

Pengembangan Peta Spektra Percepatan Peta Kategori Desain Seismik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Elvis Saputra

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia. Jalan Kaliurang Km.14,5, Ngemplak, Sleman 5558
Email: elvis.saputra@uii.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i1.824>

(Received: September 2022 / Revised: January 2023 / Accepted: February 2023)

Abstrak

Indonesia dikelilingi oleh empat lempeng besar dunia yang bergerak secara konvergen sehingga menyebabkan sering mengalami kejadian gempa. Salah satu upaya mengurangi risiko bencana gempa adalah melakukan upaya mitigasi seperti pembuatan peta bahaya gempa. Penyusunan Peta Kategori Desain Seismik (KDS) Indonesia saat ini masih terkendala karena keterbatasan data penyelidikan tanah. Meskipun demikian, problem tersebut dapat diatasi dengan melakukan pendekatan berdasarkan data kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 (Vs30) yang disediakan oleh (USGS, 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan penyusunan Peta Kategori Desain Seismik untuk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data, perhitungan percepatan tanah dan penentuan kategori desain seismik untuk setiap titik dari 3759 titik tinjauan. Hasil penyusunan peta kategori desain seismik Daerah Istimewa Yogyakarta pada kategori risiko I, II, dan III menunjukkan hasil Kabupaten Bantul, Kota Yogyakarta masuk dalam kategori risiko tinggi (KDS D), sedangkan Kabupaten Sleman, Kabupaten Kulonprogo, dan Kabupaten Gunung Kidul masuk dalam kategori risiko sedang hingga tinggi (B, C, dan D). Kategori desain seismik pada kategori risiko IV hampir secara keseluruhan kabupaten-kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta masuk dalam Kategori Desain Seismik D yang artinya memiliki tingkat risiko gempa bumi yang tinggi.

Kata kunci: *Gempa, mitigasi, kecepatan gelombang geser, kategori desain seismik*

Abstract

Indonesia is surrounded by four large plates of the world that move convergently, causing frequent earthquakes. One of the efforts to reduce the risk of earthquake disasters is to carry out mitigation efforts such as making earthquake hazard maps. The compilation of Indonesia's Seismic Design Category Map is currently still hampered due to limited soil investigation data. However, this problem can be overcome by making an approach based on the shear wave velocity data (Vs30) provided by (USGS, 2020). The purpose of this research is to create a Seismic Design Category Map for the Province of the Special Region of Yogyakarta. The research phase begins with collecting data, calculating ground acceleration, and determining the seismic design category for each point of the 3759 review points. The compilation result of seismic design category maps for the Special Region of Yogyakarta in risk categories I, II, and III showed that Bantul Regency, Yogyakarta City were in the high risk category (KDS D), while Sleman Regency, Kulonprogo, and Gunung Kidul fall into the moderate to high-risk category (B, C, and D). The Seismic Design Category Map for risk category IV showed that almost all districts in the Special Region of Yogyakarta Province were Seismic Design Category D, which means it has a high level of earthquake risk.

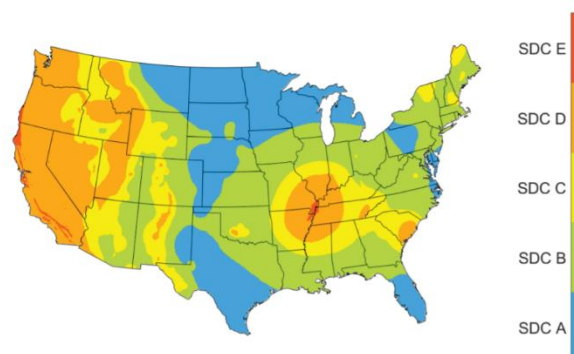
Keywords: *Earthquake, mitigation, shear wave velocity, seismic design categories*

1. Latar Belakang

Indonesia dikelilingi oleh empat lempeng besar dunia, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, dan Lempeng Laut Filipina yang bergerak secara konvergen menyebabkan Indonesia sering mengalami kejadian gempa terutama di zona subduksi di bagian barat hingga timur Indonesia (PuSGeN, 2017). Tercatat Indonesia telah beberapa kali dilanda gempa kekuatan skala besar dan mengakibatkan banyak korban jiwa serta kerugian harta benda. Salah satu penyebab jatuhnya korban jiwa adalah akibat reruntuhan bangunan yang dalam proses pembangunannya tidak sesuai dengan prinsip bangunan tahan gempa. Bencana alam seperti gempa bumi pada dasarnya memang tidak dapat dihindari, tetapi risikonya dapat diminimalisir. Salah satu upaya mengurangi risiko bencana gempa adalah melakukan upaya mitigasi pembuatan peta gempa yang menggambarkan tingkat risiko pada suatu wilayah serta membangun hunian dengan menerapkan prinsip bangunan tahan gempa.

