



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
INTISARI.....	xix
ABSTRAK.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Keaslian Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	12
2.1 Tinjauan Pustaka.....	12
2.1.1 Kerusakan Akibat Gempabumi.....	12
2.1.2 Analisis Bahaya Gempabumi (<i>Seismic Hazard Analysis</i>).....	13
2.1.3 Efek Tapak Lokal (<i>Local Site Effect</i>).....	16
2.1.4 Mikrozonasi Seismik (<i>Seismic Microzonation</i>).....	18
2.1.5 Intensitas Gempabumi.....	20
2.1.6 Pemetaan Bahaya Gempabumi (<i>Earthquake Hazard Mapping</i>)....	22
2.2 Landasan teori.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Penentuan Daerah Penelitian.....	30
3.2 Tahapan Penelitian.....	32
3.2.1 Teknik Penentuan Sampel.....	32



3.2.2 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.2.3 Variabel Penelitian.....	35
3.2.4 Teknik Pengolahan Data.....	36
3.2.4.1 Karakteristik Daerah Penelitian.....	36
3.2.4.2 Makrozonasi Gempabumi(penentuan PGA Batuan Dasar).....	37
3.2.4.3 Mikrozonasi Gempabumi.....	40
3.2.4.3.1 Metode ASCE 7-10.....	40
3.2.4.3.2 Metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	42
3.2.4.4 Metode Penentuan PGA Permukaan	44
3.2.5 Teknik Analisa Data.....	46
3.3 Hasil yang Diharapkan.....	48
3.5 Batasan Operasional.....	48
BAB IV KARAKTERISTIK DAERAH PENELITIAN.....	51
4.1 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	51
4.1.1 Struktur.....	52
4.1.2 Lithologi.....	55
4.1.3 Ketebalan Sedimen.....	57
4.1.4 Kondisi Air tanah.....	59
4.2 Karakteristik Geomorfologi.....	61
4.3 Kondisi Seismisitas.....	63
4.4 Kondisi Seismotektonik.....	65
4.5 Kondisi Demografi.....	69
4.6 Penggunaan Lahan (<i>land use</i>).....	72
BAB V HASIL PENELITIAN.....	73
5.1 Makrozonasi Gempabumi(Penentuan PGA Batuan Dasar)...	73



5.2 Mikrozonasi Gempabumi.....	79
5.2.1 Metode ASCE 7-10.....	83
5.2.2 Metode Quick Seismic Microzonation.....	85
5.2.3 Verifikasi PGA Permukaan dengan Data Akselerogram	88
5.2.3.1 Verifikasi PGA Permukaan Metode ASCE 7-10.....	89
5.2.3.2 Verifikasi PGA Permukaan Metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	91
5.2.4 Validasi Dengan Data Kerusakan Bangunan.....	93
5.3 Hasil Mikrozonasi Yang Dipilih.....	96
5.4 Perbandingan Antara Kedua Faktor Amplifikasi.....	97
5.5 Hubungan Antara Faktor Amplifikasi dengan Karakteristik Tapak Lokal.....	101
VI Mikrozonasi Untuk Gempabumi Skenario.....	114
6.1 Gempabumi Skenario $M_w = 7.5$	115
6.1.1 Mikrozonasi menggunakan metode ASCE 7-10.....	115
6.1.2 Mikrozonasi menggunakan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	117
6.2 Gempabumi Skenario $M_w = 8.5$	120
6.2.1 Mikrozonasi menggunakan metode ASCE 7-10.....	120
6.2.2 Mikrozonasi menggunakan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	123
6.3 Perbandingan Faktor Amplifikasi pada Tiga Nilai PGA Batuan Dasar.....	125



6.4 Rekomendasi Berdasar Hasil Penelitian.....	133
6.5 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya.....	135
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	137
6.1 Kesimpulan.....	137
6.2 Saran.....	138
DAFTAR PUSTAKA	140



