

ULASAN GRUNDMOTION DAN RESPONSE SPEKTRA

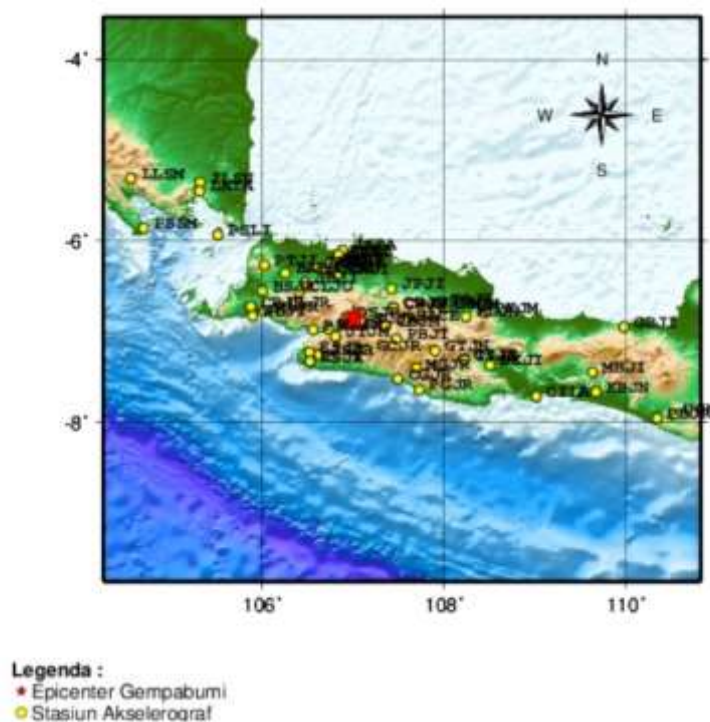
GEMPABUMI CIANJUR 21 NOVEMBER 2022

**BIDANG SEISMOLOGI TEKNIK
BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
TAHUN 2022**

I. Pendahuluan

Telah terjadi gempa bumi pada hari Senin tanggal 21 November 2022 jam 13:21:10 WIB dengan magnitudo 5.6. Pusat Gempabumi (epicenter) terletak pada koordinat 6.86°LS 107.01°BT terletak di Pusat gempa berada di darat 10 km Barat Daya Kabupaten Cianjur pada kedalaman 11 km. Dengan memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenternya, gempa bumi yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal akibat adanya aktivitas sesar Cimandiri. Hasil analisis mekanisme sumber menunjukkan bahwa gempa bumi memiliki mekanisme pergerakan geser (*strike-slip*). Kejadian gempa bumi tersebut diikuti oleh serangkaian kejadian gempa bumi susulan, hingga 06 Desember 2022 pukul 08.00 WIB, hasil monitoring BMKG menunjukkan adanya 390 (tiga ratus Sembilan puluh) aktivitas gempa bumi susulan (*aftershock*).

Gempabumi tersebut telah menimbulkan guncangan pada beberapa daerah dengan intensitas antara I hingga VIII skala Mercalli Modified Intensity (MMI) dari informasi survey gempa bumi merusak. Berdasarkan hasil analisa data akselerograf, gempa dengan kekuatan magnitudo 5.6 tercatat pada sensor percepatan tanah sebanyak 57 stasiun pengamatan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

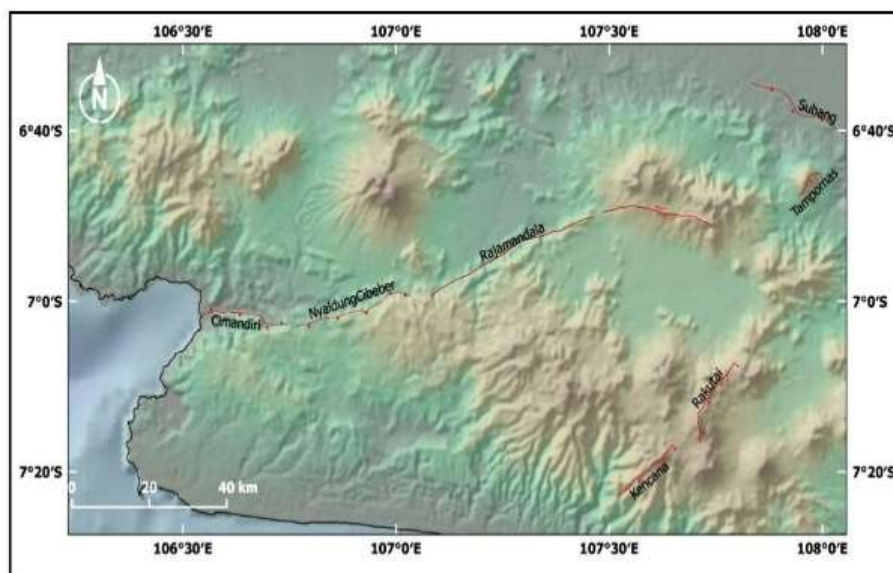


Gambar 1. Peta epicenter gempabumi. Pusat gempa berada di darat 10 km Barat Daya Kabupaten Cianjur hari Senin 21 November 2022 jam 13:21:10 WIB beserta stasiun akselerograf yang merekam kejadian gempabumi tersebut.

Akibat gempa bumi yang terjadi pada hari Senin tanggal 21 November 2022 jam 13:21:10 WIB mengakibatkan guncangan yang cukup besar di wilayah sekitar epicenter gempa bumi. Dari gambar 1 terlihat bahwa gempa bumi dengan kekuatan magnitude 5.6 tersebut terekam oleh jaringan peralatan akselerograf BMKG yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sebanyak 57 stasiun akselerograf mencatat gempa bumi yang telah menimbulkan guncangan hingga intensitas VI tersebut. Stasiun Reis Kadudampit (DSJR) merupakan stasiun dengan jarak terdekat yaitu sekitar 13.93 km dari epicenter gempa bumi dan Stasiun Geofon Station Wanagama, Indonesia (UGM) merupakan stasiun dengan jarak terjauh dari epicenter gempa bumi dengan jarak sekitar 403.22 km.