Tahun 2017 Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang dibantu oleh Tim Pusat Studi Gempa Nasional telah merilis peta gempa Indonesia yang merupakan pemutakhiran dari peta gempa 2010. Hasil dari peta gempa 2017 menunjukkan di beberapa wilayah Indonesia terjadi peningkatan *seismic hazard* yang tercermin pada peningkatan nilai Spectra Acceleration S_s dan S_1 (Saputra *et al.*, 2020). Peningkatan nilai S_s dan S_1 akan berdampak pada respon struktur bangunan (Faizah and Saputra, 2020) dan peningkatan kategori desain seismik (KDS) akan mempengaruhi persyaratan desain dan detailing struktur gedung (Imran, 2017). KDS merupakan salah satu parameter terpenting untuk diketahui dalam perencanaan struktur tahan gempa karena memiliki fungsi sebagai penentu sistem penahan gaya seismik yang diizinkan, penentu batasan ketinggian Gedung dan kebutuhan inspeksi khusus tambahan dan parameter lainnya.

Beberapa negara maju telah mengembangkan peta spektra percepatan menjadi peta kategori desain seismik. Penelitian KDS dengan analisis secara multi site telah dilakukan oleh (Mark D *et al.*, 2014) di bawah U.S. Government. (Mark D *et al.*, 2014) melakukan analisis distribusi kategori desain seismik di wilayah Amerika Serikat berdasarkan kondisi tanah dan kategori risiko bangunan kemudian di digitalisasi kedalam bentuk peta seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta KDS *United States* (Sciences and Council, 2020a)

Pada Gambar 1 tersebut dapat dilihat bahwa di Amerika Serikat pada tahun 2014 telah tersedia peta kategori desain seismik (A, B, C, D, dan E) sedangkan di

Indonesia hingga saat ini belum tersedia. Selain dari itu, USGS juga telah menyajikan informasi tersebut dalam bentuk digital atau Web App (Sciences and Council, 2020b) yang dapat diakses oleh siapa pun. Tersedianya data digitalisasi tersebut akan memudahkan praktisi dalam mengumpulkan data yang diperlukan dalam desain bangunan tahan gempa.

Penyusunan peta kategori desain seismik di Indonesia saat ini masih terkendala karena keterbatasan data penyelidikan tanah. Keterbatasan data tersebut menjadi kendala dalam penentuan jenis tanah, disamping membutuhkan biaya yang besar juga membutuhkan tenaga dan waktu yang lama tergantung luas wilayah yang ditinjau. Meskipun demikian, problem tersebut dapat diatasi dengan melakukan pendekatan berdasarkan data kecepatan gelombang geser rata-rata pada kedalaman 30 (Vs30) yang disediakan oleh (USGS, 2020) dengan pendekatan topografi. Dalam SNI 1726-2019 dijelaskan bahwa jenis tanah dapat ditentukan berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser, Vs. Penelitian yang membahas keakuratan data VS30 dari (USGS, 2020) dengan data pengujian langsung di lapangan telah dilakukan oleh (Arifudin, 2019). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dari 111 titik pengujian yang dilakukan di lapangan, diperoleh hasil bahwa nilai Vs30 dari pengujian lapangan mendekati dengan data Vs30 dari USGS dengan rasio rata-rata mendekati 1 yaitu 1,165 (Arifudin, 2019), sehingga berdasarkan konfirmasi data tersebut, maka penelitian KDS secara multi site dapat dilakukan dan nantinya akan dapat didigitasi menjadi peta kategori desain seismik untuk wilayah-wilayah di Indonesia, oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan penyusunan Peta Kategori Desain Seismik untuk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh para praktisi dalam proses desain bangunan tahan gempa.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian diperlukan beberapa data sekunder yaitu data sumber gempa (subduksi dan patahan) untuk perhitungan percepatan spektra di batuan dasar dan data Vs30 untuk penentuan klasifikasi situs.

2.2 Spektra Percepatan (S_s dan S_I)

Spektra percepatan dianalisis dengan metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) menggunakan program SR-Model dengan titik analisis sebanyak 3759 titik dengan jarak interval per 1 km. Proses analisis PSHA diawali dengan beberapa tahapan: a) Identifikasi sumber gempa potensial; b) Menghitung parameter seismic; c) Menghitung probabilitas magnitude; d) Menghitung probabilitas jarak; e) Menghitung percepatan maksimum dengan berbagai kemungkinan magnitude dan f) Menghitung ketidakpastian kejadian gempa, besaran, dan prediksi spektra percepatan

2.3 Penentuan kelas Situs

Kelas situs Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta ditentukan berdasarkan data kecepatan gelombang geser (Vs) dari (USGS, 2020) dengan ketentuan kelas situs berdasarkan SNI 1726-2019 seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi situs berdasarkan Vs (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Klasifikasi Situs	Vs (m/detik)
Batuan keras	> 1500
Batuan	750 < Vs ≤ 1500
Tanah keras	350 < Vs ≤ 750
Tanah sedang	175 < Vs ≤ 350
Tanah lunak	Vs ≤ 175

