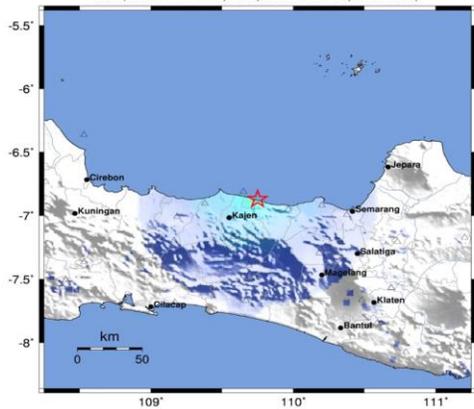




ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA BATANG JAWA TENGAH 07 JULI 2024



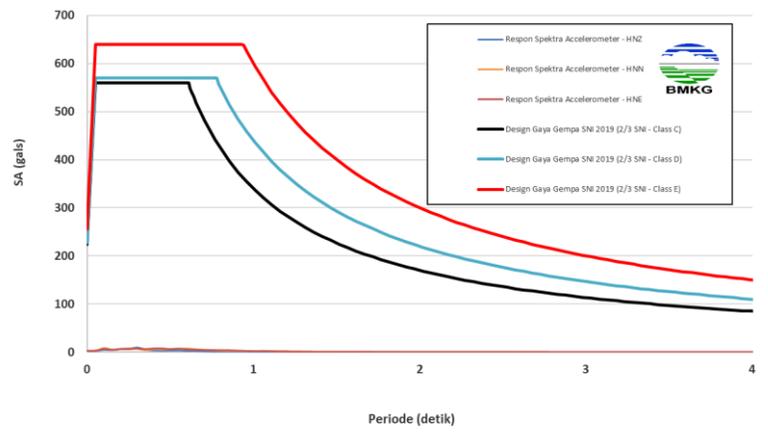
BMKG ShakeMap : Pusat gempa berada di darat 5 km timur laut Batang
JUL 7, 2024 14:35:24 WIB, M:4.4, 6.87LS 109.75BT, Kedimn:6km,



	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
PERCIBUAT SIBANG	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
POTENTIAL DAMAGE	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK ACC.(%g)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
PEAK VEL.(cm/s)									
INSTRUMENTAL RELIABILITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X-

Scale based upon Worden et al. (2011)

Desain Gaya Gempa Bangunan dan Struktur SNI 2019 (2/3 SNI) vs Respon Spektra
Gempa Bumi Batang 7 Juli 2024 M4.4
Stasiun PKJI (Panningaran Pekalongan, Indonesia)



ULASAN GUNCANGAN TANAH AKIBAT GEMPA BUMI 7 JULI 2024 M 4.4, BATANG JAWA TENGAH

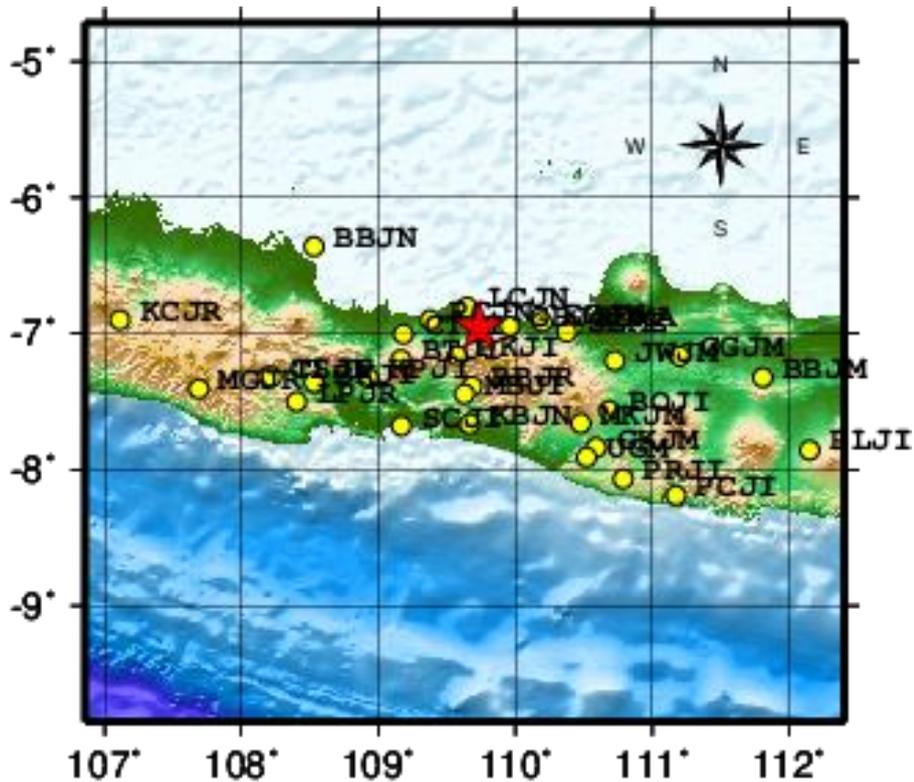
Oleh:

* Bidang Seismologi Teknik–BMKG kontak : seismotek@bmgk.go.id

I. Pendahuluan

Telah terjadi gempabumi pada hari Minggu tanggal 7 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB dengan magnitude 4.4. Pusat Gempabumi (epicenter) terletak pada koordinat 6.96°LS 109.74°BT terletak di darat 5 km tenggara Batang pada kedalaman 6 km. Gempabumi yang terjadi ini bisa diklasifikasikan sebagai gempabumi *shallow crustal*. Dengan memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenternya, gempabumi yang terjadi merupakan jenis gempabumi dangkal akibat adanya aktivitas sesar lokal (*fault*). Hasil analisis mekanisme sumber menunjukkan bahwa gempabumi memiliki mekanisme dextral strike slip fault pada segmen Pekalongan.

Akibat gempabumi yang terjadi pada hari Minggu tanggal 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB mengakibatkan guncangan yang cukup besar di wilayah sekitar epicenter gempabumi. Dari gambar 1 terlihat bahwa gempabumi dengan kekuatan magnitude 4.4 tersebut terekam oleh jaringan peralatan akselerograf BMKG yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sebanyak 31 stasiun akselerograf mencatat gempabumi yang telah menimbulkan guncangan hingga intensitas IV tersebut. Stasiun Kantor Bpbd Pekalongan Kota (LCJN) merupakan stasiun dengan jarak terdekat yaitu sekitar 19.22 km dari epicenter gempabumi dan Stasiun Reis Pasir Kelapa (KCJR) merupakan stasiun dengan jarak terjauh dari epicenter gempabumi dengan jarak sekitar 290.26 km.



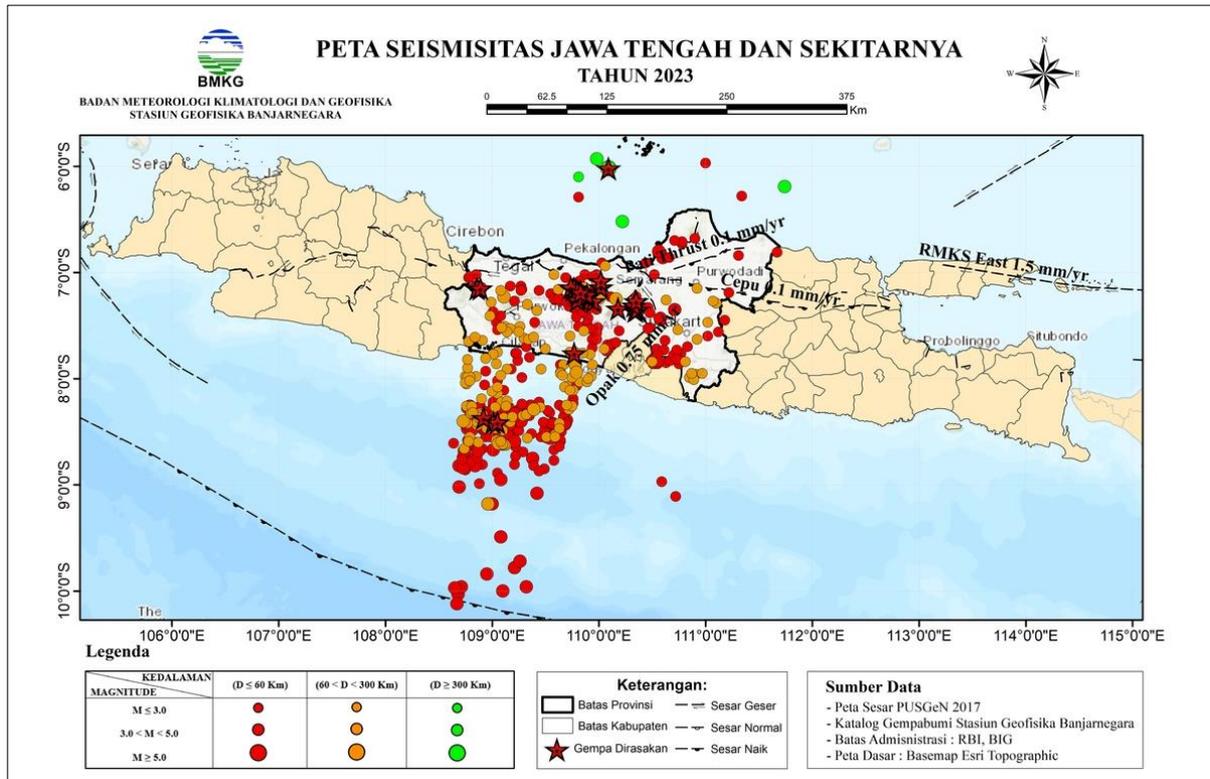
legenda :
 * Epicenter Gempabumi
 ● Stasiun Akselerograf