II. Seismotektonik Kabupaten Cianjur

Dari sekian banyak struktur sesar yang berkembang di Jawa Barat, ada tiga struktur regional yang memegang peranan penting, yaitu Sesar Cimandiri, Sesar Baribis dan Sesar Lembang. Ketiga sesar tersebut untuk pertama kalinya diperkenalkan oleh van Bemmelen (1949) dan diduga ketiganya masih aktif hingga sekarang. Sesar Cimandiri merupakan sesar paling tua (umur Kapur), membentang sepanjang 100 km mulai dari Teluk Pelabuhanratu, Sukabumi menerus ke timur melalui Lembah Cimandiri, Cipatat-Rajamandala, Gunung Tangkubanprahu-Burangrang dan diduga menerus ke timur laut menuju Subang. Secara keseluruhan, jalur sesar ini berarah timurlaut-baratdaya dengan jenis sesar mendatar hingga *oblique* (miring). Oleh Martodjojo dan Pulunggono (1986), sesar ini dikelompokkan dalam pola meratus.



Gambar 2. Segmen sesar aktif Cimandiri yang terekam dalam Peta Gempa Nasional 2017 (PuSGen, 2017)

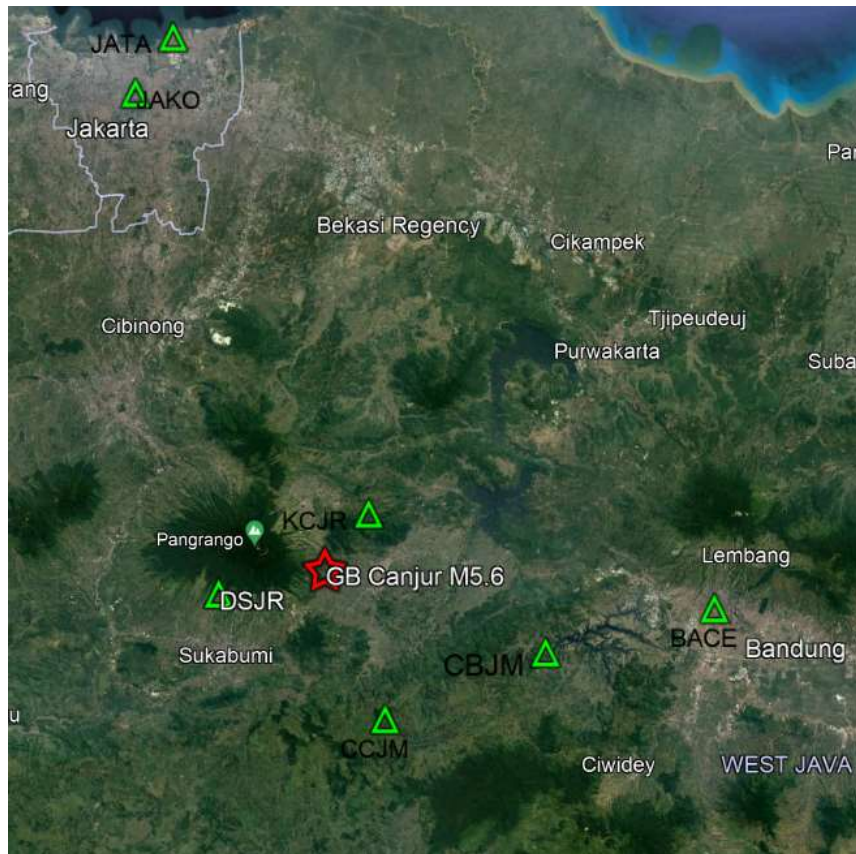
Beberapa sesar utama di Jawa bagian barat yang sudah banyak diketahui juga adalah, Sesar Baribis-Citanduy dan Sesar Lembang. Sesar Baribis yang letaknya di bagian utara Jawa merupakan sesar naik dengan arah relatif barat-timur, membentang mulai dari Purwakarta hingga ke daerah Baribis di Kadipaten Majalengka (Bemmelen, 1949). Bentangan jalur sesar Baribis dipandang berbeda oleh peneliti lainnya. Martodjojo (1984), menafsirkan jalur sesar naik Baribis menerus ke arah tenggara melalui kelurusan Lembah Sungai Citanduy, sedangkan oleh Simandjuntak (1986), ditafsirkan menerus ke arah timur hingga menerus ke daerah Kendeng (Jawa Timur). Penulis terakhir ini menamakannya sebagai "Baribis-Kendeng Fault Zone". Secara tektonik sesar Baribis mewakili umur paling muda di Jawa, yaitu pembentukannya terjadi pada periode Plio- Plistosen. Selanjutnya oleh Martodjojo dan Pulunggono (1986), sesar ini dikelompokkan sebagai Pola Jawa.

Sesar Lembang yang letaknya di utara Bandung, membentang sepanjang kurang lebih 30 km dengan arah barat-timur. Sesar ini berjenis sesar normal (sesar turun) dimana blok bagian utara relatif turun membentuk morfologi pedataran (pedataran Lembang). Van Bemmelen (1949), mengkaitkan pembentukan sesar Lembang dengan aktifitas Gunung Sunda (G. Tanggubanprahu merupakan sisa-sisa dari Gunung Sunda), dengan demikian struktur sesar ini berumur relatif muda yaitu Plistosen. Sesar ini merupakan terusan dari ujung utara sesar Cimandiri. Menurut catatan sejarah, gempa besar pernah terjadi di sepanjang sesar ini pada tahun 1699, 1834 dan 1900 (Visser, 1922; Wichmann, 1918). Berdasarkan studi geodesi, Abidin dkk. (2008, 2009) memperkirakan slip rate sesar Lembang sebesar 3-14 mm/th dengan pergerakan geser sinistral.

