

**SKRIPSI**

**STUDI KASUS GEMPA BUMI BANTUL, YOGYAKARTA, 30 JUNI 2023: PERBANDINGAN *PEAK GROUND ACCELERATION* (PGA) DENGAN METODE EMPIRIS MCGUIRE (1977) DAN CAMPBELL (1981) SERTA PENENTUAN  $V_{s30}$  BERDASARKAN KLASIFIKASI ZHAO (2006)**

*Case Study of the Bantul Earthquake, Yogyakarta, June 30, 2023: Comparison of Peak Ground Acceleration (PGA) Using Empirical Methods by McGuire (1977) and Campbell (1981), and Determination of  $V_{s30}$  Based on Zhao's Classification (2006)*

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Ilmu Fisika pada Program Studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional**



Oleh

**CHRISTOPHER AXEL MANJARO  
227003526016**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
Jakarta  
2024**

**STUDI KASUS GEMPA BUMI BANTUL, YOGYAKARTA, 30 JUNI 2023: PERBANDINGAN *PEAK GROUND ACCELERATION* (PGA) DENGAN METODE EMPIRIS MCGUIRE (1977) DAN CAMPBELL (1981) SERTA PENENTUAN  $V_{s30}$  BERDASARKAN KLASIFIKASI ZHAO (2006)**

*Case Study of the Bantul Earthquake, Yogyakarta, June 30, 2023: Comparison of Peak Ground Acceleration (PGA) Using Empirical Methods by McGuire (1977) and Campbell (1981), and Determination of  $V_{s30}$  Based on Zhao's Classification (2006)*



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Sains** pada  
**Program Studi Fisika**

Oleh

**CHRISTOPHER AXEL MANJARO**  
**227003526016**

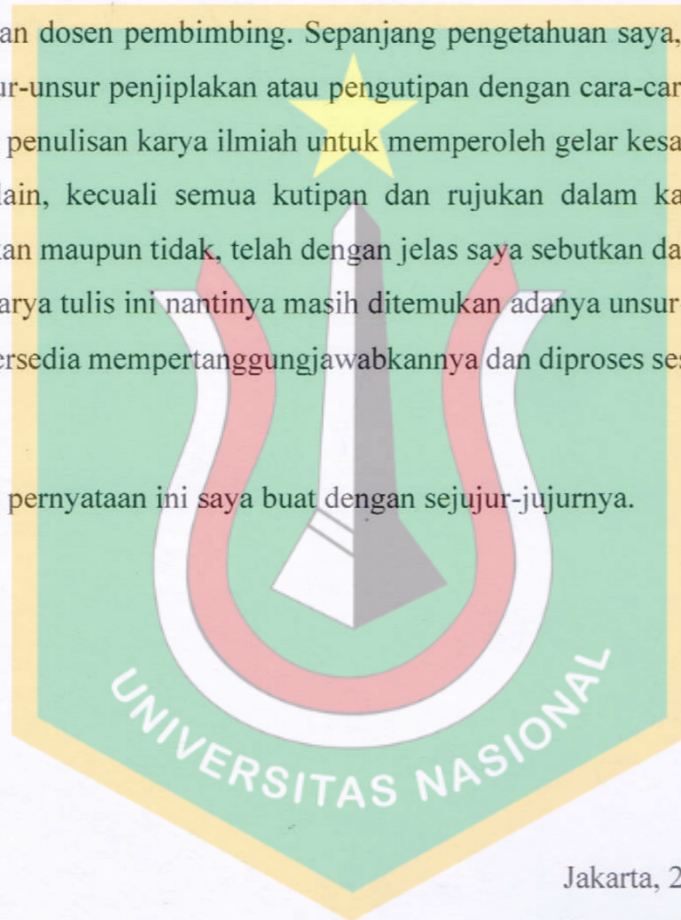
**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS NASIONAL**