2.4 Penentuan Koefisien Amplifikasi

Koefisien amplifikasi pada penelitian ini mengacu pada tabel koefisien amplifikasi periode pendek (*Fa*) dan koefisien amplifikasi periode panjang (*Fv*) dalam SNI 1726-2019 dengan mempertimbangkan parameter spektra percepatan dan kelas situs seperti yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Koefisien situs, *Fa* (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek, T = 0,2 detik, <i>Ss</i>					
	<i>Ss</i> ≤ 0,25	<i>Ss</i> = 0,5	<i>Ss</i> = 0,75	<i>Ss</i> = 1,0	<i>Ss</i> = 1,25	<i>Ss</i> ≥ 1,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8

Tabel 3 Koefisien situs, *Fv* (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan pada periode panjang, T = 1,0 detik, <i>SI</i>					
	<i>SI</i> ≤ 0,1	<i>SI</i> = 0,2	<i>SI</i> = 0,3	<i>SI</i> = 0,4	<i>SI</i> = 0,5	<i>SI</i> ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0

SA = Batuan keras; SB = Batuan; SC = Tanah keras; SD = Tanah sedang; SE = Tanah lunak

2.5 Parameter Respon Percepatan (*S_{DS}* dan *S_{D1}*)

Menurut SNI 1726-2019 parameter percepatan spektral pada periode 0,2 (*S_{DS}*) dan 1 detik (*S_{D1}*) harus ditentukan dengan persamaan 1 dan 2. Parameter percepatan spektra tersebut diperoleh dengan merambatkan percepatan dari batuan dasar (*Ss* dan *SI*) ke permukaan tanah dengan cara dikalikan dengan koefisien amplifikasi (*Fa* dan *Fv*) kemudian direduksi sebesar 2/3 sesuai ketentuan SNI 1726-2019.

$$SDS = 2/3 (Ss.Fva) \tag{1}$$

$$SD1 = 2/3 (SI.Fv) \tag{2}$$

di mana:

Fa = Koefisien amplifikasi periode pendek

Fv = Koefisien amplifikasi periode panjang

Ss = Spektra percepatan periode pendek

SI = Spektra percepatan periode panjang

2.6 Penentuan Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik dalam proses perancangan bangunan tahan gempa diperlukan untuk penentuan sistem pemikul seismik yang diizinkan. Dalam SNI 1726-2019 penentuan sistem pemikul seismik yang diizinkan telah ditetapkan berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek 0,2 detik (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \geq S_{DS}$	D	D

Tabel 5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode panjang 1 detik (Badan Standarisasi Nasional, 2019)

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \geq S_{D1}$	D	D

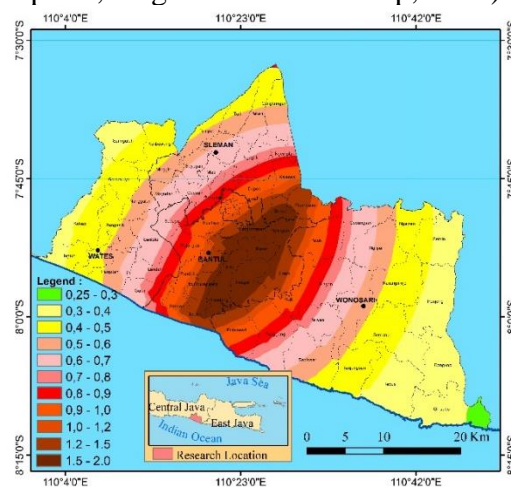
2.7 Digitaliasi Peta Kategori Desain Seismik

Hasil dari 3759 titik kategori desain seismik yang telah dianalisis kemudian dilakukan digitalisasi ke dalam bentuk peta menggunakan bantuan program *ArcMap*.

3. Hasil dan Pembahasan

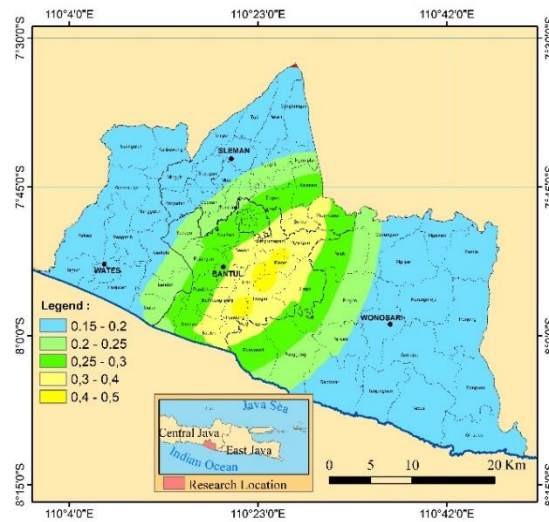
3.1 Spektra Percepatan (S_s dan S_1)

Spektra percepatan merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa, dengan diketahuinya spektra percepatan maka tingkat bahaya guncangan atau risiko suatu wilayah terhadap bencana gempa bumi dapat diidentifikasi (Saputra, Nugraheni and Makrup, 2021).