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tujuan dan pertanyaan penelitian.....	6
Tabel 1.2	Beberapa Tulisan yang Berkaitan dengan Penelitian.....	9
Tabel 2.1	Arti Nilai Skala Intensitas MSK-64 (Medvedev dan Sponheuer, 1969).....	23
Tabel 2.2	Hubungan antara intensitas, percepatan, kecepatan, dan perpindahan tanah akibat gempabumi(Sumber: Medvedev dan Sponheuer, 1969).....	24
Tabel 2.3	Tabel konversi untuk skala intensitas seismik (Sumber: Medvedev dan Sponheuer, 1969).....	25
Tabel 3.1	Data yang digunakan dalam penelitian.....	35
Tabel 3.2	Variabel Penelitian untuk perhitungan faktor amplifikasi...	36
Tabel 3.3	Klasifikasi tapak didasarkan atas korelasi penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium menurut ASCE 7-10 (Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, 2010).....	41
Tabel 3.4	Faktor amplifikasi untuk PGA (F_{PGA}).....	43
Tabel 4.1	Statistik gempabumi dari tahun 2009 sampai 2014 (Sumber: BMKG).....	65
Tabel 4.2	Gempabumiyang dirasakan oleh daerah penelitian dari 2009 sampai 2014 (Sumber: BMKG).....	66
Tabel 4.3	Luas wilayah, jumlah penduduk, kepadatan penduduk daerah penelitian.....	70
Tabel 4.4	Mata pencaharian pokok penduduk daerah penelitian.....	71
Tabel 5.1	Rumus konversi korelasi beberapa skala magnitude untuk wilayah Indonesia (Asrurifak, 2010).....	74
Tabel 5.2	Data Parameter gempabumidengan $M_w \geq 6$, yang dipergunakan dalam perhitungan PGA batuan dasar dengan rumus attenuasi Youngs (BMKG).....	75
Tabel 5.3	Hasil perhitungan PGA dengan rumus Attenuasi Youngs..	75



Tabel 5.4	Daftar stasiun seismogram yang digunakan untuk menentukan PGA (Sumber: BMKG).....	77
Tabel 5.5	Nilai PGA batuan dasar yang diturunkan dari data seismogram dengan software Jisview.....	78
Tabel 5.6	Interpretasi nilai Kappa ((Viera & Garrett, 2005).....	99
Tabel 5.7	Pemberian ranking untuk nilai faktor amplifikasi.....	99
Tabel 5.8	Keterangan nilai koefisien korelasi.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Faktor – faktor yang mempengaruhi sinyal gempabumi pada suatu tapak (Slob, 2003).....	13
Gambar 2.2	Contoh sinyal gelombang (<i>waveform</i>) gerakan tanah, berupa data pengamatan dan sintetik pada stasiun ISK003, Jepang. Atas: percepatan, tengah: kecepatan dan bawah: perpindahan. Angka merupakan amplitude maksimum (Sumber: Yoshimi dan Yoshida, 2008).....	16
Gambar 2.3	Kerangka Pikir Penelitian.....	29
Gambar 3.1	Peta daerah penelitian.....	31
Gambar 3.2	Kenampakan lokasi penelitian dari <i>Yahoo Satellite</i>	31
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 3.4	Lokasi pengukuran MASW dan geolistrik (Puslitbang BMKG).....	34
Gambar 3.5	Diagram alir Mikrozonasi seismik dengan Metode ASCE 7-10.....	45
Gambar 3.6	Diagram alir Mikrozonasi Menggunakan Metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	46
Gambar 4.1	Pola Struktur Jawa dan Sekitarnya (Pulunggono dan Martodjojo, 1994).....	52
Gambar 4.2	Keberadaan dua sesar mendatar besar berlawanan arah di Jawa Tengah (Sumber: Satyana dan Purwaningsih, 2002).....	53
Gambar 4.3	Konfigurasi struktur Miosen Jawa Tengah bagian selatan (Muchsin et al., 2002 dalam Praptisih dan Kamtono, 2011).....	54
Gambar 4.4	Skema stratigrafi daerah Cilacap dan sekitarnya (Sumber: Praptisih et. al., 2001).....	56
Gambar 4.5	Peta Geologi daerah penelitian.....	58
Gambar 4.6	Lokasi yang akan dibuat sayatan geologi pada Peta Geologi Lembar Banyumas.....	60