III. Nilai Peak Ground Acceleration (PGA) dan Respon Spektra

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 Senin jam 13:21:10 WIB tercatat pada peralatan akselerograf sebanyak 57 stasiun pengamatan. Pada Ulasan ini akan membahas beberapa stasiun akselerograf dan respon spektra diantaranya stasiun DSJR di Kadudampit, SUKABUMI, CCJM dan KCJR yang berlokasi di Kabupaten Cianjur, BACE dan CBJM yang berlokasi di Bandung serta stasiun JATA dan JAKO yang berlokasi di Jakarta.



Gambar 3. Epicenter Gempabumi (bintang merah) dan sebaran 7 lokasi akselerograf BMKG (segitiga hijau)

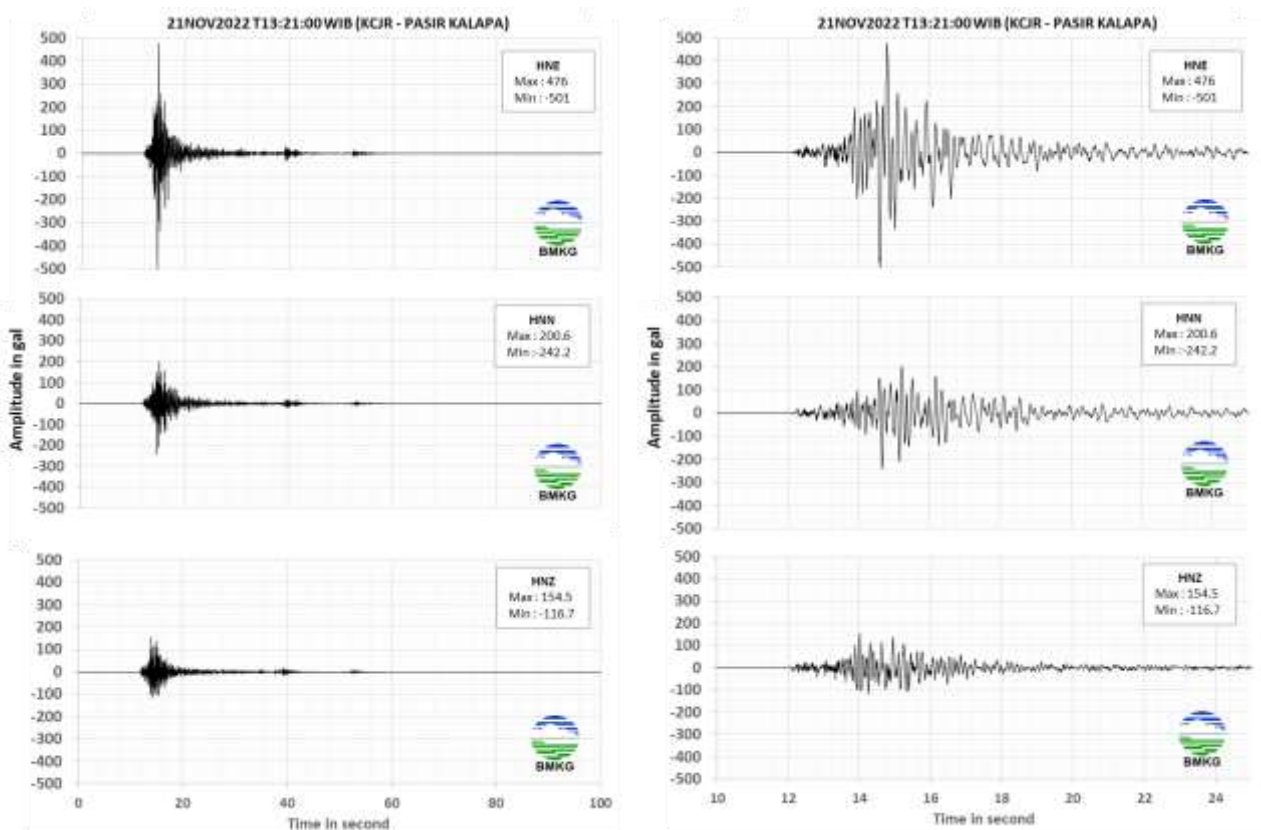
Dalam ulasan ini hanya membahas 7 (Lokasi) dari 57 lokasi akselerograf yang tercatat saat Gempabumi Cianjur, lengkapnya dapat dilihat dalam Ulasan Guncangan Tanah Gempabumi Cianjur. 7 (tujuh) Lokasi akselerograf diantaranya 2 (dua) lokasi di Kabupaten Cianjur, 1 (satu) lokasi di Sukabumi, 2 (dua) lokasi di Bandung, dan 2 (dua) lokasi di Jakarta.

Tabel 1. Nilai PGA dari beberapa stasiun akselerograf BMKG

No.	Kode	Lokasi	Jarak (Km)	Nilai PGA (dalam gal)		
				HNE	HNN	HNZ
1	KCJR	Pasir Kalapa, Cianjur	10.14	501	242.2	154.5
2	DSJR	Kadudampit, Sukabumi	15.32	96.2	142.6	76.4
3	CCJM	Campaka, Cianjur	23.90	90.1	67.5	40.3
4	CBJM	Cipongkor, Bandung Barat	33.85	20	30	16.5
5	BACE	Cemara, Bandung	56.75	1.50	1.45	1.00
6	JAKO	Balai Kota, Jakarta	74.75	3.79	1.62	1.56
7	JATA	Tanjung Priok, Jakarta	80.40	0.78	1.00	0.92