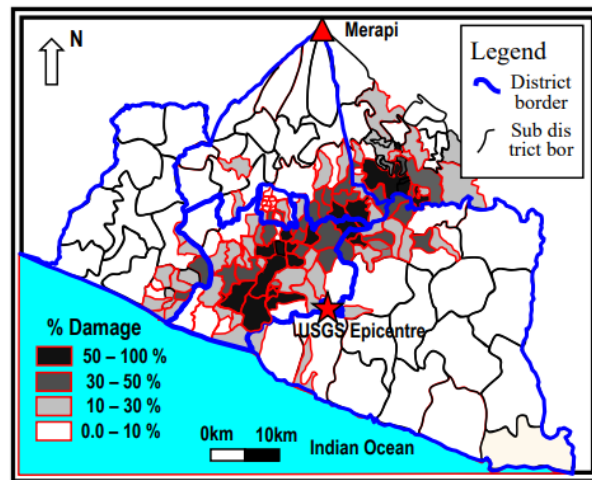
Gambar 2 Peta spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar

Distribusi spektra percepatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta diperlihatkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

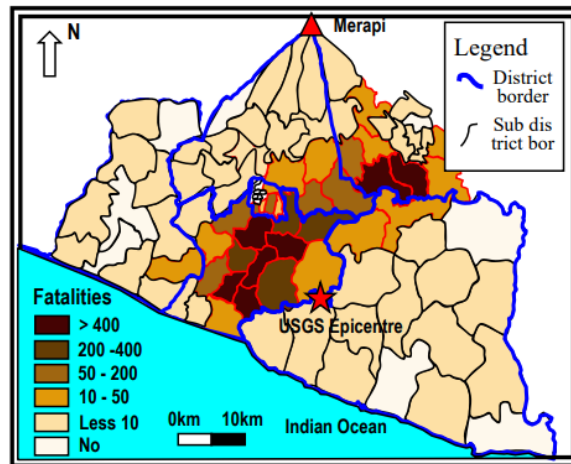


Gambar 3 Peta spektra percepatan 1 detik di batuan dasar

Spektra percepatan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan metode probabilistik (PSHA) dengan mempertimbangkan sumber gempa potensial patahan/sesar dan sumber gempa subduksi megathrust. Hasil analisis yang dimuat dalam Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa spektra percepatan maksimum terjadi di Kabupaten Bantul. Spektra percepatan maksimum pada periode 0,2 detik sebesar ± 2 g dan spektra percepatan pada periode 1 detik mencapai $\pm 0,5$ g. Sedangkan percepatan terendah berada pada wilayah bagian utara yang dekat dengan Gunung Merapi di Kabupaten Sleman. Kondisi tersebut disebabkan oleh kondisi tanah di Kabupaten Bantul yang bersifat tanah endapan dan juga jarak yang dekat dengan sumber gempa sesar Opak. Distribusi spektra percepatan tersebut sesuai dengan tingkat kerusakan yang terjadi pada gempa 2006 yang mengalami kerusakan paling parah dan banyak berjatuhan korban jiwa seperti yang dimuat dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



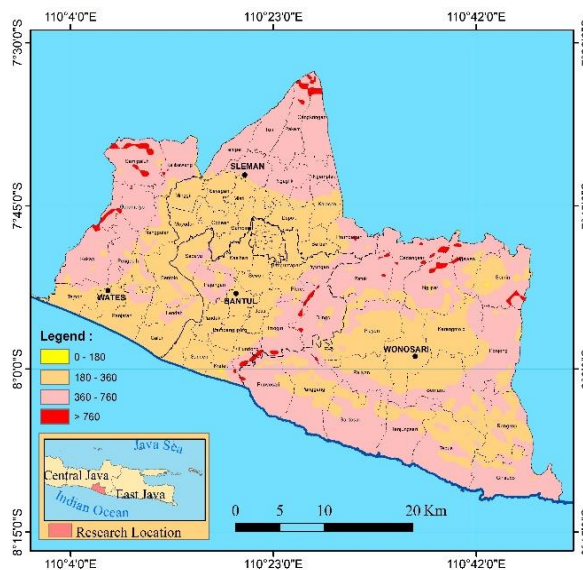
Gambar 4 Distribusi kerusakan bangunan (Pawirodikromo, 2018)



Gambar 5 Distribusi korban jiwa (Pawirodikromo, 2018)

3.2 Penentuan Kelas Situs

Vs30 merupakan kecepatan gelombang geser pada kedalaman hingga 30 m dari permukaan tanah. Vs30 banyak digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik struktur tanah hingga kedalam 30 m dari permukaan. Kedalaman tersebut ditetapkan dengan anggapan hanya lapisan-lapisan batuan sampai kedalaman 30 meter saja yang menentukan pembesaran gelombang gempa (Indra, Efendi and Abdullah, 2019). Penentuan kecepatan gelombang geser dapat dilakukan dengan beberapa metode mulai pengeboran secara langsung di lapangan sampai dengan pendekatan empiris. Pengeboran secara langsung di lapangan pada cakupan wilayah yang luas membutuhkan tenaga dan biaya yang besar. Oleh karena itu, pada penelitian ini data kecepatan gelombang Vs30 yang digunakan berdasarkan pendekatan empiris yang disediakan oleh (USGS, 2020). Distribusi kecepatan gelombang geser kedalaman 30 m dari permukaan untuk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 6.