Gambar 4.7	Ketebalan sedimen yang diperoleh dari pemodelan gravitasi untuk sayatan A-A'.....	60
Gambar 4.8	Ketebalan sedimen yang diperoleh dari pemodelan gravitasi untuk sayatan B-B'.....	60
Gambar 4.9	Peta Geomorfologi daerah penelitian.....	62
Gambar 4.10	Gempabumi merusak di Jawa Tengah dan Yogyakarta (Sumber:BMKG).....	67
Gambar 4.11	Sumber gempabumi untuk daerah penelitian. Lingkaran merah berjari - jari kurang lebih 500 km dari pusat kota Cilacap. (Sumber: Sunardi, 2013 dengan modifikasi).....	69
Gambar 4.12	Penggunaan lahan daerah penelitian (Sumber: Peta RBI).....	72
Gambar 5.1	Sebaran spasial gempabumiyang digunakan dalam perhitungan PGA di batuan dasar. Diameter lingkaran adalah 500 km, diukur dari pusat Kota Cilacap (lingkaran merah). Gempabumiterbesar adalah gempabumiTasikmalaya 2 September 2009 dan gempabumiterdekat dari Kota Cilacap adalah gempabumiKebumen, 25 Januari 2014. (Sumber data: BMKG)....	76
Gambar 5.2	Contoh sinyal percepatan dan nilai percepatan puncak yang diturunkan dari kecepatan. Sinyal tersebut merupakan sinyal gempabumiKebumen, 25 Januari 2014 yang tercatat oleh stasiun CISI untuk komponen arah Utara – Selatan (BHN). Software yang dipergunakan untuk mengolah data ini adalah Jisview.....	78
Gambar 5.3	Nilai Vs30 untuk daerah penelitian (Sumber: Puslitbang BMKG, 2012).....	81
Gambar 5.4	Nilai kemiringan lereng daerah penelitian.....	81
Gambar 5.5	Nilai Kedalaman airtanah yang dipergunakan untuk perhitungan faktor amplifikasi.....	82
Gambar 5.6	Nilai Faktor Amplifikasi yang dihitung dengan metode ASCE 7 – 10.....	84
Gambar 5.7	Nilai PGA permukaan yang dihitung dengan metode ASCE 7 –	



	10.....	84
Gambar 5.8	Nilai Faktor Amplifikasi yang dihitung dengan metode <i>quick seismic microzonation</i>	86
Gambar 5.9	Nilai PGA permukaan yang dihitung dengan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	86
Gambar 5.10	Peta Mikrozonasi metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> menggunakan Skala MSK-64.....	87
Gambar 5.11	<i>Waveform</i> percepatan tiga komponen gempabumi Kebumen, 25 Januari 2014 jam 12:14:20 WIB yang tercatat oleh akselerogram Cilacap.....	89
Gambar 5.12	Verifikasi PGA permukaan metode ASCE 7-10 dengan data akselerogram.....	90
Gambar 5.13	Verifikasi PGA permukaan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> dengan data akselerogram.....	92
Gambar 5.14	Kerusakan rumah akibat Gempabumi Kebumen 25 Januari 2014 yang menyebabkan dinding kamar mandi terpisah dari dinding rumah.....	94
Gambar 5.15	Retakan pada dinding rumah akibat Gempabumi Kebumen 25 Januari 2014 yang bertambah lebar.....	95
Gambar 5.16	Validasi mikrozonasi metode <i>quick seismic microzonation</i> dengan data kerusakan bangunan akibat gempabumi.....	96
Gambar 5.17	Hasil reklasifikasi nilai faktor amplifikasi metode ASCE 7-10.....	100
Gambar 5.18	Hasil reklasifikasi nilai faktor amplifikasi metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	100
Gambar 5.19	Hasil tabulasi silang (<i>cross tabulation</i>) antara faktor amplifikasi metode ASCE 7-10 dengan faktor amplifikasi metode <i>Quick Seismic Microzonation</i>	101
Gambar 5.20	Nilai Vs30 USGS untuk daerah penelitian (Sumber:USGS).....	103