Gambar 1. Peta epicenter gempabumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB beserta stasiun akselerograf yang merekam kejadian gempabumi tersebut..

II. Tinjauan Historis Kegempaan dan Kondisi Geologi, Tektonik Batang Jawa Tengah

Peta Seismisitas Jawa Tengah dan Sekitarnya Tahun 2023 yang diterbitkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) melalui Stasiun Geofisika Banjarnegara memberikan gambaran yang komprehensif tentang aktivitas seismik di wilayah tersebut sepanjang tahun. Dari peta tersebut, dapat dilihat bahwa mayoritas gempa bumi yang terjadi di Jawa Tengah memiliki magnitudo kecil ($M \leq 3.0$) dan terjadi pada kedalaman dangkal ($D \leq 60$ Km), menunjukkan bahwa wilayah ini mengalami banyak gempa bumi ringan yang kemungkinan besar tidak menyebabkan kerusakan yang signifikan. Namun, konsentrasi gempa bumi terbanyak terjadi di wilayah selatan Jawa Tengah, terutama di sekitar Kabupaten Kebumen dan Cilacap, yang menunjukkan adanya zona seismik aktif di daerah tersebut. Selain itu, peta ini juga mencatat beberapa gempa bumi dengan magnitudo sedang ($3.0 \leq M \leq 5.0$) yang sebagian besar juga terjadi di wilayah selatan, serta satu gempa bumi dengan

magnitudo besar ($M > 5.0$) yang terjadi pada bulan Oktober 2023 di wilayah selatan Jawa Tengah, yang menunjukkan potensi ancaman gempa bumi yang lebih kuat di daerah ini.



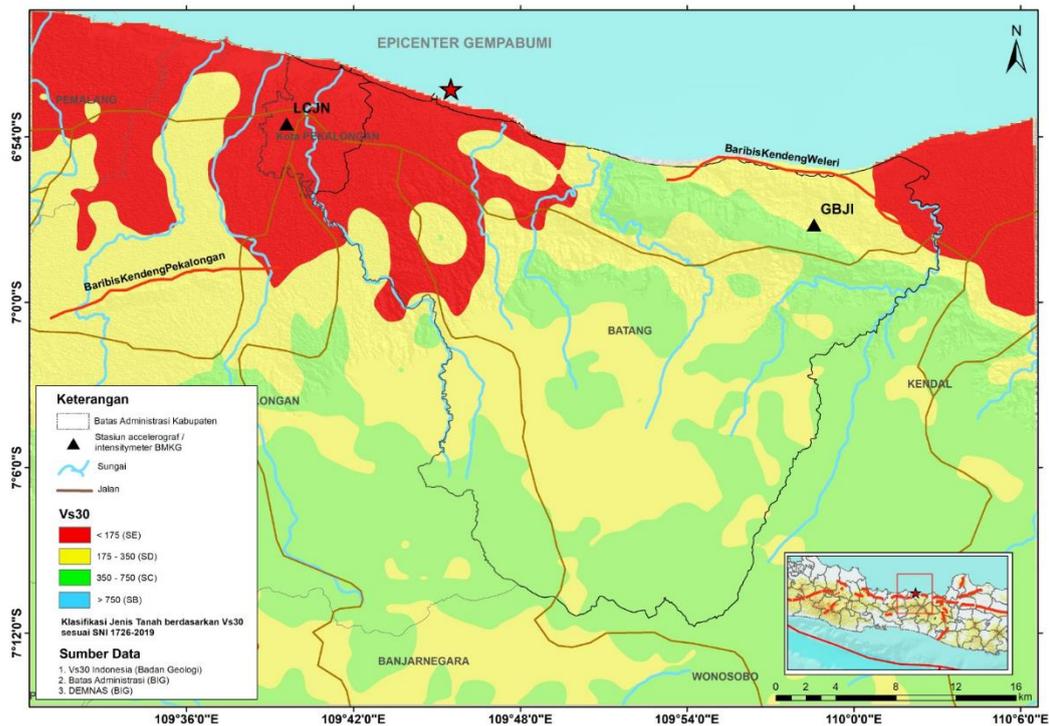
Gambar 2. Peta Seismisitas Jawa Tengah dan Sekitarnya.
(Sumber: STAGEOF Banjarnegara)

II.1 Kondisi Tektonik dan Geologi Batang Jawa Tengah

Kondisi tektonik Kabupaten Batang Jawa Tengah dipengaruhi oleh interaksi kompleks faktor geologi dan geomorfologi. Sejarah geologi wilayah ini ditandai dengan aktivitas tektonik yang signifikan, terutama didorong oleh subduksi Lempeng Indo-Australia di bawah Lempeng Eurasia, yang merupakan karakteristik dari Parit Jawa yang terletak di selatan Jawa (Zufialdi, 2008). Pengaturan tektonik ini telah menghasilkan berbagai struktur geologi, termasuk patahan dan lipatan, yang telah membentuk lanskap wilayah dari waktu ke waktu. Misalnya, daerah tersebut menunjukkan unit geomorfologi seperti badan gunung berapi strato, unit intrusi, dan dataran, dengan pola drainase sungai yang paralel dan subparalel, menunjukkan pengaruh tektonik pada sistem fluvial (Fikri et al., 2016). Kabupaten Batang juga memiliki kondisi agroekologi yang beragam mulai dari daerah pesisir hingga pegunungan, yang kondusif untuk budidaya sayuran, meskipun produktivitas tetap di bawah rata-rata provinsi karena praktik pengelolaan lahan yang tidak memadai (Raharjo et al., 2015). Secara keseluruhan, kondisi tektonik Kabupaten Batang merupakan faktor penting yang

mempengaruhi lanskap geologi, pertanian, dan sosial-ekonomi, sehingga memerlukan perencanaan dan pengelolaan yang komprehensif untuk mengurangi bahaya alam dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya. Kondisi geologi Kabupaten Batang Jawa Tengah dicirikan oleh stratigrafi, geomorfologi, dan struktur geologi yang beragam dan kompleks, dipengaruhi oleh proses vulkanik dan sedimen. Secara geologis, wilayah ini dicirikan oleh beragam formasi dan struktur. Formasi Halang, yang terdiri dari batu pasir, batu lumpur, dan brexia, menunjukkan lingkungan endapan kipas laut dalam yang dipengaruhi oleh perubahan permukaan laut dan aktivitas vulkanik.