**Jakarta**  
**2024**

**PERNYATAAN  
BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME**

Dengan ini saya nyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dan seluruh isinya berjudul **“Studi Kasus Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta, 30 Juni 2023: Perbandingan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan Metode Empiris McGuire (1977) dan Campbell (1981) serta Penentuan Vs30 Berdasarkan Klasifikasi Zhao (2006)”** adalah benar karya saya sendiri yang ditulis dibawah arahan dan bimbingan dosen pembimbing. Sepanjang pengetahuan saya, di dalamnya tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika penulisan karya ilmiah untuk memperoleh gelar kesarjanaan di lembaga pendidikan lain, kecuali semua kutipan dan rujukan dalam karya ini baik yang terpublikasikan maupun tidak, telah dengan jelas saya sebutkan dalam daftar pustaka. Jika dalam karya tulis ini nantinya masih ditemukan adanya unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya dan diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sejujur-jujurnya.



Jakarta, 28 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Christopher Axel Manjaro

227003526016

**PERNYATAAN  
PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI**

Untuk kepentingan penyebarluasan dan kemajuan ilmu pengetahuan, maka dengan ini saya menyatakan bersedia dan menyetujui untuk melimpahkan hak cipta atas karya tulis saya beserta perangkat prototypenya, yang berjudul : **“Studi Kasus Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta, 30 Juni 2023: Perbandingan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan Metode Empiris McGuire (1977) dan Campbell (1981) serta Penentuan *Vs30* Berdasarkan Klasifikasi Zhao (2006)”** kepada Program studi Fisika Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional untuk menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan merawat, serta mempublikasikan skripsi saya sepanjang tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan tanpa tekanan dari pihak manapun.



Jakarta, 28 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Christopher Axel Manjaro

227003526016

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**STUDI KASUS GEMPA BUMI BANTUL, YOGYAKARTA, 30 JUNI 2023:  
PERBANDINGAN *PEAK GROUND ACCELERATION* (PGA) DENGAN  
METODE EMPIRIS MCGUIRE (1977) DAN CAMPBELL (1981) SERTA  
PENENTUAN VS30 BERDASARKAN KLASIFIKASI ZHAO (2006)**

Ditulis dan dipersiapkan oleh :


**Christopher Axel Manjaro**  
227003526016

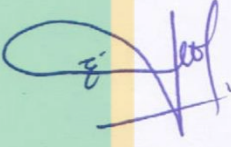
Disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi Program Studi Fisika, Fakultas Teknik  
dan Sains, Universitas Nasional

Disetujui oleh :

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**


  
Drs. Puji Hartoyo, M. Si.  
NIDN. 0103990318

  
Dede Sunarya, S.Si., M.T.  
NIP. 198808152009111001

Mengetahui

**Ketua Program Studi Fisika**



  
Purwantingsih, S.Si., M.Sc.  
NIDN. 0613078501

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**Studi Kasus Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta, 30 Juni 2023: Perbandingan  
Peak Ground Acceleration (PGA) dengan Metode Empiris McGuire (1977) dan  
Campbell (1981) serta Penentuan Vs30 Berdasarkan Klasifikasi Zhao (2006)**

Ditulis oleh :

**Christopher Axel Manjaro**  
227003526016

Telah dipertahankan dihadapan dan diuji oleh dewan penguji skripsi, dan dinyatakan:

**LULUS**

Jakarta, 24 Agustus 2024

**Ketua Dewan Penguji/  
Pembimbing I**

**Drs. Puji Hartoyo, M. Si.**  
NIDN. 0103990318

**Pembimbing II**

**Dede Sunarva, S.Si., M.T.**  
NIP. 198808152009111001

**Penguji I**

**Febria Anita, S.Si., M.Sc.**  
NIDN. 0328028501

**Penguji II**

**Sandy Tri Gustono, S.ST., M.Sc.**  
NIP. 199008132009111001

**Penguji III**

**Purwantiningsih, S.Si., M.Sc.**  
NIDN. 0613078501

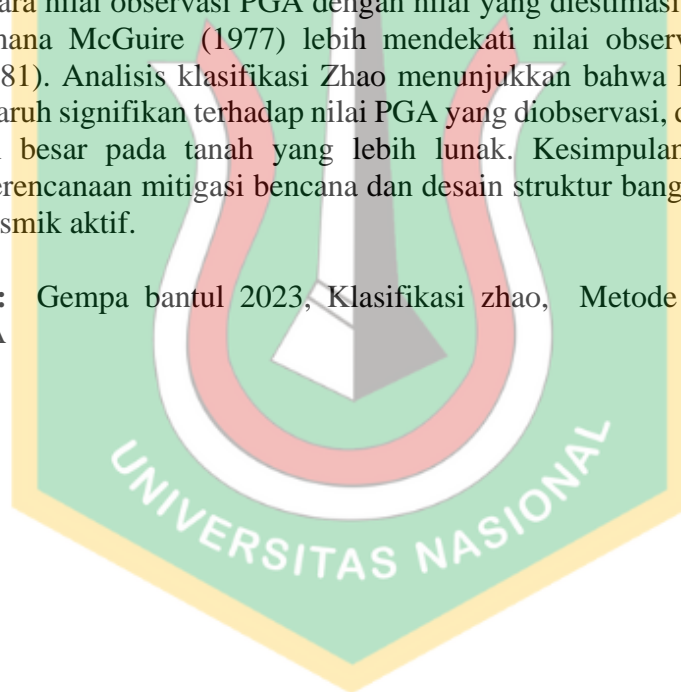
## ABSTRAK

**Manjaro, Christopher Axel. 2024. Studi Kasus Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta, 30 Juni 2023: Perbandingan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan Metode Empiris McGuire (1977) dan Campbell (1981) serta Penentuan Vs30 Berdasarkan Klasifikasi Zhao (2006).**

Pembimbing : Drs. Puji Hartoyo, M. Si. dan Dede Sunarya, S.Si., M.T.

Daerah Istimewa Yogyakarta berada pada pertemuan dua lempeng tektonik aktif, membuatnya rentan terhadap gempa bumi. Gempa Bantul pada 30 Juni 2023 menggarisbawahi pentingnya analisis *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang. Penelitian ini bertujuan membandingkan nilai PGA dari observasi dengan pendekatan empiris McGuire (1977) dan Campbell (1981) serta mengklasifikasikan tanah berdasarkan metode Zhao. Metode penelitian meliputi analisis data sekunder dari BMKG dan USGS, serta simulasi menggunakan Microsoft Excel dan ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan antara nilai observasi PGA dengan nilai yang diestimasi oleh kedua model empiris, di mana McGuire (1977) lebih mendekati nilai observasi dibandingkan Campbell (1981). Analisis klasifikasi Zhao menunjukkan bahwa karakteristik tanah lokal berpengaruh signifikan terhadap nilai PGA yang diobservasi, dengan amplifikasi seismik lebih besar pada tanah yang lebih lunak. Kesimpulan ini memberikan pentingnya perencanaan mitigasi bencana dan desain struktur bangunan tahan gempa di wilayah seismik aktif.

**Kata kunci :** Gempa bantul 2023, Klasifikasi zhao, Metode empiris, Mitigasi bencana, PGA



## ABSTRACT

**Manjaro, Christopher Axel. 2024. *Case Study of the Bantul Earthquake, Yogyakarta, June 30, 2023: Comparison of Peak Ground Acceleration (PGA) Using Empirical Methods by McGuire (1977) and Campbell (1981), and Determination of Vs30 Based on Zhao's Classification (2006).***

*Supervised by: Drs. Puji Hartoyo, M. Si. dan Dede Sunarya, S.Si., M.T.*

*Daerah Istimewa Yogyakarta is located at the junction of two active tectonic plates, making it vulnerable to earthquakes. The Bantul earthquake on June 30, 2023, underscores the importance of analyzing Peak Ground Acceleration (PGA) for disaster mitigation and spatial planning. This study aims to compare the PGA values from observations with the empirical approaches of McGuire (1977) and Campbell (1981), and to classify soils using the Zhao method. The research method includes the analysis of secondary data from BMKG and USGS, and simulations using Microsoft Excel and ArcGIS. The results show a significant difference between the observed PGA values and the estimates by the two empirical models, where McGuire (1977) is closer to the observed values compared to Campbell (1981). The Zhao classification analysis demonstrates that local soil characteristics significantly affect the observed PGA values, with greater seismic amplification in softer soils. This conclusion highlights the importance of disaster mitigation planning and the design of earthquake-resistant building structures in seismically active areas.*