Gambar 5.21	Hasil tabulasi silang antara Vs30 pengukuran dengan Vs30 USGS	103
Gambar 5.22	Regresi Linear antara variabel Vs30 (variabel bebas) dengan faktor amplifikasi metode ASCE 7-10. Software yang digunakan adalah Idrisi Selva 17.0.....	105
Gambar 5.23	Hasil tabulasi silang antara kondisi geologi dengan nilai faktor amplifikasi metode ASCE 7-10.....	107
Gambar 5.24	Hasil tabulasi silang antara kondisi geologi dengan nilai faktor amplifikasi metode <i>quick seismic microzonation</i>	108
Gambar 5.25	Hasil tabulasi silang antara kondisi geomorfologi dengan faktor amplifikasi metode ASCE 7 – 10.....	110
Gambar 5.26	Hasil tabulasi silang antara kondisi geomorfologi dengan faktor amplifikasi metode <i>quick seismic microzonation</i>	112
Gambar 6.1	Nilai faktor amplifikasi menggunakan metode ASCE 7-10 untuk gempabumiskenario Mw 7.5.....	116
Gambar 6.2	Nilai PGA permukaan menggunakan metode ASCE 7-10 untuk gempabumiskenario Mw 7.5.....	116
Gambar 6.3	Nilai faktor amplifikasi menggunakan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> untuk gempabumi skenario Mw 7.5.....	118
Gambar 6.4	PGA permukaan menggunakan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> untuk gempabumiskenario Mw 7.5.....	118
Gambar 6.5	Peta Mikrozonasi seismik metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> untuk gempabumiskenario Mw 7.5.....	119
Gambar 6.6	Nilai faktor amplifikasi menggunakan metode ASCE 7-10 untuk gempabumiskenario Mw 8.5.....	121
Gambar 6.7	Nilai PGA permukaan menggunakan metode ASCE 7-10 untuk gempabumiskenario Mw 8.5.....	121
Gambar 6.8	Peta Mikrozonasi Seismik menggunakan metode ASCE 7-10 untuk gempabumiskenario Mw 8.5.....	122
Gambar 6.9	Nilai faktor amplifikasi menggunakan metode <i>Quick Seismic Microzonation</i> untuk gempabumiskenario Mw 8.5.....	124
Gambar 6.10	Nilai PGA permukaan menggunakan metode <i>Quick Seismic</i>	



	<i>Microzonation</i> untuk gempabumiskenario Mw 8.5.....	124
Gambar 6.11	Hubungan antara nilai Vs30 dan nilai faktor amplifikasi metode ASCE 7 – 10.....	126
Gambar 6.12	Hubungan antara nilai Vs30 dan nilai faktor amplifikasi <i>quick seismic microzonation</i> untuk nilai kedalaman muka airtanah 1,2 meter.....	128
Gambar 6.13	Hubungan antara nilai Vs30 dan nilai faktor amplifikasi <i>quick seismic microzonation</i> untuk nilai kedalaman muka airtanah 1,6 meter.....	128
Gambar 6.14	Hubungan antara nilai Vs30 dan nilai faktor amplifikasi <i>quick seismic microzonation</i> untuk nilai kedalaman muka airtanah 2,6 meter.....	129
Gambar 6.15	Hubungan Antara Kedalaman Muka Airtanah dan Faktor Amplifikasi Untuk Nilai Vs30 = 153 m/s.....	131
Gambar 6.16	Hubungan Antara Kedalaman Muka Airtanah dan Faktor Amplifikasi Untuk Nilai Vs30 = 199,7 m/s.....	131
Gambar 6.17	Hubungan Antara Kedalaman Muka Airtanah dan Faktor Amplifikasi Untuk Nilai Vs30 = 310 m/s.....	132



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1 Peta Isoleismal Gempa bumi Kebumen, 25 Januari 2014 (Sumber: BMKG).....	147
Lampiran 2 Stratigrafi Struktur Batuan Untuk Titik Bor CLP-01 (Sumber: Praptisih et al., 2001).....	148
Lampiran 3 Stratigrafi Struktur Batuan Untuk Titik Bor CLP-02 (Sumber: Praptisih et al., 2001).....	149
Lampiran 4 Stratigrafi Struktur Batuan Untuk Titik Bor CLP-03 (Sumber: Praptisih et al., 2001)	150
Lampiran 5 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2009 (Sumber: BMKG).....	151
Lampiran 6 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2010 (Sumber: BMKG).....	152
Lampiran 7 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2011 (Sumber: BMKG).....	153
Lampiran 8 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2012 (Sumber: BMKG).....	154
Lampiran 9 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2013 (Sumber: BMKG).....	155
Lampiran 10 Peta Seismisitas Pulau Jawa dan sekitarnya tahun 2014 (Sumber: BMKG).....	156
Lampiran 11 Nilai PGA batuan dasar maksimum menurut SNI 1726 2012.....	157
Lampiran 12 Koefisien risiko (faktor amplifikasi) untuk periode respons spektral 0,2 detik pada SNI 1726 2012.....	158
Lampiran 13 Koefisien risiko (faktor amplifikasi) untuk periode respons spektral 1detik pada SNI 1726 2012.....	159
Lampiran 14 Peta Indeks Kerentanan Seismik Kota Cilacap dan Sekitarnya (Sumber: Puslitbang BMKG, 2012).....	160