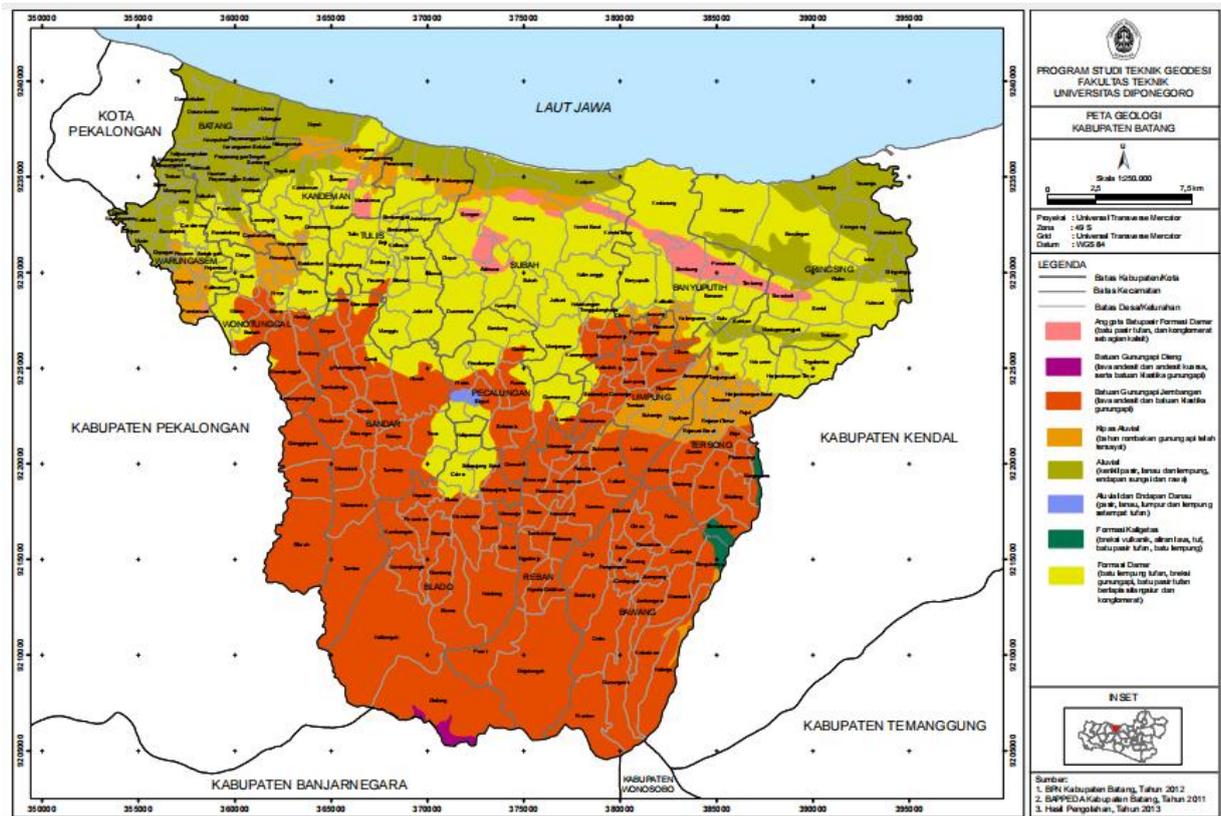
Morfologi daerah terlanda guncangan gempa bumi merupakan dataran pantai yang dibatasi oleh morfologi perbukitan pada bagian selatan dan tenggara. Menurut data Badan Geologi (BG) daerah tersebut tersusun oleh tanah lunak (kelas E) dan tanah sedang (kelas D) pada morfologi dataran pantai dan tanah keras (kelas C) pada morfologi perbukitan. Menurut data BG batuannya tersusun oleh endapan Kuartar berupa endapan Pantai dan Formasi Damar (terdiri-dari batulempung tufan, breksi gunung api, batupasir, tuf, konglomerat, dan sebagian telah mengalami pelapukan).



Gambar 3. Peta Klasifikasi Jenis Tanah berdasarkan Vs30.
(Sumber data : Badan Geologi, BIG)

Endapan Kuartar dan batuan yang telah mengalami pelapukan tersebut bersifat urai, lunak, lepas, belum kompak (unconsolidated) dan memperkuat efek guncangan, sehingga

rawan guncangan gempa bumi. Geomorfologi daerah terdekat, seperti Aribaya, meliputi zona patahan, punggungan aliran lava, dan unit intrusi, dengan unit batuan mulai dari batu pasir-batu tanah liat hingga breksi piroklastik dan intrusi diorit, dibentuk oleh aktivitas tektonik dari zaman Miosen hingga Pliosen. Demikian pula, pemetaan geologi Desa Somawangi mengungkapkan stratigrafi breksi vulkanik, batu pasir, dan lava andesit, dengan struktur patahan yang signifikan menunjukkan pergerakan tektonik masa lalu (Mudrik et al., 2022).



Gambar 4. Peta Geologi Kabupaten Batang
(Sumber data : Teknik Geodesi Undip)

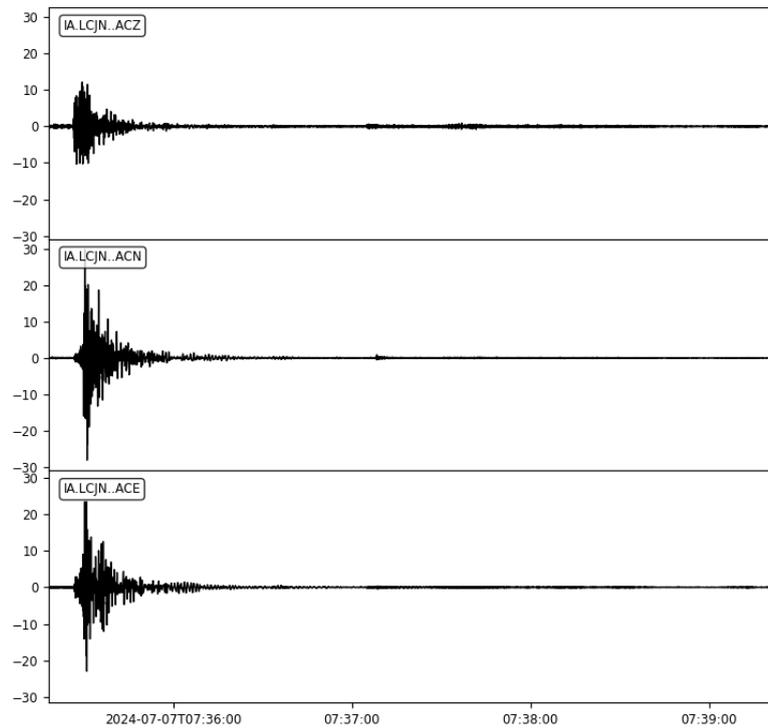
Fitur geologis ini telah mempengaruhi potensi sumber daya kawasan, termasuk kegiatan penambangan diorit, pasir, dan andesit, dan keberadaan emas dan mineral lainnya. Geomorfologi wilayah ini mencakup unit-unit seperti badan gunung berapi strato, unit intrusi, dan dataran, dengan pola drainase sungai yang paralel dan subparalel. Stratigrafi daerah tersebut terdiri dari unit breccia vulkanik, andesit, tufa, dan tufan tanah liat, dengan breksi vulkanik dan tuf bertindak sebagai akuifer yang signifikan, sedangkan tufan tanah liat dan andesit kurang produktif dalam hal air tanah. Sejarah geologi daerah ini ditandai dengan aktivitas vulkanik, seperti yang terlihat di Kompleks Bayat, yang meliputi basal, batu apung, tuf, dan zeolit, menunjukkan sejarah letusan gunung berapi efusif dan eksplosif. Bukit Menoreh, bagian dari Zona Kulonprogo, terutama terdiri dari batuan vulkanik Tersier,

