

**MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK  
MENGUNAKAN METODE *HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL  
RATIO* DI KOTA BOYOLALI**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Januari 2019**

**MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIC  
MENGUNAKAN METODE *HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL  
RATIO* DI KOTA BOYOLALI**



**Diajukan untuk memenuhi sebagian  
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
Januari 2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* di Kota Boyolali

Diusulkan oleh:  
**Rizqi Aula Lazuardian**  
**M0214061**

**Telah Disetujui Oleh**

Pembimbing I



Budi Legowo, S.Si., M.Si.  
NIP. 197305101999031002

Tanggal: .....

7/ Juni 2019

Pembimbing II



Sorja Koesuma, S.Si., M.Si.  
NIP. 197208012000031001

Tanggal: .....

8/ 2019

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio di Kota Boyolali

Yang ditulis oleh

Nama : Rizqi Aula Lazuardian

NIM : M0214061

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 21 Januari

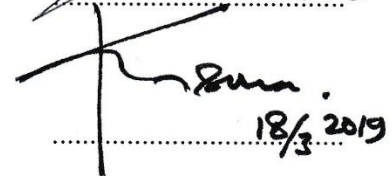
Anggota Tim Penguji

1. Ketua Penguji  
Darsono, S.Si., M.Si.  
NIP. 197007271997021001
2. Sekretaris Penguji  
Dr. Utari, S.Si., M.Si.  
NIP. 197012062000032001
3. Anggota Penguji 1  
Budi Legowo, S.Si., M.Si.  
NIP. 197305101999031002
4. Anggota Penguji 2  
Sorja Koesuma, S.Si., M.Si.  
NIP. 197208012000031001

  
.....

  
.....

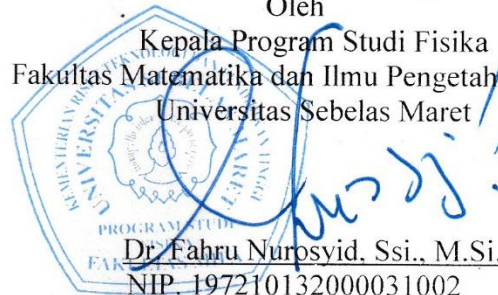
  
.....

  
.....  
18/3 2019

Disahkan pada tanggal 18/03/2019.....

Oleh

Kepala Program Studi Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret

  
.....

Dr. Fahru Nurosyid, Ssi., M.Si.  
NIP. 197210132000031002

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio di Kota Boyolali**” merupakan hasil penelitian saya berdasarkan arahan dosen pembimbing. Sampai saat ini, menurut pengetahuan saya bahwa skripsi ini berisi mengenai hasil penelitian yang telah dipublikasikan atau ditulis orang lain. Apabila terdapat kesamaan materi dengan penelitian lain, maka telah disertakan sitasi dan tertulis dalam daftar pustaka.

Surakarta, .. Januari 2019

Rizqi Aula Lazuardian



## MOTTO

“Dan hendaklah ada di antara kamu segolongan umat yang menyeru kepada kebaikan, menyuruh kepada yang makruf dan mencegah dari yang mungkar; merekalah orang-orang yang beruntung.”

(Ali-Imran: 104)

“Sesungguhnya Allah membeli dari orang-orang mukmin, baik diri maupun harta mereka dengan memberikan surga untuk mereka. Mereka berperang di jalan Allah; sehingga mereka membunuh atau terbunuh, (sebagai) janji yang benar dari Allah di dalam Taurat, Injil, dan Al-Qur’an. Dan siapakah yang lebih menepati janjinya selain Allah? Maka bergembiralah dengan jual beli yang telah kamu lakukan itu, dan demikian itulah kemenangan yang agung.”

(At-Taubah: 111)

“Nahnu Du’aatun Qabla Kulli Syai’in, kita adalah da’i sebelum menjadi apapun.”

“Every one of us is, in the cosmic perspective, precious. If a human disagrees with you, let him live. In the hundred billion galaxies, you will not find another.”

(Carl Sagan)

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

Mama dan Bapak

Adik

Keluarga besar E. Saemari

yang selalu mendoakan dan mendukung segala kebutuhan yang penulis perlukan  
dalam masa perkuliahan

Semua sahabat penulis pada masa perkuliahan yang menjadi salah satu faktor  
terbentuknya proses pendewasaan semasa kuliah

Kemudian kepada semua dosen, mentor, murabbi dan ustadz yang telah mendidik,  
serta mengajari penulis bagaimana semestinya menjadi manusia bermanfaat,  
dalam kebaikan dan kebenaran.

Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik lagi atas semua ini

## **Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Menggunakan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio di Kota Boyolali**

Rizqi Aula Lazuardian, Budi Legowo, Sorja Koesuma  
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret  
Email: rizqiaulalazuardian@student.uns.ac.id

### **ABSTRAK**

Penelitian tentang potensi kerentanan seismik telah dilakukan di wilayah sekitar Kota Boyolali. Tujuan penelitian ini untuk menentukan mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Penelitian dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat Portable Digital Seismograph TDS-303S (YGI-I). Akuisisi data dilakukan di 15 titik di Kota Boyolali dengan interval jarak antar titiknya sekitar 1-2 km, dengan durasi pengambilan data dilakukan selama 60 menit. Pengolahan data menggunakan software Geopsy untuk mendapatkan kurva HVSR dan software Surfer 11 untuk mendapatkan peta kontur. Berdasarkan kurva HVSR diperoleh parameter frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan nilai amplifikasi ( $A_0$ ). Dua parameter tersebut digunakan untuk menghitung nilai indeks kerentanan seismik. Hasil penelitian menunjukkan nilai  $f_0$  di sekitar Kota Boyolali berada pada interval 0,89 Hz hingga 13,53 Hz, nilai  $A_0$  berada pada interval 2,9 hingga 17,42, dan nilai indeks kerentanan seismik berada pada interval 2,00 hingga 81,13. Nilai indeks kerentanan seismik tertinggi terdapat di titik pengukuran 12, yang berada di daerah Desa Karanggeneng, Boyolali. Nilai indeks kerentanan seismik yang besar mengindikasikan tingginya tingkat kerusakan jika terjadi gempa bumi.

Kata kunci: HVSR, Indeks kerentanan seismik, amplifikasi, frekuensi dominan, Boyolali



## **Microzonation of the Seismic Vulnerability Index Using the Horizontal to Vertical Spectral Ratio in Boyolali City**

Rizqi Aula Lazuardian, Budi Legowo, Sorja Koesuma  
Department of Physics, Faculty of Mathematic and Natural Science  
Sebelas Maret University  
Email: rizqiaulalazuardian@student.uns.ac.id

### **ABSTRACT**

Research on the potential for seismic vulnerability has been carried out in the area around Boyolali City. The purpose of this study was to determine the microzonation of the seismic susceptibility index using the HVSR method (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). The study was conducted using a set of Portable Digital Seismograph TDS-303S (YGI-I) tools. Data acquisition was carried out at 15 points in Boyolali City with intervals between points around 1-2 km, with the duration of data collection carried out for 60 minutes. Data processing uses Geopsy software to obtain HVSR curves and Surfer 11 software to obtain contour maps. Based on the HVSR curve, the dominant frequency parameter ( $f_0$ ) and amplification value ( $A_0$ ) are obtained. These two parameters are used to calculate the seismic vulnerability index value. The results show that the value of  $f_0$  around Boyolali City is in the interval 0,89 Hz to 13,53 Hz, the value of  $A_0$  is in intervals of 2,9 to 17,42, and the seismic vulnerability index value is in the interval of 2,00 to 81,13. The highest seismic vulnerability index value is found at measurement point 12, which is in the area of Karanggeneng Village, Boyolali. A large seismic vulnerability index value indicates a high level of damage in the event of an earthquake.

Keywords: HVSR, seismic vulnerability index, amplification, dominant frequency, Boyolali

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Menggunakan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* di Kota Boyolali.” Kemudian sholawat serta salam tak lupa tucurahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W beserta para sahabatnya. Semoga kita dapat mendapat syafaatnya kelak di akhirat.

Proses penyusunan naskah skripsi ini dapat terselesaikan atas dukungan, bantuan, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa selalu memberikan segala rezeki-Nya.
2. Ibu dan Bapak tercinta, atas do'a, bimbingan dan semangat yang senantiasa diberikan.
3. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret.
4. Budi Legowo, S.Si., M.Si. selaku pembimbing 1 matakuliah skripsi yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian pengolahan data.
5. Bapak Sorja Koesuma, S.Si., M.Si, selaku pembimbing 2 matakuliah skripsi yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian pengolahan data.
6. Bapak Drs. Suharyana, M.Sc, selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dengan sabar selama proses perkuliahan berjalan sampai selesai.
7. Teman-teman group riset Geofisika (Lukman Setiyoaji, Muhammad Putera, Opta Muzaki Effendi, Ariyanti, Vina Lidyana, Rizki Agung S. D., Kidura Wildan Rantanaka, Dwi Rizki Puspaningtyas) atas bantuan dan saran yang diberikan.