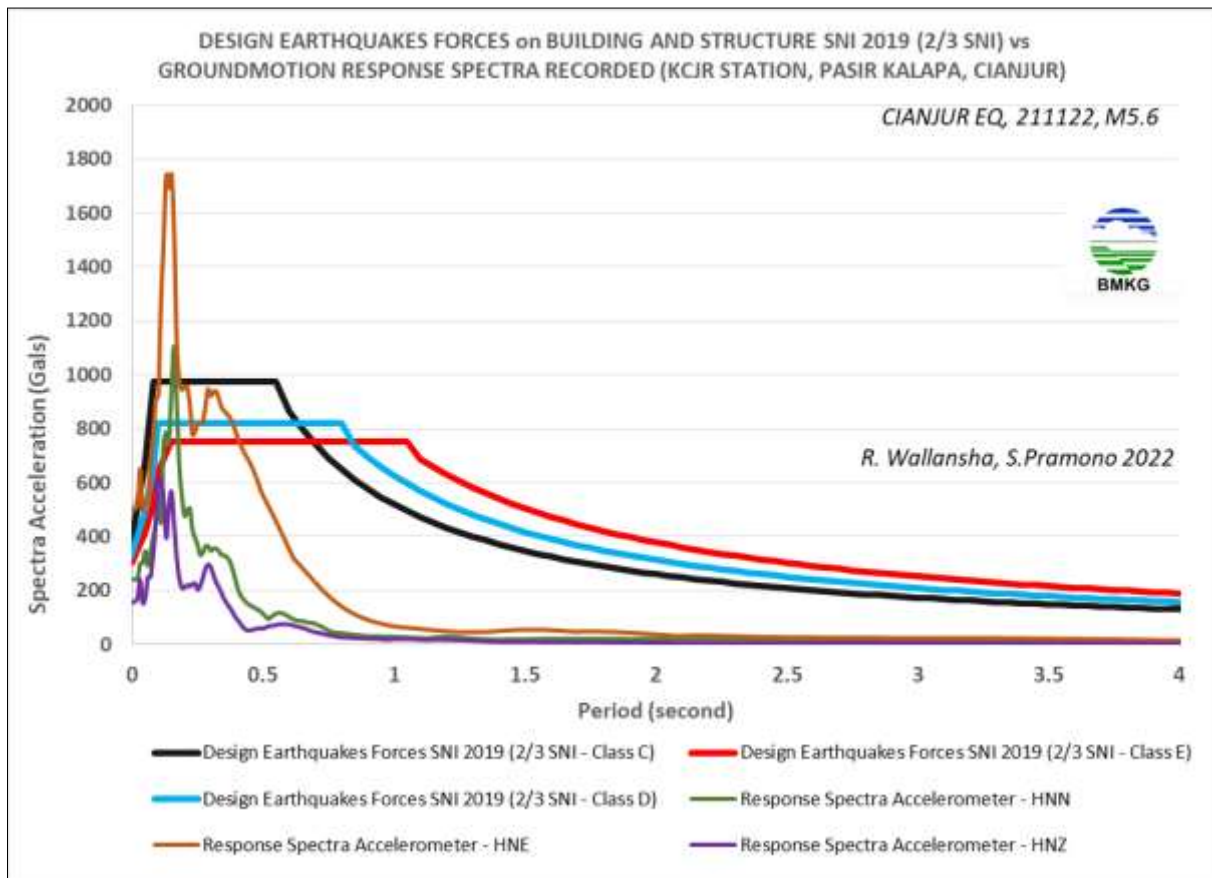
Nilai PGA maksimum ada pada lokasi stasiun KCJR - Pasir Kalapa, Cianjur yaitu berkisar 501 gal pada komponen HNE, KCJR merupakan lokasi terdekat dari pusat gempa dengan jarak 10.14 Km. DSJR yang berlokasi di Kadudampit, Sukabumi, 15.32 Km dari pusat gempa memiliki nilai PGA maksimum 142.6 gal di komponen HNN. CCJM yang berlokasi di Campaka, Cianjur dengan jarak 23.9 dari pusat gempa memiliki nilai PGA maksimum 90.1 gal pada komponen HNE. Stasiun akselerograf di Bandung nilai PGA terbesar hingga mencapai 30 gal di wilayah Cipongkor dengan jarak 33.8 Km dari pusat gempa dan 1.5 gal di Cemara dengan jarak lokasi dari pusat gempa 56.75. Sedangkang lokasi dengan nilai PGA terendah di Jakarta yaitu, 0.78 gal di Tanjung Priok dengan jarak 80.4 Km dari pusat gempa, sedangkan di Balai Kota dengan nilai terbesar 3.79 gal dengan jarak 74.75 Km dari pusat gempa.

a. KCJR (Pasir Kalapa, Cianjur)



Gambar 4. Rekaman akselerograf KCJR (Kiri : durasi 100 sekon) dan KCJR (durasi 14 sekon)

Pada rekaman akselerograf KCJR terlihat nilai PGA maksimum berkisar 501 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 242.2 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 154.5 gal. Gambar (kanan) merupakan tampilan rekaman KCJR ketika di *zoom in*.