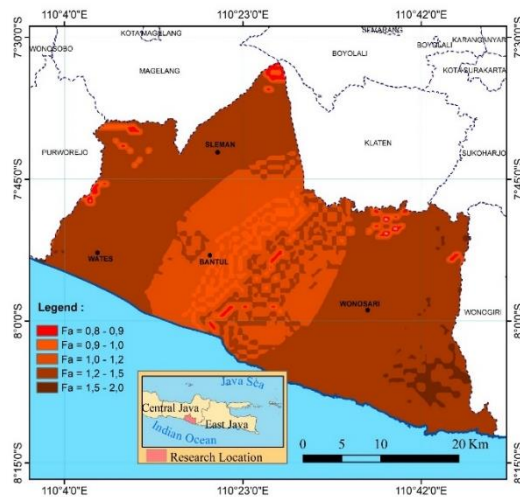


Gambar 6 Distribusi kecepatan gelombang geser, VS30 di DIY (USGS, 2022)

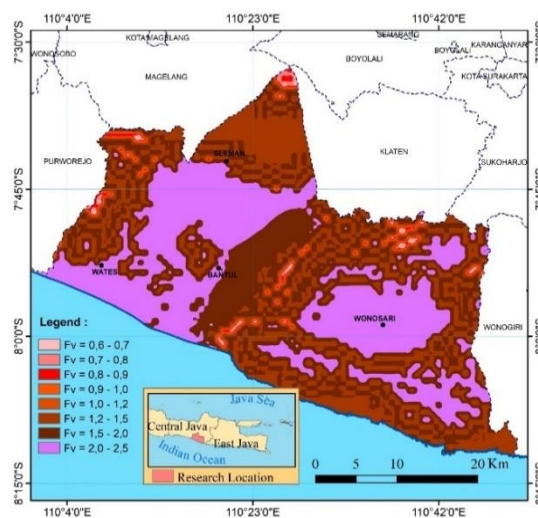
Distribusi kecepatan gelombang geser sesuai dengan SNI 1726-2019 dapat dijadikan variabel sebagai penentuan kelas situs tanah. Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 6 maka variasi kelas situ untuk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta masuk dalam kelompok tanah sedang ($V_s = 180-360$) dan tanah keras ($V_s = 360 - 760$). Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta didominasi oleh tanah sedang. Kabupaten Sleman memiliki 2 variasi dominan tanah sedang dan tanah keras pada bagian utara yang dekat dengan Gunung Merapi.

3.3 Koefisien Amplifikasi

Amplifikasi merupakan pembesaran gelombang getaran yang terjadi akibat adanya perbedaan lapisan tanah. Gelombang getaran akan mengalami pembesaran pada saat merambat dari suatu medium ke medium yang lebih lunak. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa koefisien amplifikasi digunakan untuk untuk merambatkan spektra percepatan dari batuan dasar ke permukaan tanah. Hasil distribusi koefisien amplifikasi untuk wilayah Provinsi DIY berdasarkan SNI 1726-2019 dimuat dalam Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Koefisien Amplifikasi periode pendek, F_a