termasuk breksi piroklastik andesit, breksia tufa, dan breksia laharik, dengan pelapukan signifikan yang menyebabkan lapisan tanah tebal rentan terhadap tanah longsor. Tanah longsor adalah bahaya geologis umum di wilayah ini, terutama di daerah dengan lereng curam dan struktur sendi yang intensif, seperti daerah Karangmoncol, di mana batu pasir vulkanik dan intrusi andesit berkontribusi pada ketidakstabilan tanah. Desa Pasir Panjang di Distrik Salem juga mengalami longsor yang signifikan pada tahun 2018, dipicu oleh tekanan air pori yang diinduksi curah hujan di lapisan pasir berlumpur di atas breksia andesitik kedap air. Selain itu, pemetaan geologi daerah seperti Desa Somawangi mengungkapkan stratigrafi yang mencakup breksi vulkanik, batu pasir, lava andesit, dan tuf, dengan potensi ekstraksi sumber daya dan bahaya geologi seperti tanah longsor. Kehadiran manifestasi panas bumi, seperti yang ada di Batu Gede dan Batu Kapur, semakin menyoroti proses geologi aktif di kawasan ini, dengan manifestasi dikendalikan oleh struktur patahan dan aktivitas magmatik. Situs bersejarah seperti Candi Ngempon, dikelilingi oleh batuan vulkanik dari Gunung Ungaran, juga menggarisbawahi warisan geologi dan budaya yang kaya di kawasan ini, dengan potensi pengembangan geowisata. Pemetaan geologi di daerah Gunung Ketos mengidentifikasi berbagai unit geomorfologi dan formasi batuan, termasuk batu liat-batu pasir dan intrusi diorit, dengan sumber daya potensial seperti endapan sungai dan emas, tetapi juga risiko tanah longsor. (Irwan et al., 2021). Secara keseluruhan, kondisi geologi Kabupaten Batang dibentuk oleh kombinasi aktivitas vulkanik, proses sedimen, dan gerakan tektonik, sehingga menghasilkan lanskap yang kaya sumber daya dan rentan terhadap bahaya alam.

III. Peak Ground Acceleration (PGA) Gempabumi Batang 7 Juli 2024

Kerusakan dan keruntuhan bangunan akibat gempabumi terjadi karena bangunan tidak mampu mengantisipasi getaran tanah (*ground motion*) *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang ditimbulkannya. Besarnya getaran tanah akibat gempabumi dipengaruhi oleh tiga hal, sumber gempa (*source*), jalur penjalaran gelombang (*path*), dan pengaruh kondisi tanah setempat (*site*). Dapat dipahami bahwa sumber gempa yang besar dan dekat akan menimbulkan getaran tanah yang juga besar. Demikian halnya kondisi tanah setempat berupa endapan sedimen tebal dan lunak juga akan menimbulkan fenomena amplifikasi yang memperbesar nilai getaran tanah di permukaan. Gempabumi yang terjadi pada hari Minggu jam 14:35:24 WIB tercatat pada peralatan akselerograf sebanyak 31 stasiun pengamatan. Gambar 4, merupakan sinyal akselerograf akselerograf stasiun Kantor Bpbd Pekalongan Kota (LCJN) yang merupakan stasiun akselerograf terdekat yang merekam kejadian gempabumi

tersebut dan tabel 1 merupakan daftar stasiun yang merekam beserta nilai percepatan tanah maksimum yang tercatat oleh sensor percepatan tanah (akselerograf).



Gambar 5. Sinyal akselerograf gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB pada sensor stasiun Kantor Bpbd Pekalongan Kota (LCJN) yang berjarak sekitar 19.22 km dari epicenter gempa bumi

Berdasarkan hasil analisa data akselerograf kejadian gempa bumi 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB, terlihat bahwa nilai percepatan tanah yang terekam oleh sensor akselerograf memiliki nilai yang bervariasi di berbagai lokasi dengan nilai antara 0.0196 hingga 29.759 gals.

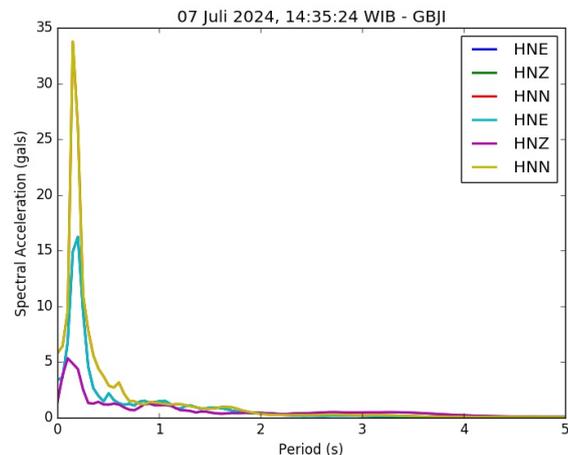
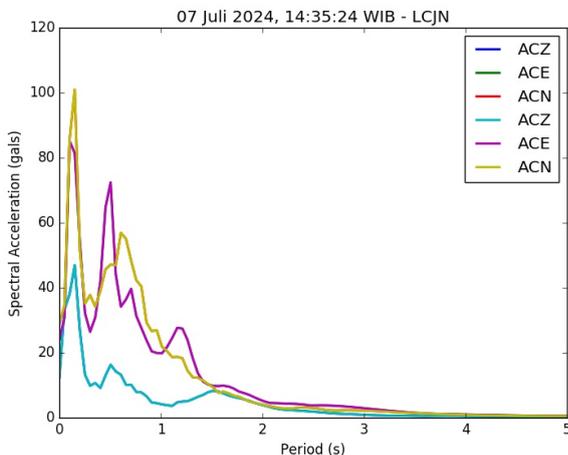
Stasiun Kantor Bpbd Pekalongan Kota (LCJN) yang merupakan stasiun dengan jarak terdekat dari epicenter gempa bumi yaitu sekitar 19.22 km mencatat nilai percepatan tanah maksimum (PGA) dengan nilai sebesar 29.7595 gals.

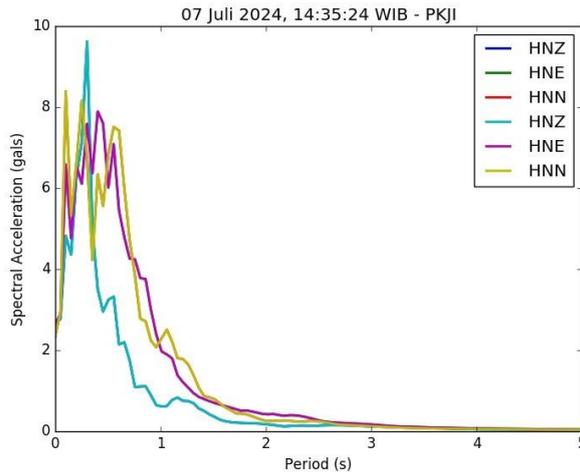
Tabel 1. Nilai Peak Ground Acceleration Gempa Bumi Batang Jawa Tengah