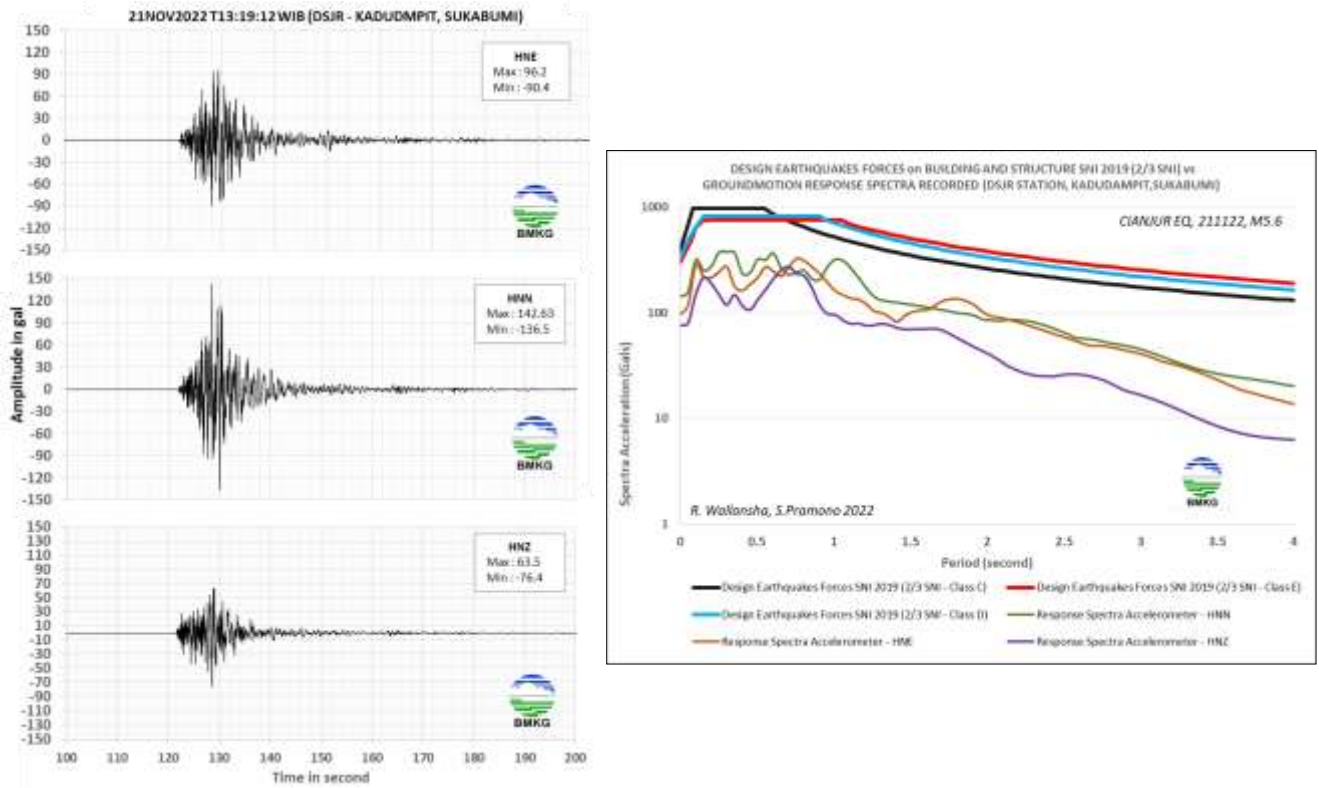


Gambar 5. Respon spektra stasiun KCJR dan desain gaya gempabumi (Kementrian PUPR)

Respon spektra stasiun akselerograf KCJR nilai puncaknya berada di rentang periode 0 – 0.3 detik, puncak spektra berada pada komponen HNE dengan nilai berkisar 1.741 gal, sedangkan untuk komponen HNN dan HNZ puncak spektra berkisar 1.100 gal dan 600 gal. Untuk Komponen HNE nilai SAPGA yaitu 510 gal, nilai SA02 yaitu 956 gal dan nilai SA1 yaitu 66.7 gal. nilai puncak SA yaitu pada periode 0.15 detik dengan nilai 1.741 gal.

Respon spektra stasiun akselerograf KCJR juga sudah melebihi desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementrian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukkan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukkan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukkan untuk klas SC (tanah keras). Ini menandakan terjadi kerusakan yang cukup parah pada bangunan di lokasi sekitar KCJR.

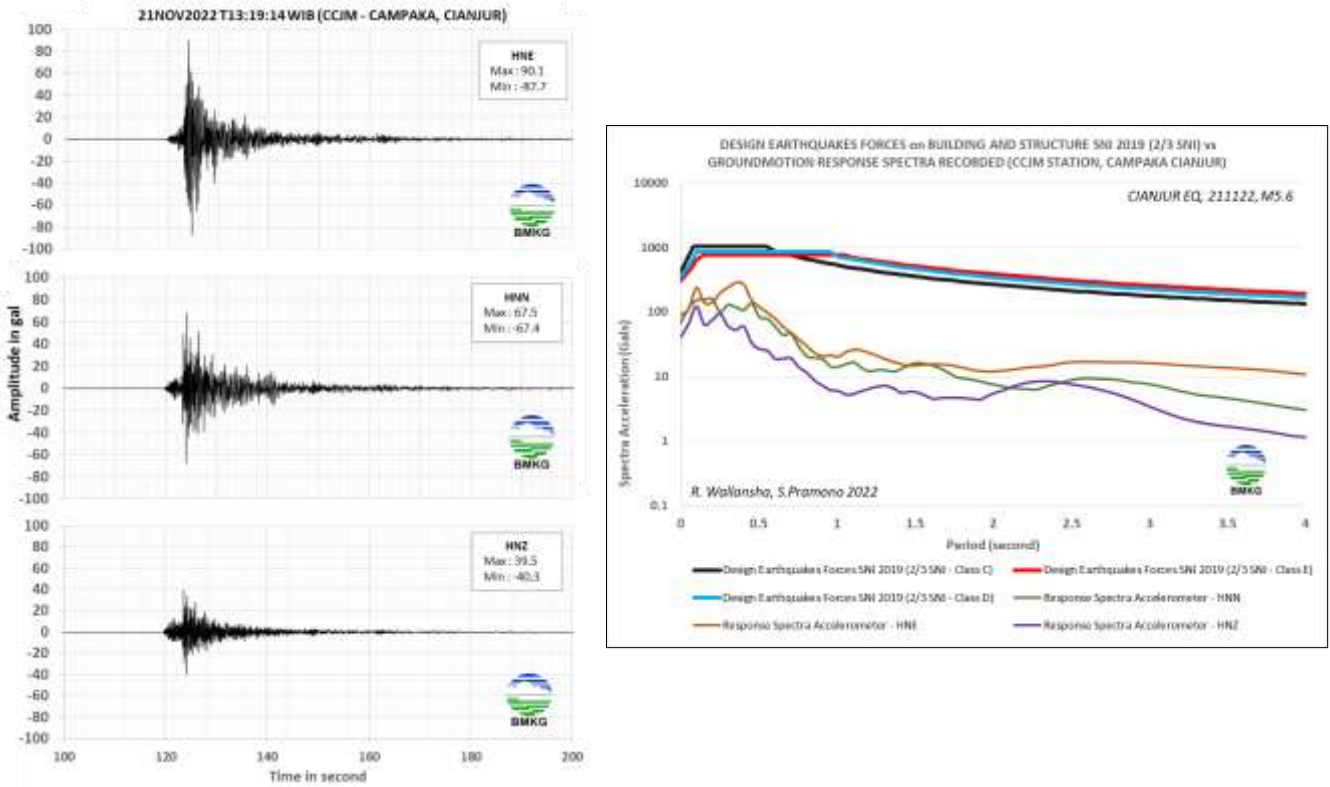
b. DSJR (Kadudampit, Sukabumi)