**Keywords:** *Bantul Earthquake 2023, Zhao Classification, Empirical Method, Disaster Mitigation, Peak Ground Acceleration (PGA).*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Kasus Gempa Bumi Bantul, Yogyakarta, 30 Juni 2023: Perbandingan *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan Metode Empiris McGuire (1977) dan Campbell (1981) serta Penentuan Vs30 Berdasarkan Klasifikasi Zhao (2006)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Fisika di Universitas Nasional.

Penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Puji Hartoyo. M.Si., selaku pembimbing utama atas bimbingan, nasihat, dan saran-saran selama proses penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Dede Sunarya, S.Si., M.T., selaku pembimbing kedua, atas masukan dan saran-saran untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua dan keluarga saya yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
4. Ibu Purwantingsih, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Fisika, Fakultas Teknik Dan Sains Universitas Nasional yang selalu membantu dalam hal yang berkaitan dengan program studi.
5. Ibu Febria Anita S.Si., M.Sc. selaku dosen Geofisika Universitas Nasional yang telah memberikan Ilmu yang berkaitan dengan Tugas akhir saya ini. Serta dosen lainnya yang telah memberikan ilmu dari awal semester hingga saat ini.
6. Teman-teman Geofisika, Khalid, Reynaldi, Chandra, Putri, Thasya, Nilam, dan Kartika yang telah banyak berbagi ilmu sekaligus teman diskusi selama masa studi. Serta semangat dan bantuan yang telah diberikan

Tugas akhir ini disusun dengan sebaik-baiknya, namun tentunya masih terdapat banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Tidak lupa penulis berharap semoga Penulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.



Jakarta, 28 Agustus 2024

Penulis

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "C. Manjaro", is written over the printed name.