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Laporan Kejadian Gempabumi Bidang Seismologi Teknik											
Gempabumi 07 Juli 2024, jam 14:35:24 WIB, Mag:4.4, Lat:6.96°LS, Long:109.74°BT, Kedalaman:6 Km, di darat 5 km tenggara Batang											
No	IdSta	Stasiun	Latitude	Longitude	Jarak	MMI	PGA-EW(gal)	PGA-NS(gal)	PGA-UD(gal)	PGA Max	Site Class
1	LCJN	Kantor bpbd pekalongan kota	-6.812	109.65	19.22	IV	23.48029	29.75946	12.17768	29.75946	
2	GBJI	Gringsing,Batang,Jawa Tengah	-6.949	109.966	24.98	III	3.4104	5.7781	1.3975	5.7781	
3	PKJI	Paninggaran,Pekalongan,Jawa Tengah	-7.168	109.58	29.08	III	2.6421	2.3265	2.6254	2.6421	
4	PCJN	BPBD Kab. Pemasang	-6.903	109.38	40.25	III	0.80523	0.7891	0.86448	0.86448	
5	BBJR	REIS Banjarnegara	-7.392	109.689	48.33	I	0.3116	0.3812	0.1548	0.3812	
6	ECJN	Kantor BPBD kab. Kendal	-6.919	110.2	50.98	II	0.4464	0.52606	0.38661	0.52606	
7	MBJI	Station Majalengka Banjarnegara Jawa Indonesia	-7.449	109.632	55.66	I	0.049	0.0549	0.0568	0.0568	
8	CTJI	Station Waduk Cacaban, Java, BMG,	-7.008	109.184	61.59	I	0.146	0.1186	0.1058	0.146	C
9	BTJI	Bumi Jawa,Tegal,Jawa Tengah	-7.197	109.164	68.82	II	0.9869	0.933	0.6233	0.9869	
10	SEME	STASIUN METEOROLOGI SEMARANG	-6.993	110.376	70.29	II	0.3861	0.3087	0.3156	0.3861	E
11	SEMA	Stasiun Meteorologi Maritim Klas II Semarang	-6.951	110.418	74.84	II	0.1891	0.1989	0.2225	0.2225	E
12	KBJN	BPBD KEBUMEN - VSAT	-7.668	109.668	79.13	II	0.3273	0.2822	0.1421	0.3273	D
13	KPJI	Station Karang Pucung, Java	-7.333	108.931	98.44	I	0.0774	0.0813	0.0568	0.0813	D
14	SCJI	Station Gunung Srandil, Java, BMG, Indonesia	-7.681	109.169	101.95	I	0.0206	0.0402	0.002	0.0402	C
15	JWJM	Juwangi ,Boyolali,Jawa Tengah	-7.206	110.731	112.73	I	0.8154	0.6713	0.3205	0.8154	
16	MKJM	Manisrenggo,Klaten,Jawa Tengah	-7.663	110.483	113.24	I	0.1205	0.1117	0.0451	0.1205	
17	BOJI	Sawit,Boyolali,Jawa Tengah	-7.568	110.689	124.62	I	0.0657	0.0911	0.0657	0.0911	
18	GKJM	Gedangsari,Gunung Kidul,D.I Yogyakarta	-7.841	110.592	135.74	I	0.0882	0.1401	0.0588	0.1401	
19	UGM	GEOFON Station Wanagama, Indonesia	-7.912	110.523	136.64	I	0.0431	0.05	0.0294	0.05	
20	BKJI	Banjar,Kota Banjar,Jawa Barat	-7.363	108.532	140.62	I	0.3597	0.2675	0.2029	0.3597	
21	BBJN	BPBD Kota Banjar	-6.363	108.53	149.22	I	0.27604	0.19908	0.15939	0.27604	
22	LPJR	REIS Langkaplancar	-7.504	108.402	159.51	I	0.4479	0.3861	0.1264	0.4479	
23	GGJM	Gabus,Grobogan,Jawa Tengah	-7.172	111.204	163.26	I	0.5116	0.6899	0.9388	0.9388	
24	PRJI	Pracimantoro,Wonogiri,Jawa Tengah	-8.072	110.792	169.54	I	0.1274	0.1499	0.3028	0.3028	
25	TSJN	BPBD Tasikmalaya - VSAT	-7.32	108.22	172.42	I	0.1323	0.1333	0.146	0.146	D
26	CJJI	Cipedes,Kota Tasikmalaya,Jawa Barat	-7.317	108.196	174.93	I	0.096	0.097	0.0343	0.097	
27	PCJI	Station Pacitan, Java	-8.195	111.177	209.61	I	0.0147	0.0196	0.0127	0.0196	D
28	MGJR	REIS Pamulihan	-7.41	107.692	231.41	I	0.2754	0.2793	0.1627	0.2793	
29	BBJM	Bubulan,Bojonegoro,Jawa Timur	-7.326	111.81	231.98	I	0.2362	0.4283	0.2146	0.4283	
30	PLJI	Plosoklaten,Kediri,Jawa Timur	-7.862	112.155	284.54	I	0.4861	0.3636	0.5684	0.5684	
31	KCJR	REIS Pasir Ketapa	-6.906	107.111	290.26	I	0.0647	0.05	0.0921	0.0921	

IV. Analisis Spectral Acceleration (SA) Gempa Bumi Batang 7 Juli 2024

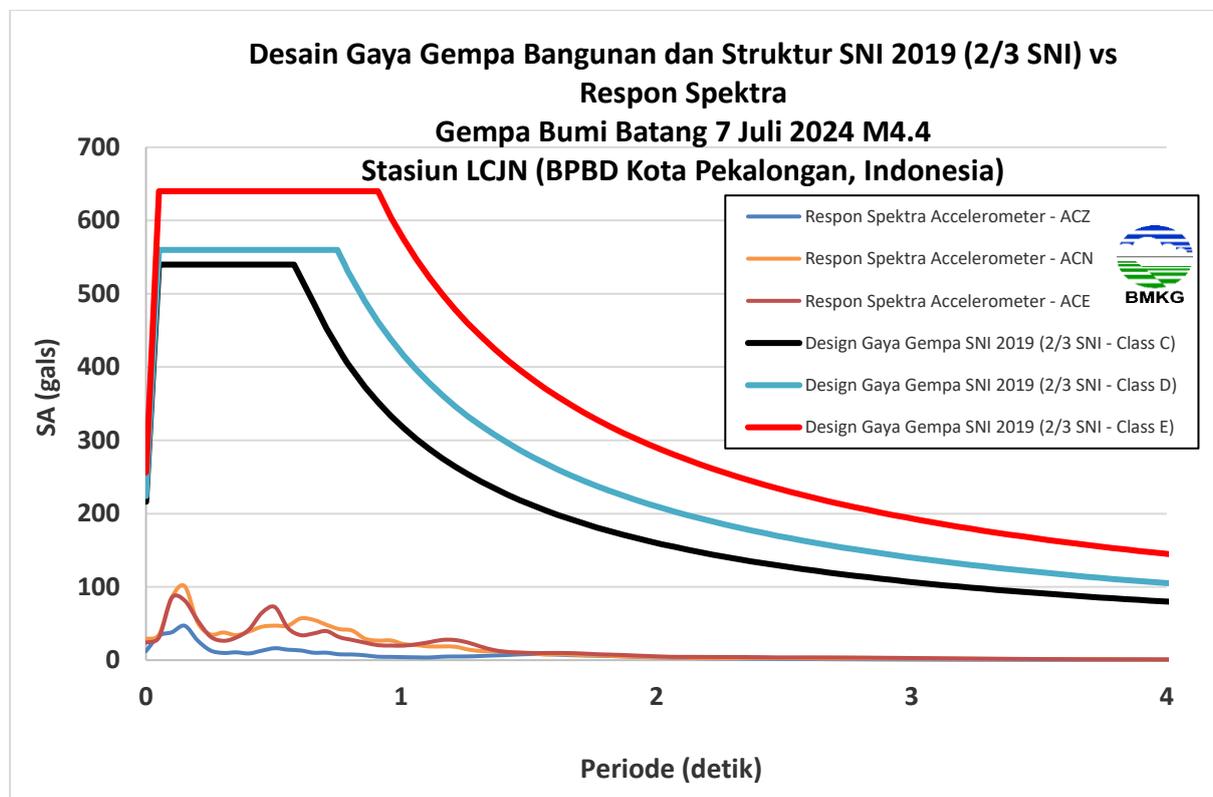
Berdasarkan hasil analisa spectral akselerasi dapat dilihat bahwa nilai spektra maksimum percepatan terletak pada periode tertentu. Berikut hasil analisis spektra akselerasi stasiun LCJN, GBJI dan PKJI yang merupakan stasiun dengan nilai spektra terbesar yang dirasakan akibat gempabumi 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB dengan magnitude 4.4 tersebut.