Gambar 6. Rekaman stasiun akselerograf DSJR (Kiri) dan Respon Spektra DSJR (kanan)

Pada rekaman akselerograf DSJR terlihat nilai PGA maksimum berkisar 96.2 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 142.6 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 76.4 gal. Respon spektra stasiun akselerograf DSJR berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementrian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukan untuk klas SC (tanah keras).

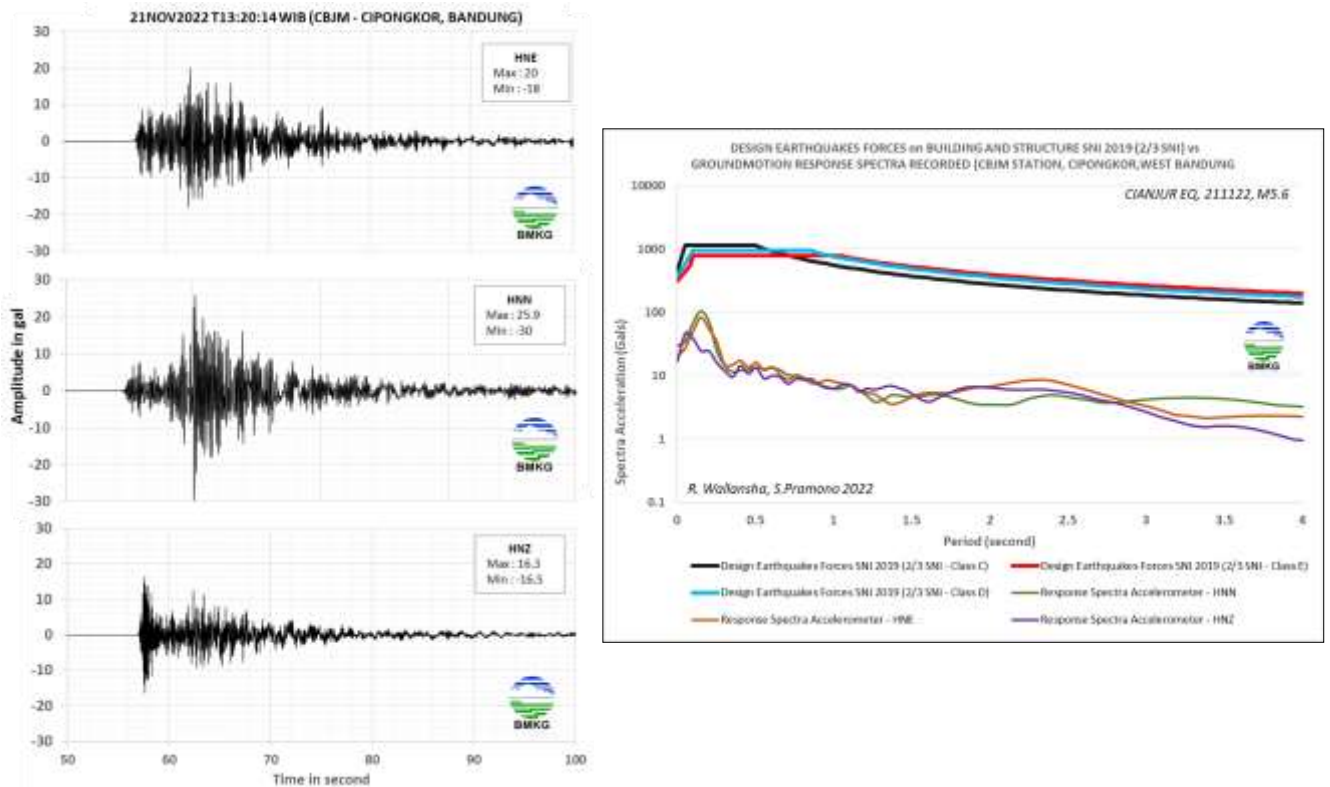
c. CCJM (Campaka, Cianjur)



Gambar 7. Rekaman stasiun akselerograf CCJM (Kiri) dan Respon Spektra CCJM (kanan)

Pada rekaman akselerograf CCJM terlihat nilai PGA maksimum berkisar 90.1 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 67.5 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 40.3 gal. Respon spektra stasiun akselerograf CCJM berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementrian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukkan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukkan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukkan untuk klas SC (tanah keras).

