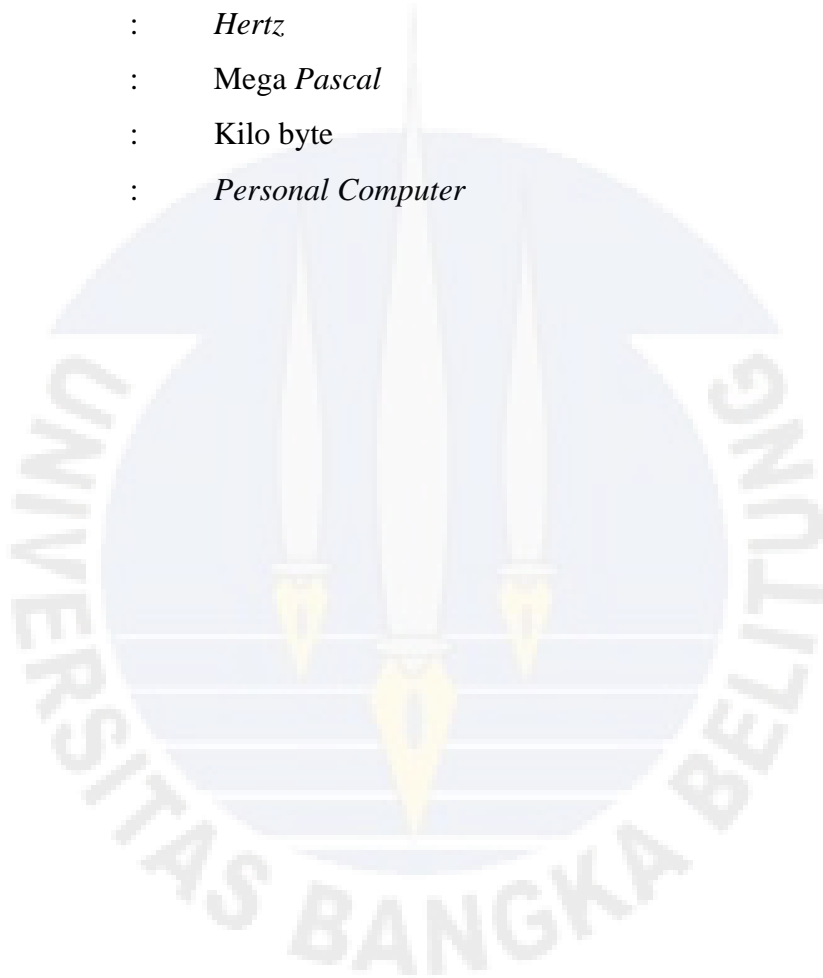
Gambar 3.13 Diagram alir program Pengujian Kalibrasi 1 kHz Untuk Isyarat Suara Beton .....	46
Gambar 3.14 Blok Diagram Penelitian Pokok Uji Kuat Tekan Beton.....	47
Gambar 4.1 Hasil Kalibrasi <i>microphon</i> 1 kHz .....	53
Gambar 4.2 Tampilan Perekaman Uji Spektrum .....	55
Gambar 4.3 Tampilan Pilihan Akhir Program .....	59
Gambar 4.4 Tampilan Program Memanggil Spektrum .....	60
Gambar 4.5 Tampilan Hasil Sinyal dari program memanggil .....	61
Gambar 4.6 Bentuk Utuh Spektrum Sampel beton K175(r175-02) .....	63
Gambar 4.7 Bentuk Sinyal Frekuensi minimum Mutu Beton K175(r175-02)	64
Gambar 4.8 Bentuk Sinyal Frekuensi maksimum Mutu Beton K175(r175-02)	65
Gambar 4.9 Bentuk Nilai Puncak Maksimal Mutu Beton K175(r17502) .....	65
Gambar 4.10 Nilai Lebar Bidang (Bw)Frekuensi Mutu Beton K175(r175-02)	66
Gambar 4.11 Grafik Frekuensi minimum terhadap umur beton K150, K175, K200 dan K275.....	68
Gambar 4.12 Grafik puncak maksimal terhadap umur beton K150, K175, K200 dan K275.....	68
Gambar 4.13 Grafik Frekuensi maksimum terhadap umur beton K150, K175, K200 dan K275.....	69
Gambar 4.14 Grafik nilai <i>band width</i> terhadap umur beton K150, K175, K200 dan K275.....	70
Gambar 4.15 Grafik Frekuensi minimum terhadap umur beton K250 .....	70
Gambar 4.16 Grafik puncak maksimum terhadap umur beton K250 .....	71
Gambar 4.17 Grafik Frekuensi maksimum terhadap umur beton K250 .....	72
Gambar 4.18 Grafik nilai <i>band width</i> terhadap umur beton K250 .....	72
Gambar 4.19 Pola tumpukan sinyal spektral mutu beton K250 .....	74
Gambar 4.20 Hasil sampel uji kuat tekan mutu beton .....	77

Gambar 4.22 Grafik perbandingan nilai akhir antara kuat tekan dan frekuensi minimum .....	83
Gambar 4.23 Grafik perbandingan nilai akhir antara kuat tekan dan puncak maksimal .....	85
Gambar 4.24 Grafik perbandingan nilai akhir antara kuat tekan dan frekuensi maksimum .....	86
Gambar 4.25 Grafik perbandingan nilai akhir antara kuat tekan dan lebar bidang ( <i>band width</i> ) .....	88



## DAFTAR SINGKATAN

Bw	:	<i>Band width</i>
dB	:	<i>Decibel</i>
DFFT	:	<i>Discrete Fast Fourier Transform</i>
FFT	:	<i>Fast Fourier Transform</i>
Hz	:	<i>Hertz</i>
MPa	:	<i>Mega Pascal</i>
Kb	:	<i>Kilo byte</i>
PC	:	<i>Personal Computer</i>





## DAFTAR ISTILAH

<i>Audible range</i>	:	Jangkauan yang dapat didengar
<i>Band width</i>	:	Lebar pita/ spektrum
<i>Noise</i>	:	Gangguan
<i>Overlapping</i>	:	Nilai Tumpang Tindih
<i>Ultrasound</i>	:	Suara frekuensi tinggi



## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A Data Hasil Pengujian Pendekatan Spektrum Suara

LAMPIRAN B Isyarat Suara dari hasil perekaman mutu beton

LAMPIRAN C Isyarat Suara Mutu Beton Setelah Diolah

LAMPIRAN D Data Kapasitas Memori

LAMPIRAN E Program MATLAB

LAMPIRAN F Data Perhitungan Kuat Tekan Beton.

LAMPIRAN G Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

LAMPIRAN H Dokumentasi Pembuatan Beton.