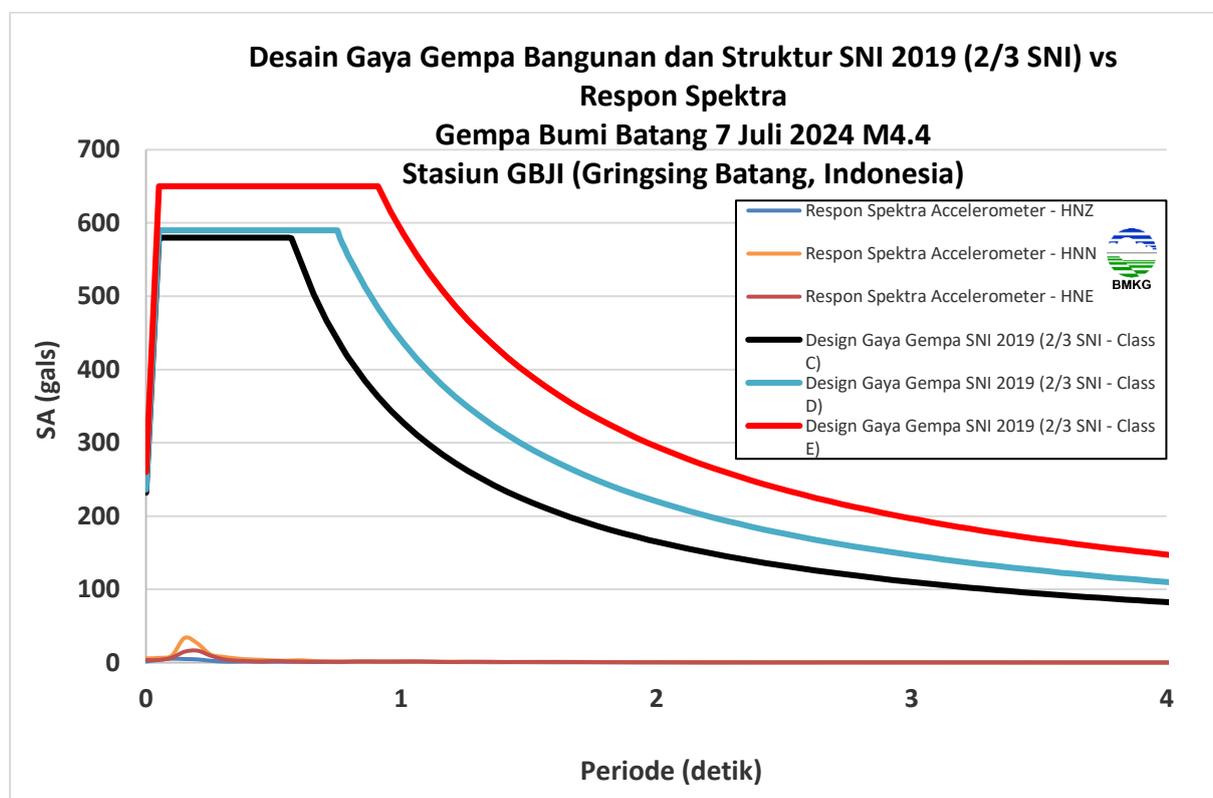
Gambar 6. Spektra Akselerasi pada stasiun (a) LCJN, (b) GBJI dan (c) PKJI akibat gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB.

Spektra akselerasi stasiun LCJN menunjukkan nilai spektra tertinggi pada komponen ACN dengan nilai sebesar 100.983 gals. Nilai tersebut terletak pada periode 0.15 detik. Spektra akselerasi pada stasiun GBJI menunjukkan nilai spektra tertinggi pada komponen HNN dengan nilai sebesar 33.761 gals pada periode 0.15 detik. Sedangkan spektra akselerasi pada stasiun PKJI menunjukkan nilai spektra tertinggi pada komponen HNZ dengan nilai sebesar 9.619 gals pada periode 0.30 detik.



Gambar 7. Desain Respons Spektra Akselerasi pada stasiun BPBD Kota Pekalongan (LCJN) akibat gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB (Sumber data desain respon spektra: website Puskim PU).

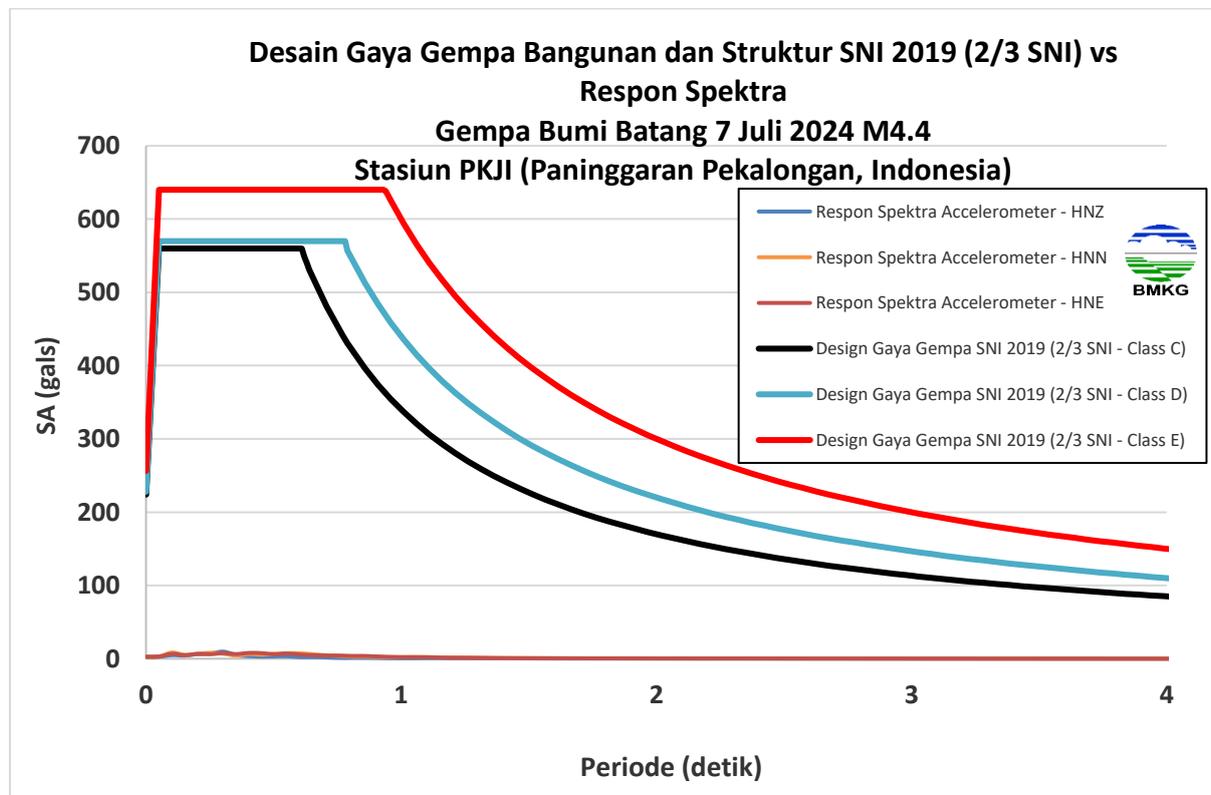
Analisis spektra desain SNI 2019 dan spektra rekaman gempa bumi Batang 7 Juli 2024 menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam nilai percepatan spektral (S_a) terhadap periode getaran (T). Spektra desain SNI 2019, yang mencakup nilai S_a untuk berbagai kelas struktur (C, D, dan E), menunjukkan bahwa spektra ini lebih konservatif dengan memperhitungkan kemungkinan terjadinya gempa bumi yang lebih kuat daripada yang pernah tercatat dalam sejarah. Dalam hal ini, kelas struktur C mewakili bangunan dengan tingkat ketahanan gempa tertinggi, sedangkan kelas struktur E mewakili bangunan dengan ketahanan gempa terendah. Sebaliknya, spektra rekaman gempa bumi Batang 7 Juli 2024, yang diukur dari stasiun BPBD Kota Pekalongan (LCJN) pada komponen ACZ, ACN, dan ACE, menunjukkan nilai S_a yang umumnya lebih rendah dibandingkan dengan spektra desain SNI 2019. Stasiun LCJN, yang terletak paling dekat dengan episentrum gempa, mencatat nilai S_a tertinggi di antara komponen yang diukur, namun tetap berada di bawah nilai Spektra akselerasi yang diprediksi oleh spektra desain SNI.



Gambar 8. Desain Respons Spektra Akselerasi pada stasiun Gringsing Batang (GBJI) akibat gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB (Sumber data desain respon spektra: website Puskim PU).

Analisis spektra rekaman gempa bumi Batang 7 Juli 2024, yang diukur dari stasiun Gringsing Batang (GBJI) pada komponen ACZ, ACN, dan ACE, menunjukkan nilai Sa yang umumnya lebih rendah dibandingkan dengan spektra desain SNI 2019. Stasiun GBJI, yang terletak 24.98 km dengan episentrum gempa, mencatat nilai Spektrum akselerasi di antara komponen yang diukur, namun tetap berada di bawah nilai Spektra akselerasi yang diprediksi oleh spektra desain SNI (Gambar 7).