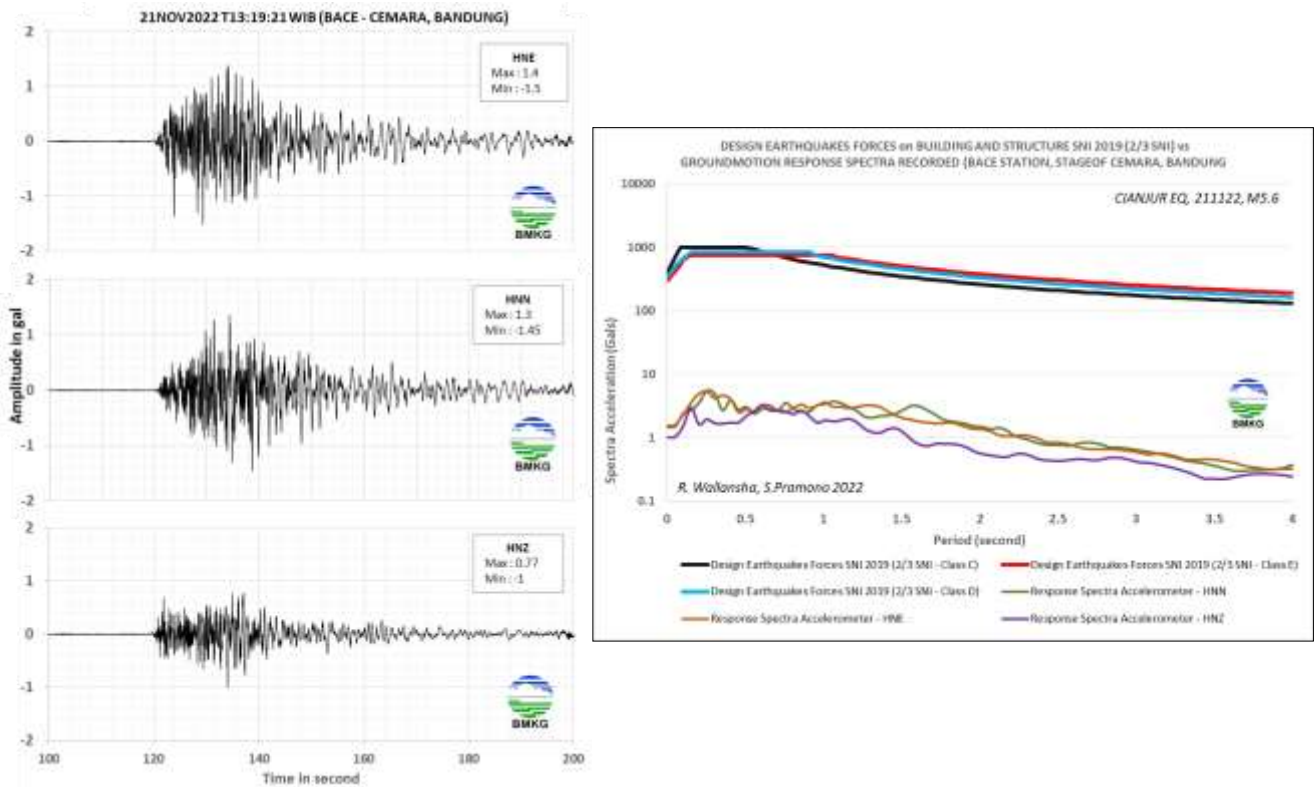
d. CBJM (Cipongkor, Bandung)



Gambar 8. Rekaman stasiun akselerograf CBJM (Kiri) dan Respon Spektra CBJM (kanan)

Pada rekaman akselerograf CBJM terlihat nilai PGA maksimum berkisar 20 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 30 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 16.5 gal. Respon spektra stasiun akselerograf CBJM berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukan untuk klas SC (tanah keras).

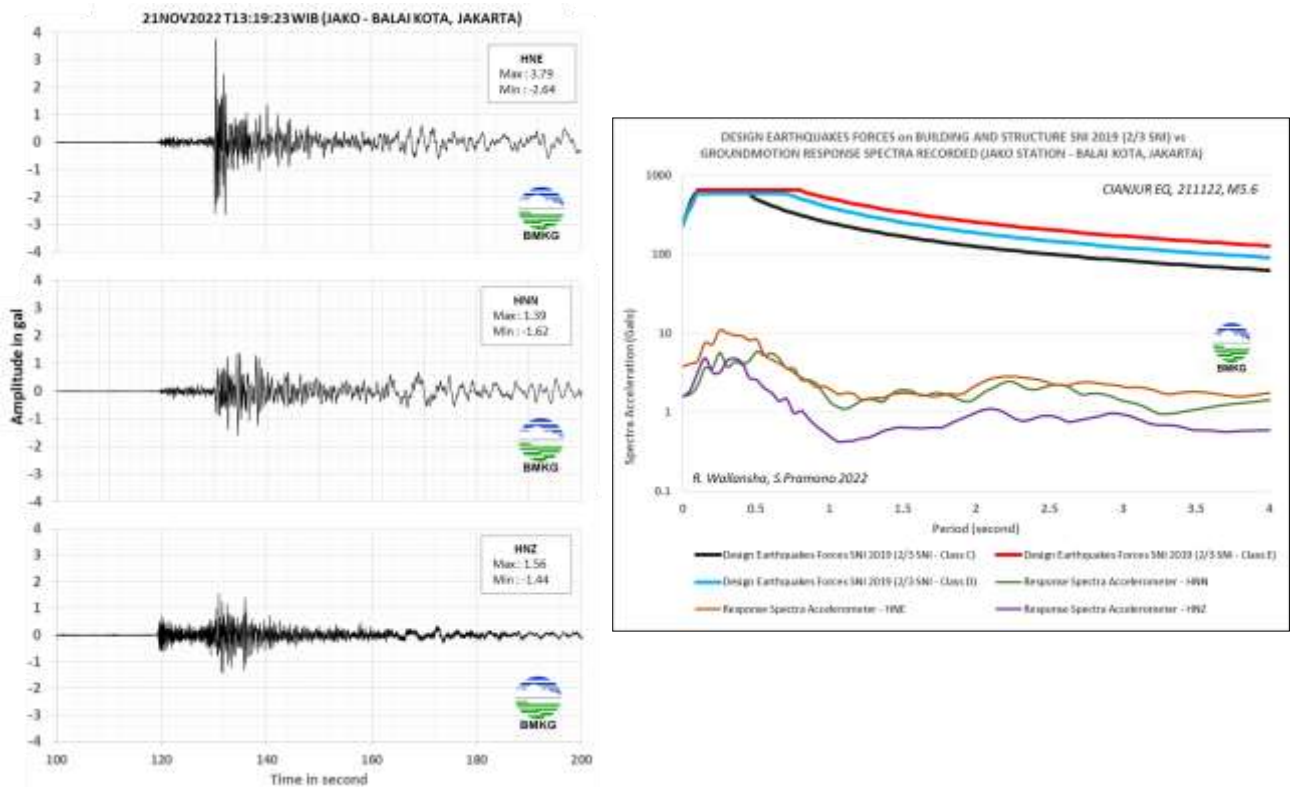
e. BACE (Cemara, Bandung)