Christopher Axel Manjaro

227003526016

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>PERNYATAAN BEBAS PRAKTIK PLAGIARISME</b> | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN PELIMPAHAN HAK PUBLIKASI</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b>                  | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                   | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK</b>                              | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT</b>                             | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                       | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b>                           | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                        | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                         | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                      | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang                          | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah                         | 2           |
| 1.3 Batasan Penelitian                      | 2           |
| 1.4 Tujuan Penelitian                       | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian                      | 3           |
| 1.5.1 Manfaat Teoritis                      | 3           |
| 1.5.2 Manfaat Kebijakan                     | 3           |
| 1.5.3 Manfaat Praktis                       | 3           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>              | <b>4</b>    |
| 2.1 Landasan Teori                          | 4           |
| 2.1.1 Gempa Bumi                            | 4           |
| 2.1.2 Klasifikasi Gempa bumi                | 4           |
| 2.1.3 Parameter Gempa Bumi                  | 7           |
| 2.1.4 Magnitudo Gempa                       | 8           |
| 2.1.5 Kondisi Tektonik Indonesia            | 9           |
| 2.1.6 Kondisi Tektonik Bantul-DIY           | 9           |
| 2.1.7 Percepatan Tanah Maksimum             | 10          |
| 2.1.8 GMPE                                  | 11          |
| 2.1.9 Korelasi Pearson                      | 13          |
| 2.1.10 <i>Local Site Effects</i>            | 14          |
| 2.1.11 Vs30 dan Klasifikasi Zhao 2006       | 14          |
| 2.2 Penelitian Terdahulu                    | 15          |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>   | <b>17</b> |
| 3.1    Desain Penelitian   | 17        |
| 3.2    Tempat dan Waktu Penelitian   | 17        |
| 3.3    Alat dan Bahan  | 17        |
| 3.3.1    Alat Penelitian   | 17        |
| 3.3.2    Bahan Penelitian  | 18        |
| 3.4    Metode Penelitian   | 18        |
| 3.4.1    Variabel Penelitian   | 18        |
| 3.4.2    Metode Pengambilan Data   | 19        |
| 3.4.3    Metode Analisis Data  | 19        |
| 3.4.4    Metode Pengolahan Data  | 19        |
| 3.4.5    Tahapan Penelitian  | 20        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>   | <b>21</b> |
| 4.1    Analisis Hasil  | 21        |
| 4.1.1    Analisis Persebaran PGA   | 21        |
| 4.1.2    Perhitungan Nilai PGA Metode Empiris                                  | 22        |
| 4.1.3    Hasil <i>Local Site Effects</i> Berdasarkan Analisis Klasifikasi Zhao | 24        |
| 4.2    Pembahasan  | 25        |
| 4.2.1    Analisis Perbandingan PGA Observasi dengan metode Empiris             | 25        |
| 4.2.2    Analisis <i>Site Class</i>  | 28        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>   | <b>31</b> |
| 5.1    Kesimpulan  | 31        |
| 5.2    Saran   | 31        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  | <b>32</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>  | <b>34</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Gempa bumi Vulkanik   | 5  |
| <b>Gambar 2. 2</b> Gempa bumi tektonik   | 5  |
| <b>Gambar 2. 3</b> Gempa bumi tumbukan   | 6  |
| <b>Gambar 2. 4</b> Gempa bumi runtuhan   | 6  |
| <b>Gambar 3. 1</b> Software Microsoft Word 2010  | 17 |
| <b>Gambar 3. 2</b> Software Microsoft Excel 2010   | 17 |
| <b>Gambar 3. 3</b> Software ArcGIS 10.8  | 18 |
| <b>Gambar 3. 4</b> Flowchart penelitian  | 20 |
| <b>Gambar 4. 1</b> Peta persebaran gempa bumi yang terekam di stasiun 30 Juni 2023 Bantul - DIY                                | 21 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Peta PGA observasi dari gempa bumi 30 Juni 2023 Bantul - DIY  | 22 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Peta PGA McGuire 1977 dari gempa bumi 30 Juni 2023 Bantul - DIY   | 23 |
| <b>Gambar 4. 4</b> Peta PGA Campbell 1981 dari gempa bumi 30 Juni 2023 Bantul - DIY  | 24 |
| <b>Gambar 4. 5</b> Peta klasifikasi tanah gempa bumi 30 Juni 2023 102 KM Barat Daya Bantul -DIY                                | 25 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Grafik perbandingan nilai PGA Observasi dengan model McGuire (1977) dan Campbell (1981) dari stasiun 1- 42  | 27 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Grafik perbandingan nilai PGA Observasi dengan model McGuire (1977) dan Campbell (1981) dari stasiun 43- 93 | 27 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Spesifikasi data gempa bumi Campbell (1981)         | 12 |
| <b>Tabel 2. 2</b> Klasifikasi kelas situs tanah berdasarkan Zhao 2006 | 15 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Nilai korelasi Pearson                              | 26 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| <b>Lampiran 1</b> : Peta dan data dampak gempa bumi Jawa Tengah, 30 Juni 2023, magnitudo 6.0, kedalaman 67 km, lokasi 102 km BaratDaya Bantul-DIY dari BMKG | 34 |
| <b>Lampiran 2</b> : Laporan kejadian gempa bumi oleh BMKG, 30 Juni 2023   | 35 |
| <b>Lampiran 3</b> : Hasil Vs30 dari USGS  | 36 |
| <b>Lampiran 4</b> : Hasil perhitungan PGA McGuire dan Campbell  | 42 |
| <b>Lampiran 5</b> : Perhitungan Korelasi Pearson PGA Observasi dengan McGuire (1971)  | 45 |
| <b>Lampiran 6</b> : Perhitungan Korelasi Pearson PGA observasi dengan Campell (1981)  | 48 |
| <b>Lampiran 7</b> : <i>Site Class</i> dari hasil Vs30   | 51 |
| <b>Lampiran 8</b> : Langkah pembuatan peta persebaran PGA   | 54 |