Analisis spektra rekaman gempa bumi Batang 7 Juli 2024, yang diukur dari stasiun Paninggaran (PKJI) pada komponen ACZ, ACN, dan ACE, menunjukkan nilai Sa yang umumnya lebih rendah dibandingkan dengan spektra desain SNI 2019. Stasiun GBJI, yang terletak 24.98 km dengan episentrum gempa, mencatat nilai Spektrum akselerasi di antara komponen yang diukur, namun tetap berada di bawah nilai Spektra akselerasi yang diprediksi oleh spektra desain SNI (Gambar 8).



Gambar 9. Desain Respons Spektra Akselerasi pada stasiun Paninggaran Pekalongan (PKJI), akibat gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB (Sumber data desain respon spektra: website Puskim PU).

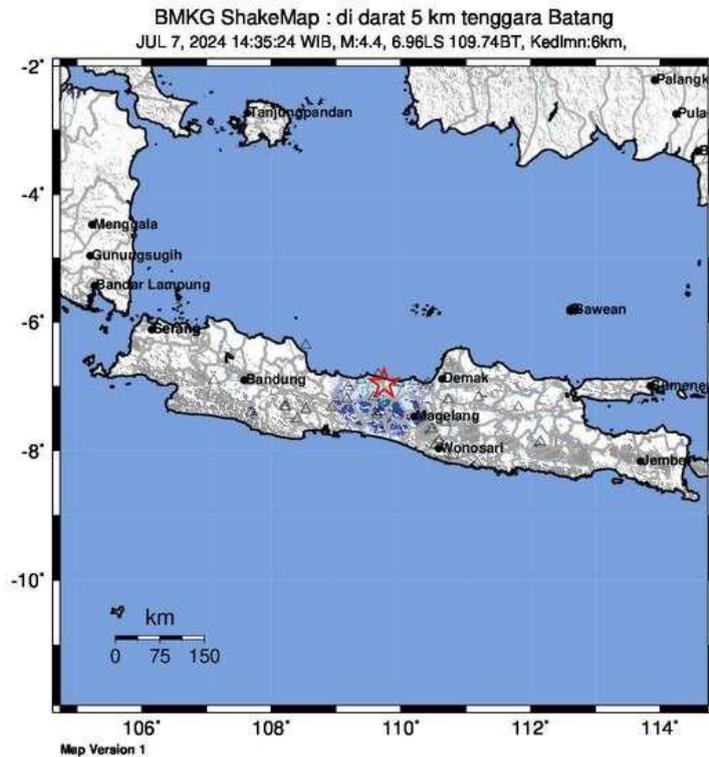
Dari perbandingan ini, dapat disimpulkan bahwa spektra desain SNI 2019 telah dirancang dengan margin keamanan yang tinggi untuk memastikan ketahanan struktur bangunan terhadap gempa bumi yang mungkin lebih kuat daripada yang tercatat. Ini menunjukkan bahwa peraturan desain bangunan di Indonesia mengantisipasi skenario terburuk, memberikan perlindungan ekstra terhadap risiko gempa bumi. Hasil analisis ini menekankan pentingnya mengikuti standar desain yang lebih ketat untuk mitigasi risiko seismik.

V. Peta Guncangan Tanah

Berdasarkan Peta Guncangan Tanah (Shakemap) gempabumi di darat 5 km tenggara Batang, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB terlihat bahwa gempabumi tersebut dirasakan di banyak lokasi. Gempabumi dengan kekuatan Magnitudo 4.4 tersebut dirasakan sebanyak 2365 kecamatan atau sekitar 186 kabupaten di sekitar wilayah epicenter gempabumi. Tabel 2 merupakan wilayah kecamatan yang merasakan gempabumi dan gambar 4 merupakan peta guncangan tanah (shakemap) gempabumi di darat 5 km tenggara Batang, 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB tersebut.

Tabel 2. Tabel kota terdampak akibat gempabumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB.

MMI	Kabupaten	Kecamatan
IV	Kab. batang	Batang, Kandeman
IV	Kab. pekalongan	Karangdadap
IV	Kota pekalongan	Pekalongan barat, Pekalongan timur, Pekalongan utara, Pekalongan selatan
III	Kab. batang	Wonotunggal, Blado, Subah, Tulis, Pecalungan
III	Kab. pekalongan	Lebakbarang, Doro, Kajen, Wonopringgo, Kedungwuni, Buaran, Tirto, Wiradesa, Siwalan, Wonokerto
III	Kab. pemalang	Comal
III	Kab. sambas	Subah
II	Kab. purbalingga	Bukateja, Kejobong, Purbalingga, Karanganyar, Karangmoncol, Rembang, Pengadegan, Karangjambu, Kertanegara
II	Kab. banjarnegara	Punggelan, Karangkojar, Pagentan, Pejawaran, Batur, Kalibening
II	Kab. kebumen	Karanganyar
II	Kab. wonosobo	Leksono, Selomerto, Watumalang, Mojotengah, Garung, Kejajar
II	Kab. karanganyar	Karanganyar
II	Kab. rembang	Rembang
II	Kab. demak	Karanganyar
II	Kab. temanggung	Kandangan, Kedu, Ngadirejo, Jumo, Tretap, Candirotro, Bansari, Bejen, Wonobojo, Gemawang
II	Kab. kendal	Plantungan, Sukorejo, Patean, Singorojo, Brangsong, Pegandon, Gemuh, Weleri, Cepiring, Patebon, Rowosari, Kangkung, Ringinarum, Ngampel, Kaliwungu selatan
II	Kab. batang	Reban, Tersono, Gringsing, Limpung, Banyuputih
II	Kab. pekalongan	Kandangserang, Paninggaran, Karanganyar, Kesesi
II	Kab. pemalang	Moga, Pulosari, Belik, Watukumpul, Bodeh, Bantarbolang, Randudongkal, Pemalang, Taman, Petarukan, Ampelgading, Ulujami
II	Kab. tegal	Bumijawa, Kramat, Suradadi, Warureja
II	Kab. ponorogo	Sukorejo
II	Kab. kediri	Kandangan
II	Kab. malang	Ampelgading
II	Kab. situbondo	Banyuputih
II	Kab. pasuruan	Sukorejo
II	Kab. pasuruan	Sukorejo



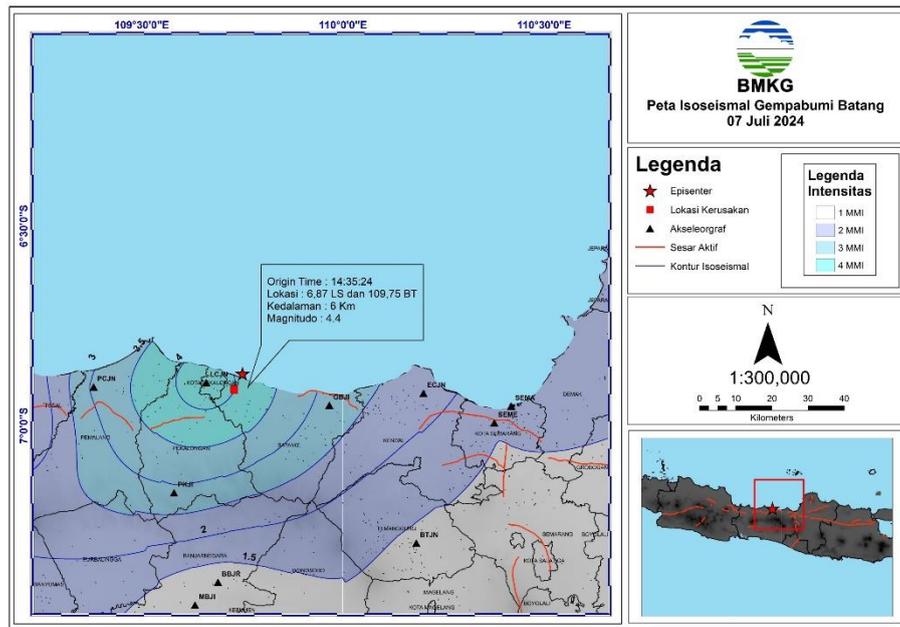
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X-

Scale based upon Worden et al. (2011)

Gambar 10. Peta Guncangan Tanah (Shakemap) gempa bumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB

Peta isoseismal gempa bumi Batang 7 Juli 2024 memberikan gambaran yang jelas tentang sebaran intensitas gempa bumi di sekitar episentrum, yang terletak di 6,87 LS dan 109,75 BT, sekitar 25 km barat laut Batang, Jawa Tengah. Dengan magnitudo 4.4, peta menunjukkan intensitas gempa bumi menggunakan skala Modified Mercalli Intensity (MMI). Area dengan intensitas tertinggi (MMI IV) melingkupi radius sekitar 10 km dari episentrum, diikuti oleh area MMI III yang mencapai radius 20 km, dan MMI II hingga radius 30 km, sementara area di luar lingkaran MMI II mencakup intensitas MMI I. Penyebaran intensitas gempa bumi ini menurun secara bertahap seiring bertambahnya jarak dari episentrum, dengan pola isoseismal yang relatif simetris.