Gambar 9. Rekaman stasiun akselerograf BACE (Kiri) dan Respon Spektra BACE (kanan)

Pada rekaman akselerograf BACE terlihat nilai PGA maksimum berkisar 1.5 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 1.45 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 1 gal. Respon spektra stasiun akselerograf BACE berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukan untuk klas SC (tanah keras).

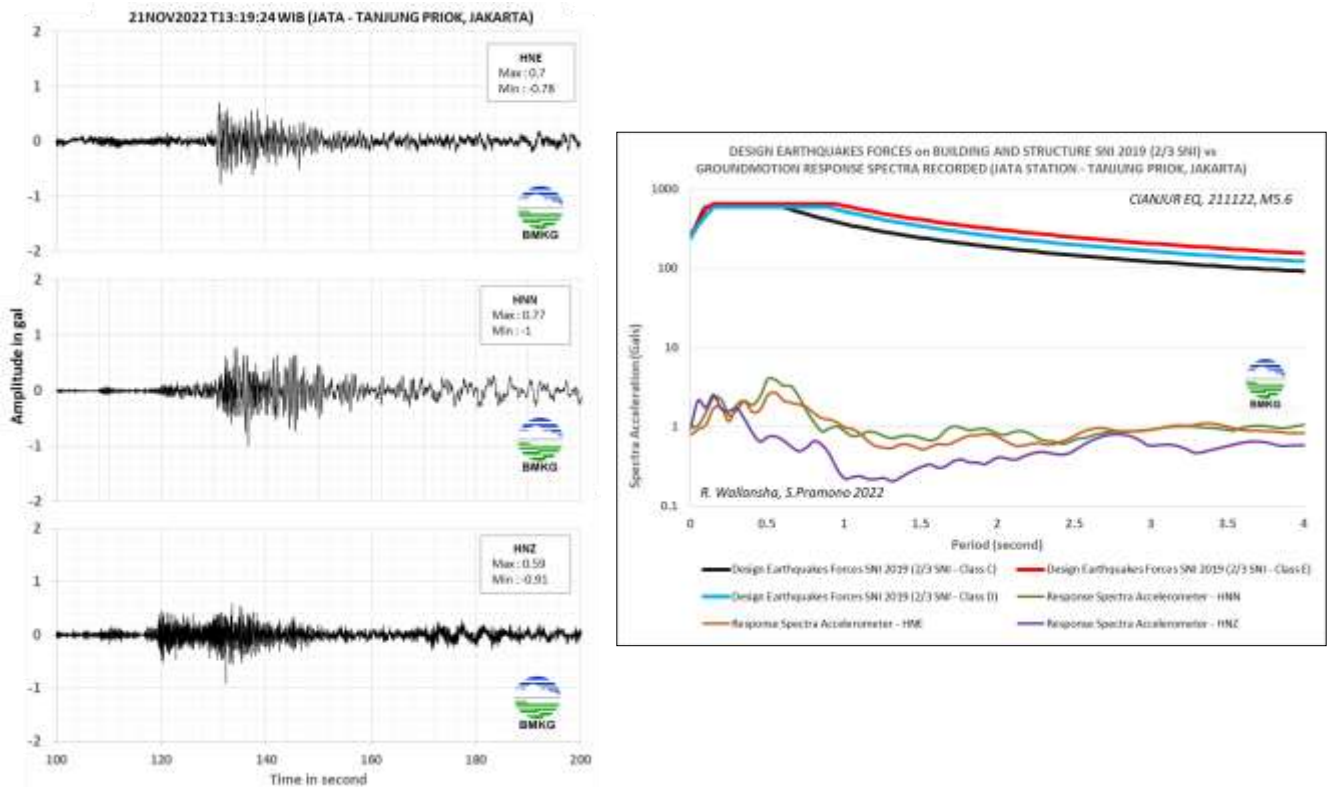
f. JAKO (Balai Kota, Jakarta)



Gambar 10. Rekaman stasiun akselerograf JAKO (Kiri) dan Respon Spektra JAKO (kanan)

Pada rekaman akselerograf JAKO terlihat nilai PGA maksimum berkisar 3.79 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 1.62 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 1.56 gal. Respon spektra stasiun akselerograf JAKO berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukkan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukan untuk klas SC (tanah keras).

g. JATA (Tanjung Priok, Jakarta)



Gambar 11. Rekaman stasiun akselerograf JATA (Kiri) dan Respon Spektra JATA (kanan)

Pada rekaman akselerograf JATA terlihat nilai PGA maksimum berkisar 0.78 gal pada komponen HNE, sedangkan pada komponen HNN nilainya 1 gal dan terendah pada komponen Z yaitu 0.92 gal. Respon spektra stasiun akselerograf JATA berada dibawah desain gaya gempa yang dikeluarkan oleh Kementrian PUPR untuk masing – masing klasifikasi jenis tanah. Warna merah menunjukan desain untuk klas SE (tanah lunak), warna biru menunjukan untuk jenis Klas SD (tanah sedang) dan warna hitam menunjukan untuk klas SC (tanah keras).