8. Teman-teman Fisika angkatan 2014 yang telah menemani proses pembelajaran di bangku perkuliahan.
9. Semua sahabat penulis dalam mengemban amanah organisasi kemahasiswaan di HIMAFIS (Himpunan Mahasiswa Fisika) UNS, BEM (Badan Eksekutif Mahasiswa), UKM IQ (Ilmu Al-Qur'an).
10. Semua sahabat penulis yang selalu kebersamai di dalam perjuangan untuk menebar kebaikan dan kebermanfaatn untuk siapapun, dan dimanapun. Tetaplah bertahan dan bersiap siagalalah.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah

diberikan dengan sebaik-baiknya balasan. Amiin.

Penulis berharap naskah skripsi ini dapat memberi manfaat kepada penulis pada khususnya dan pada pembaca pada umumnya.

Surakarta, .. Januari 2019

Rizqi Aula Lazuardian

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasam Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Gempa Bumi .....	5
2.2 Gelombang Seismik .....	6
2.2.1. Gelombang Badan .....	9
2.2.2. Gelombang Permukaan .....	10
2.3 Mikrotremor .....	12
2.4. <i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)</i> .....	13

2.5. Frekuensi Dominan .....	15
2.6. Amplifikasi .....	16
2.7. Indeks Kerentanan Seismik .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
3.2. Alat dan Bahan .....	19
3.3. Prosedur Penelitian .....	20
3.3.1. Tahap Survei Pendahuluan .....	21
3.3.2. Tahap Akuisisi Data .....	21
3.3.3. Tahap Pengolahan Data .....	22
3.3.4. Tahap Analisa dan Interpretasi Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1. Analisis Frekuensi Dominan .....	25
4.2. Analisis Amplifikasi .....	38
4.3. Analisis Indeks Kerentanan Seismik .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

### DAFTAR TABEL

Halaman

<b>Tabel 2.1.</b> Klasifikasi Tanah Berdasarkan Frekuensi Dominan .....	16
<b>Tabel 2.2.</b> Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi .....	17
<b>Tabel 4.1.</b> Nilai frekuensi dominan pada titik pengukuran .....	26
<b>Tabel 4.2.</b> Nilai amplifikasi pada titik pengukuran .....	40
<b>Tabel 4.3.</b> Nilai indeks kerentanan seismik pada titik pengukuran .....	41



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Ilustrasi komponen-komponen gaya pada medium berbentuk kubus .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Perambatan gelombang P, dan gelombang S .....	10
<b>Gambar 2.3.</b> Perambatan gelombang <i>rayleigh</i> .....	11
<b>Gambar 2.4.</b> Perambatan gelombang <i>love</i> .....	12
<b>Gambar 3.1.</b> Peta Infrastruktur Kabupaten Boyolali .....	18
<b>Gambar 3.2.</b> Diagram Alir Penelitian .....	20
<b>Gambar 3.3.</b> Peta titik pengukuran mikrotremor .....	21
<b>Gambar 4.1.</b> Kurva HVSR .....	24
<b>Gambar 4.2.</b> Proses pemilihan gelombang .....	25
<b>Gambar 4.3.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 1 .....	27
<b>Gambar 4.4.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 2 .....	28
<b>Gambar 4.5.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 3 .....	28
<b>Gambar 4.6.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 4 .....	29
<b>Gambar 4.7.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 5 .....	29
<b>Gambar 4.8.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 6 .....	30
<b>Gambar 4.9.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 7 .....	31
<b>Gambar 4.10.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 8 .....	31
<b>Gambar 4.11.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 9 .....	32
<b>Gambar 4.12.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 10 .....	32
<b>Gambar 4.13.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 11 .....	33
<b>Gambar 4.14.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 12 .....	34
<b>Gambar 4.15.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 13 .....	34
<b>Gambar 4.16.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 14 .....	35
<b>Gambar 4.17.</b> Kurva HVSR titik pengukuran 15 .....	36
<b>Gambar 4.18.</b> Peta zonasi frekuensi dominan .....	37
<b>Gambar 4.19.</b> Peta zonasi amplifikasi .....	39
<b>Gambar 4.20.</b> Peta zonasi indeks kerentanan seismik .....	42
<b>Gambar 4.21.</b> Peta kontur indeks kerentanan seismik di <i>overlay</i> pada peta batas kelurahan dan kecamatan, kabupaten Boyolali skala 1:500.000 .....	43
<b>Gambar 4.22.</b> Peta kontur indeks kerentanan seismik di <i>overlay</i> pada peta batas kelurahan dan kecamatan, kabupaten Boyolali skala 1:126.000 .....	44
<b>Gambar 4.23.</b> Potongan peta lembar Surakarta – Girintontro, Jawa .....	45