Peta juga mengindikasikan bahwa episentrum terletak di daerah perbukitan, yang dapat mempengaruhi penyebaran gelombang seismik dan intensitas gempa bumi yang dirasakan di permukaan. Meskipun peta tidak menyediakan detail struktur geologi, faktor-faktor geologis ini penting untuk memahami penyebaran gelombang seismik secara lebih komprehensif. Kesimpulannya, gempa bumi ini memiliki intensitas yang cukup kuat di sekitar episentrum dengan penyebaran yang dipengaruhi oleh topografi dan struktur geologi lokal (Gambar 11)



Gambar 11. Peta Isoleismal gempabumi di darat 5 km tenggara Batang hari Minggu 07 Juli 2024 jam 14:35:24 WIB

VI. Dampak Kerusakan Gempabumi

Dampak Gempa mengakibatkan kerusakan di rumah warga dan tempat ibadah di beberapa wilayah, sebagai berikut :

A. KABUPATEN BATANG.

- KERUSAKAN :

1. Rumah rusak : 19 Unit
- Rusak berat : 3 Unit
- Rusak sedang : 6 Unit
- Rusak ringan : 10 Unit
2. Fasilitas Umum : 10 Unit
- Masjid : 1 Unit,
- Sekolah : 3 Unit,
- Kantor Pemerintah : 5 Unit,
- Pasar : 1 Unit.

- KORBAN :

- 9 Jiwa luka ringan
- 3 Jiwa sudah pulang dari RS
 - 6 Jiwa masih observasi di RS

B. KOTA PEKALONGAN.

- KERUSAKAN :

- 2 Rumah rusak ringan di Kel. Gamer RT 02 RW 04 Kec. Pekalongan Timur (2 KK 7 Jiwa).

Sumber : PUSDALOPS-PB BPBD PROVINSI JAWA TENGAH, 7 Juli 2024 Pukul 21.00 WIB



Gambar 12. Foto -Foto Kerusakan (Sumber : BMKG)

Daftar Istilah

Amplitudo adalah jarak/simpangan terjauh dari titik kesetimbangan dalam gelombang sinusoidal yang diakibatkan guncangan gempa.

Akselerograf adalah alat yang digunakan untuk mencatat percepatan tanah selama gempa bumi berlangsung, juga biasa disebut akselerometer.

Akselerogram adalah rekaman percepatan tanah selama terjadinya gempabumi.

ADC (Analog to Digital Converter) adalah suatu perangkat elektronik yang mengubah informasi analog menjadi digital atau dengan kata lain mengubah informasi fisik suatu rekaman menjadi informasi digital berupa angka yang mewakili perubahan informasi fisik dimaksud.

Episenter adalah informasi lokasi terjadinya gempabumi dalam koordinat garis lintang dan garis bujur.

Event adalah kejadian gempabumi yang terekam pada akselerogram.

g adalah satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 g setara dengan 9.8 m/s^2 (percepatan gravitasi bumi).

Gals adalah satuan unit dari percepatan tanah dimana 1 gals setara dengan $1 \text{ cm/s}^2 = 1/980 \text{ g}$.

Getaran tanah adalah gerakan dinamik permukaan bumi yang bersumber dari gempa bumi atau sumber lain seperti ledakan, gunung berapi dan lain-lain. Getaran tanah merupakan efek dari gelombang yang dihasilkan oleh kejadian gempabumi atau sumber lain, yang kemudian menjalar keseluruh bagian bumi dan permukaannya.

Hiposenter adalah informasi lokasi terjadinya gempabumi koordinat garis lintang, garis bujur dan kedalaman gempabumi.

Intensitas adalah sebuah besaran yang mencerminkan pengaruh guncangan gempabumi yang dirasakan pada permukaan.

Isoseismal adalah garis yang menghubungkan wilayah dengan nilai intensitas yang sama

Kode stasiun adalah kode nama yang digunakan untuk mengidentifikasi stasiun akselerograf. Kode stasiun terdiri dari 3 atau 4 kombinasi huruf.

Magnitudo adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya energi seismik yang dipancarkan oleh sumber gempabumi.

mSEED (miniSEED) adalah jenis format data seismologi yang menjadi bagian dari format standar SEED yang digunakan hanya untuk data time series tidak termasuk metadata sinyal bersangkutan.

Origin Time adalah informasi tanggal dan waktu terjadinya gempabumi.

Parameter gempabumi adalah informasi yang terkait kejadian gempabumi yang terekam pada akselerogram. Parameter gempabumi umumnya meliputi tanggal terjadinya, waktu terjadinya, koordinat episenter (dinyatakan dengan koordinat garis lintang dan garis bujur), kedalaman Hiposenter dan Magnitude.

Peak Ground Acceleration (PGA) atau Percepatan Getaran Tanah Maksimum akibat gempabumi adalah: Percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi pada suatu titik pada posisi tertentu dalam suatu kawasan yang dihitung dari akibat semua gempabumi yang terjadi pada kurun waktu tertentu dengan memperhatikan besar magnitudo dan jarak hiposenternya, serta periode dominan tanah di mana titik tersebut berada.

Percepatan tanah adalah percepatan Getaran Tanah pada suatu titik yang diakibatkan guncangan gempabumi.

Peta Isoseismal adalah peta yang menunjukkan wilayah yang mempunyai intensitas yang sama

Seismisitas adalah aktifitas seismik yang dapat digunakan untuk mengartikan geografi gempa bumi, terutama kekuatan (magnitudo) atau energi dan distribusinya

DAFTAR PUSTAKA

- Coppersmith, Kevin J and Wells, Donald L, 1994. *New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement*, Bulletin of the Seismological Society of America.
- Hamilton, W., 1979, Tectonics of the Indonesian region, U.S. Geological Survey Professional Paper, No. 1078, 345p.
- Imamura, Fumihiko et al, 2006, *Tsunami Modelling Manual*, Tohoku University, Japan.
- Indrastomo, dkk., 2017. Identifikasi Pola Struktur Geologi Sebagai Pengontrol Sebaran Mineral Radioaktif Berdasarkan Kelurusan pada Citra Landsat-8 di Mamuju, Sulawesi Barat. *Eksplorium*, Volume 38 No. 2, November 2017: 71–80.
- Irwan, Firmansyah., Adi, Candra., Fajar, Rizki, Widiatmoko. (2021). Geological Mapping of the Longkeyang and Surrounding Regions, Bodeh District, Pemalang Regency, Central Java. doi: 10.31284/J.JEMT.2021.V2I1.2166
- Mudrik, Infithor, Nurul, Qur'an., Siswandi, Siswandi., Akhmad, Khahlil, Gibran. (2022). The detailed morphological formation based on geological investigation in Somawangi and surrounding areas, Mandiraja District, Banjarnegara Regency, Central Java. *Journal of Earth and Marine Technology*, doi: 10.31284/j.jemt.2022.v2i2.2880
- McCaffrey, R, dan Nabelek, J. 1987, *Earthquakes, Gravity and The Origin of The Lombok Basin: An Example of A Nascent Continental Fold and Thrust Belt*, *Journal of Geophysical Research*, 92, 441-460.
- Puspito, T.N.2002, *Tsunami and Earthquake Activity in Indonesia*, Petropavlovsk-Kamchatsky Tsunami Workshop.
- Pusdalops BPBD Provinsi Jawa Tengah
- Badan Geologi
- Teknik Geodesi UNDIP
- Stasiun Geofisika Banjarnegara
- <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>
- <http://vsi.esdm.go.id>