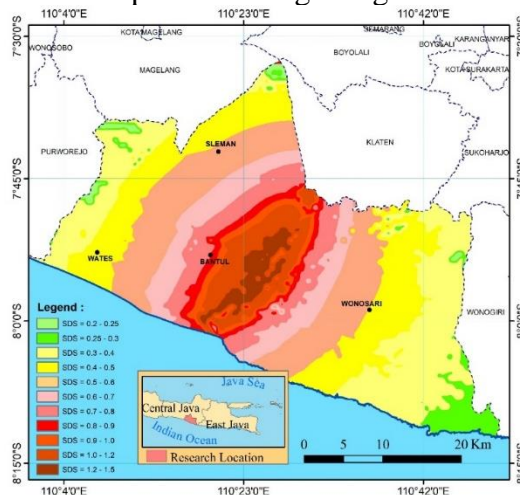


Gambar 8 Koefisien Amplifikasi periode Panjang, F_v

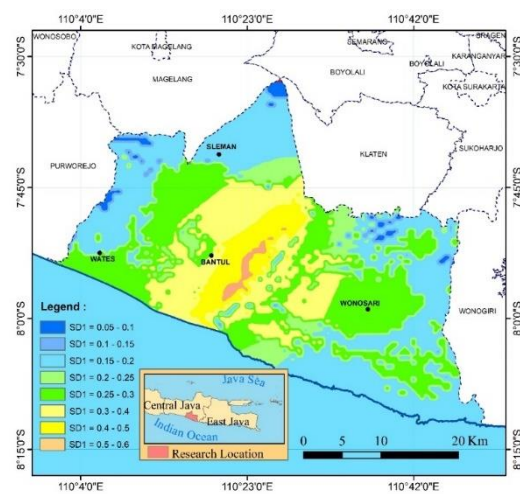
Koefisien amplifikasi diperlukan untuk merambatkan gelombang dari batuan dasar ke permukaan tanah. Dalam desain bangunan tahan gempa diperlukan spektral percepatan di batuan dasar dan koefisien amplifikasi pada periode 0,2 detik dan 1 detik untuk membuat beban gempa rencana struktur (Badan Standarisasi Nasional, 2019). Pada Gambar 7 merupakan koefisien amplifikasi pada periode 0,2 detik dan menunjukkan hasil bahwa nilai koefisien amplifikasi semakin mengecil seiring dengan menjauhnya titik yang ditinjau dari sumber gempa, hal yang berbeda terjadi pada koefisien amplifikasi pada periode 1 detik (F_v) di mana pola yang tergambar tidak sama dengan periode 0,2 detik, F_a . Besar kecilnya koefisien amplifikasi tidak dipengaruhi oleh jarak, tetapi melainkan lebih dipengaruhi oleh kondisi tanah, di mana pada tanah endapan percepatan semakin meningkat dan bantuan semakin mengecil karena memiliki daya redam yang lebih tinggi.

3.4 Parameter Respon Seismik (S_{DS} dan S_{D1})

Parameter respon spektra percepatan S_{DS} dan S_{D1} menggambarkan tingkat risiko guncangan gempa bumi di permukaan. Parameter S_{DS} dan S_{D1} digunakan dalam desain beban gempa rencana yang direpresentasikan dalam bentuk respon spektra untuk menganalisis respon struktur gedung.



Gambar 9 Parameter Seismik S_{DS}



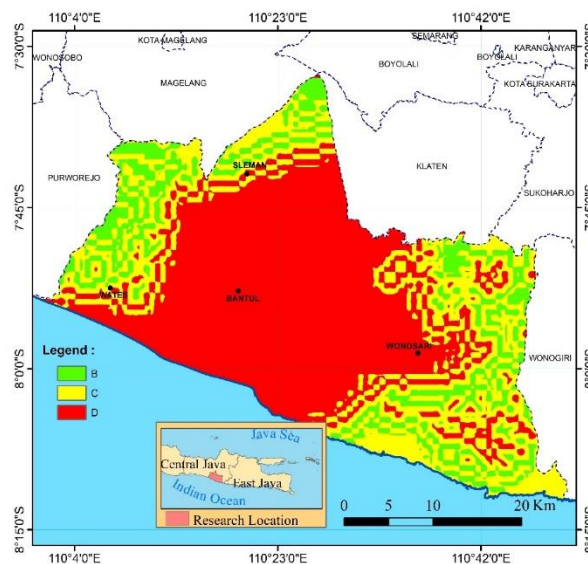
Gambar 10 Parameter Seismik S_{D1}

Selain berfungsi sebagai parameter beban gempa, parameter S_{DS} dan S_{D1} juga digunakan untuk menentukan katagori desain seismik yang berperan sebagai penentu sistem penahan gaya seismik yang diizinkan, penentu batasan ketinggian gedung, dan kebutuhan inspeksi khusus tambahan dan parameter lainnya. Distribusi parameter S_{DS} dan S_{D1} diperlihatkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.

3.5 Kategori Desain Seismik (KDS)

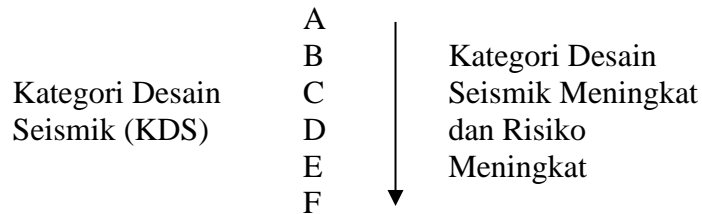
Kategori Desain Seismik merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Kategori desain seismik dapat menggambarkan tingkat risiko bahaya gempa pada suatu wilayah meskipun pada peta spektra percepatan S_s dan S_1 yang dimuat dalam SNI 1726-2019 juga menggambarkan tingkat risiko bahaya guncangan gempa, tetapi spektra percepatan tersebut merupakan percepatan di batuan dasar sehingga tingkat risiko bahaya gempa di batuan tersebut akan berbeda dengan tingkat risiko di permukaan tanah karena adanya pengaruh dari amplifikasi. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa amplifikasi merupakan pembesaran gelombang getaran yang terjadi akibat adanya perbedaan lapisan tanah. Gelombang getaran akan mengalami pembesaran pada saat merambat dari suatu medium ke medium yang lebih lunak oleh karena itu peta kategori desain seismik dianggap lebih tepat dalam menggambarkan tingkat risiko bahaya gempa suatu wilayah karena menggambarkan sepektra percepatan di permukaan yang telah mempertimbangkan kondisi tanah.

Selain menggambarkan tingkat risiko dipermukaan, kategori desain seismik dalam perencanaan bangunan tahan gempa juga diperlukan untuk penentuan sistem pemikul gaya seismik yang diizinkan pada suatu struktur hal tersebut telah diatur dalam peraturan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 sebagai petunjuk untuk persyaratan desain dan detailing struktur bangunan. Peta Kategori Desain Seismik untuk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dimuat dalam Gambar 11 untuk kategori risiko I, II, III dan Gambar 13 untuk kategori risiko IV.



Gambar 11 Peta kategori desain seismik (kategori risiko I, II, III)

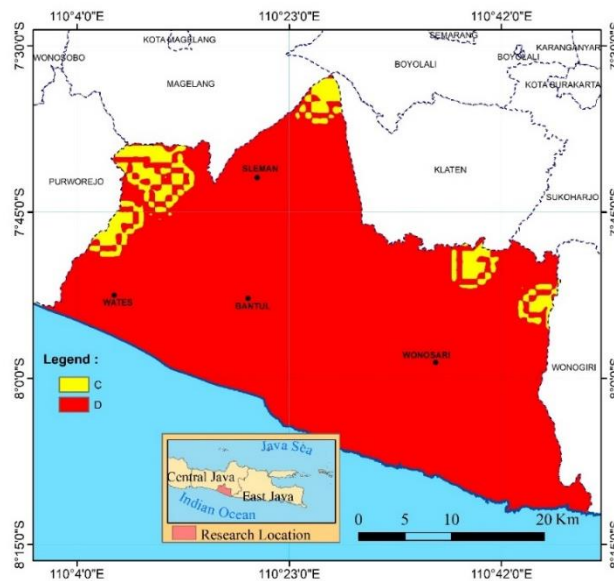
Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa respon struktur gedung pada saat terjadi gempa tidak hanya ditentukan oleh spektra percepatan di batuan dasar, tetapi juga dipengaruhi oleh jenis tanah dari struktur tersebut oleh karena itu, peta ketagori desain seismik perlu untuk dikembangkan. Dalam SNI 1726-2019, kategori desain seismik dikelompokkan menjadi Kategori A, B, C, D, E, dan F. Variasi kelompok tersebut menunjukkan tingkat risiko dari sedang hingga tinggi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 12.



Gambar 12 Ilustrasi tingkat risiko berdasarkan KDS

Secara umum dalam SNI 1726-2019 kategori desain seismik diklasifikasikan dalam 3 kategori. KDS A dan B dikalafikasikan sebagai risiko rendah, KDS C diklasifikasikan kedalam risiko sedang, kemudian KDS D, E, dan F diklasifikasikan kedalam kategori risiko tinggi.

Kategori risiko I, II, dan III pada keterangan Gambar 11 merupakan kategori risiko berdasarkan jenis fungsi atau pemanfaatan bangunan. Dalam SNI 1726-2019 telah jelaskan jenis-jenis fungsi gedung untuk masing-masing kategori risikonya. Semakin besar kategori risikonya maka menandakan bahwa semakin tinggi pula tingkat urgensi gedung tersebut. Gedung yang pemanfaatannya masuk dalam kategori I, II, dan III yaitu perumahan, perkantoran, gedung apartemen, pasar, dan lainnya masuk dalam kategori risiko tinggi untuk wilayah Kabupaten Bantul, Kota Yogyakarta, Sebagian Kabupaten Sleman, Sebagian Kabupaten Kulonprogo, dan Sebagian Kabupaten Gunung Kidul.



Gambar 13 Peta kategori desain seismik (kategori risiko IV)

Tingkat risiko berhubungan dengan tingkat urgensi bangunan. Kelompok pemanfaatan bangunan kategori risiko IV dalam SNI 1726-2019 terdiri dari bangunan monumental, fasilitas pendidikan, rumah ibadah, rumah sakit, tempat perlindungan bencana dan jenis bangunan penting lainnya. Disitribusi kategori risiko IV yang tinjukkan pada Gambar 14 menunjukkan bahwa hampir secara keseluruhan kabupaten-kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta masuk dalam Kategori Desain Seismik D yang artinya memiliki tingkat risiko gempa bumi yang tinggi.

Berdasarkan peta kategori desain seismik pada Gambar 11 dan 13 maka dapat dibuat rangkuman hubungan antara kategori desain seismik dan sistem pemikul gaya seismik yang diizinkan untuk masing-masing kabupaten di DIY seperti yang dimuat dalam Tabel 6 dengan mempertimbangkan distribusi dominan setiap kabupatennya.

Tabel 6 Hubungan kategori risiko dan sistem pemikul gaya seismik DIY

Kategori Risiko	Kategori Desain Seismik	Kabupaten	Sistem Pemikul Gaya Seismik
I	B, C, D	Sleman	SRPMM, SRPMK
	D	Bantul	SRPMK
	D	Kota Yogyakarta	SRPMK
	B, C, D	Kulonprogo	SRPMM, SRPMK
	B, C, D	Gunung Kidul	SRPMM, SRPMK
II	B, C, D	Sleman	SRPMM, SRPMK
	D	Bantul	SRPMK
	D	Kota Yogyakarta	SRPMK
	B, C, D	Kulonprogo	SRPMM, SRPMK
	B, C, D	Gunung Kidul	SRPMM, SRPMK
III	B, C, D	Sleman	SRPMM, SRPMK
	D	Bantul	SRPMK
	D	Kota Yogyakarta	SRPMK
	B, C, D	Kulonprogo	SRPMM, SRPMK
	B, C, D	Gunung Kidul	SRPMM, SRPMK
IV	C, D	Sleman	SRPMK
	D	Bantul	SRPMK
	D	Kota Yogyakarta	SRPMK
	C, D	Kulonprogo	SRPMK
	C, D	Gunung Kidul	SRPMK
Keterangan:	B = risiko rendah – sedang C = risiko sedang D = risiko tinggi SRPMM: Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah SRPMK: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus		

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Hasil penyusunan peta kategori desain seismik Daerah Istimewa Yogyakarta pada kategori risiko I, II, dan III diperoleh bahwa Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta masuk dalam kategori risiko tinggi (KDS D) sedangkan Kabupaten Sleman, Kabupaten Kulonprogo, dan Kabupaten Gunung Kidul masuk dalam kategori risiko sedang hingga tinggi (B, C, dan D). Kategori desain seismik pada kategori risiko IV menunjukkan bahwa hampir secara keseluruhan kabupaten-kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta masuk dalam Kategori Desain Seismik D yang artinya memiliki tingkat risiko gempa bumi yang tinggi sehingga dalam perancangan struktur gedung beton bertulang diwajibkan untuk menggunakan sistem pemikul gaya seismik SRPMK.

4.2 Saran

Dalam penyusunan peta kategori desain seismik pada penelitian ini kelas situs ditentukan berdasarkan kecepatan gelombang geser (V_{s30}) dari USGS dengan pendekatan topografi dan hanya terbatas untuk wilayah Provinsi DIY. Penyusunan peta KDS perlu diperluas untuk provinsi lainnya dan data kelas situs yang digunakan merupakan hasil investigasi di lapangan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan dukungan bantuan pendanaan penelitian dengan kontrak 003/Dir/DPPM/70/Pen.Pemula/III/2022 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terselesaikan sesuai rencana.

Daftar Kepustakaan

- Arifudin, A. (2019) 'Konfirmasi Kecepatan Gelombang Geser (V_{s30}) Antara Data Usgs Dengan Hasil Penelitian Lapangan', in *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-13*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Badan Standarisasi Nasional (2019) *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Jakarta: BSN.
- Faizah, R. and Saputra, E. (2020) 'Seismic Demand Due to the Earthquake Hazard Map 2017 Determination in Indonesia', in *Proceedings of the 7th Engineering International Conference on Education, Concept and Application on Green Technology (EIC 2018)*. Semarang: SCITEPRESS, pp. 108–116. doi: 10.5220/0009007101080116.
- Imran, I. (2017) *Antisipasi Dampak Updating Peta Gempa Indonesia Pada*.
- Indra, I., Efendi, R. and Abdullah, A. (2019) 'Estimasi Kecepatan Gelombang Geser Bawah Permukaan Pada Lapisan Dangkal Menggunakan Data Mikrotremor di Daerah Mambo', *Gravitasi*, 17(2), pp. 10–19. doi: 10.22487/gravitasi.v17i2.12418.
- Mark D, P. et al. (2014) *Documentation for the 2014 Update of the United States National Seismic Hazard Maps*. Virginia. Available at: <https://pubs.usgs.gov/of/2014/1091/pdf/ofr2014-1091.pdf>.

- Pawirodikromo, W. (2018) 'The estimated pga map of the Mw6.4 2006 yogyakarta Indonesia earthquake, constructed from the modified mercalli intensity imm', *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 51(2), pp. 92–104. doi: 10.5459/bnzsee.51.2.92-104.
- PuSGeN (2017) *Peta Sumber Daya dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. Cetakan Pe. Bandung: Pustlitbang PUPR.
- Saputra, E. *et al.* (2020) 'Analisis Percepatan Tanah Permukaan Di Wilayah Riau Dengan Metode Psha', *Teknisia*, XXV(1), pp. 42–49. doi: 10.20885/teknisia.vol25.iss1.art5.
- Saputra, E., Nugraheni, F. and Makrup, L. (2021) 'Perbandingan Peta Percepatan Tanah di Permukaan sebagai Dasar Perencanaan Tata Ruang Berbasis Mitigasi Bencana di Provinsi Riau', *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(2), pp. 250–259.
- Sciences, N. I. of B. and Council, B. S. S. (2020a) *BSSC Project 17 Final Report Development of the Next Generation of Seismic Design Value Maps for the 2020 NEHRP Provisions*.
- Sciences, N. I. of B. and Council, B. S. S. (2020b) *BSSC Tool For 2020 NEHRP Provisions Seismic Design Map Values*. Available at: <https://www.wbdg.org/additional-resources/tools/bssc-2020-nehrrp>.
- USGS (2020) *USGS Vs30 Map Viewer*, USGS. Available at: <https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/> (Accessed: 23 February 2020).