PENGEMBANGAN FORMULASI SPEKTRA PERCEPATAN GEMPA MULTIPERIODA ULANG UNTUK DESAIN SEISMIK STRUKTUR LEPAS PANTAI DI INDONESIA DALAM KERANGKA ISO 19901-2

Riset Peningkatan Kapasitas Peneliti ITB | PRIMA ITB 2026

Hendriyawan[1], Dayu Apoji[2], Dega D. Aditramulyadi[1], Dzaky Mu'ammar[3]
Raihan Helmi[3], I Gede Jaya Wiadnyana[2], Adinda P. Rahmadani[3], Riven M. P. Haloho[3]
[1] Kelompok Keahlian Teknik Lepas Pantai, FTSL, ITB, [2] Kelompok Keahlian Geoteknik, FTSL, ITB, [3]Prodi Teknik Kelautan, FTSL, ITB

Abstrak

Desain seismik struktur lepas pantai berdasarkan ISO 19901-2 memerlukan informasi percepatan gempa pada berbagai periode ulang, sementara peta bahaya gempa umumnya hanya tersedia untuk periode ulang tertentu. Penelitian ini mengembangkan peta bahaya gempa multiperioda ulang di perairan utara Jawa Timur hingga Kangean melalui analisis PSHA pada 3.901 lokasi grid untuk sembilan periode ulang antara 50 dan 5.000 tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa bahaya gempa cenderung meningkat ke arah selatan wilayah studi, dengan perbedaan rata-rata terhadap peta PuSGeN 2024 sebesar 8,21%. Klasifikasi berdasarkan ISO 19901-2:2004 mengidentifikasi zona seismik 1, 2, dan 3, dengan dominasi zona 2. Evaluasi koefisien konversi (k) untuk PGA menggunakan regresi OLS dan LMM menunjukkan kecenderungan penurunan (k) terhadap peningkatan periode ulang serta variasi antarlokasi yang cukup besar. Hasil penelitian menyediakan informasi bahaya gempa multiperioda ulang dan dasar empiris awal untuk pengembangan formulasi konversi percepatan gempa dalam kerangka ISO 19901-2.

Keywords: PSHA, offshore structures, return period, seismic hazard, OLS, LMM.

Pendahuluan

Desain seismik struktur lepas pantai berdasarkan ISO 19901-2 memerlukan informasi percepatan gempa pada berbagai periode ulang sesuai tingkat risiko dan karakteristik struktur. Namun, peta bahaya gempa yang tersedia umumnya terbatas pada periode ulang tertentu, sehingga belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan tersebut. Pendekatan konversi percepatan gempa menggunakan koefisien (k) sebagaimana diperkenalkan dalam EN 1998-2 dapat menjadi alternatif, tetapi kesesuaiannya terhadap karakteristik kegempaan Indonesia perlu dievaluasi.

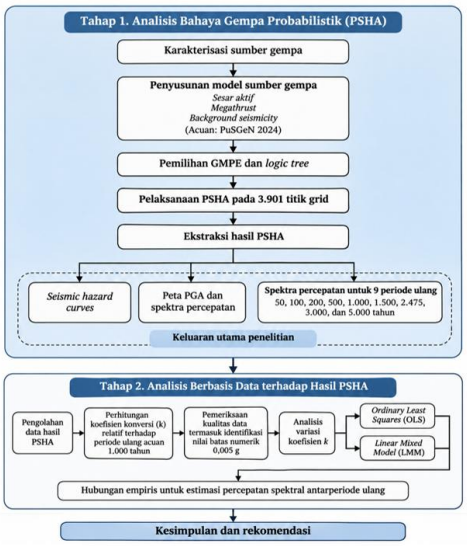
Penelitian ini bertujuan mengembangkan peta bahaya gempa multiperioda ulang serta mengevaluasi karakteristik koefisien konversi (k) terhadap periode ulang dan variasinya antarlokasi. Wilayah kajian mencakup perairan utara Jawa Timur hingga Kepulauan Kangean.

Ruang lingkup penelitian meliputi analisis bahaya gempa probabilistik (PSHA), pemetaan PGA dan percepatan spektral pada sembilan periode ulang antara 50 dan 5.000 tahun, klasifikasi zona seismik berdasarkan ISO 19901-2, serta pengembangan hubungan empiris koefisien (k) untuk PGA menggunakan regresi OLS dan LMM.

Cakupan analisis

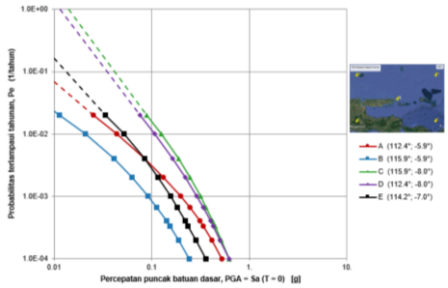
- PSHA: PGA dan SA pada T = 0,2; 1,0; 2,0; dan 3,0 detik.
- Regresi koefisien k: PGA saja. Ketelitian percepatan hasil konversi belum divalidasi.

Metodologi Riset

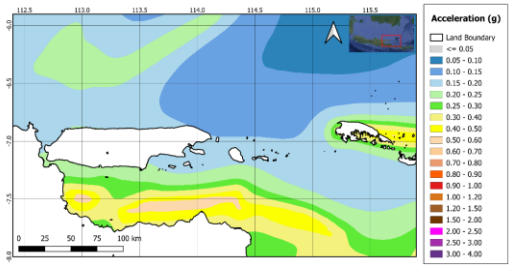


Hasil Analisis dan Diskusi

Kurva bahaya PGA di batuan dasar

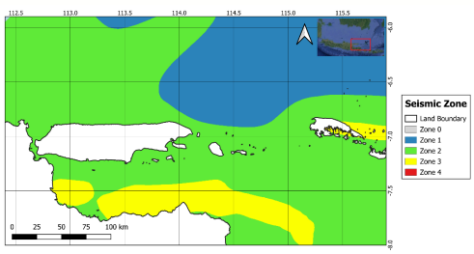


Peta PGA | TR = 1.000 tahun



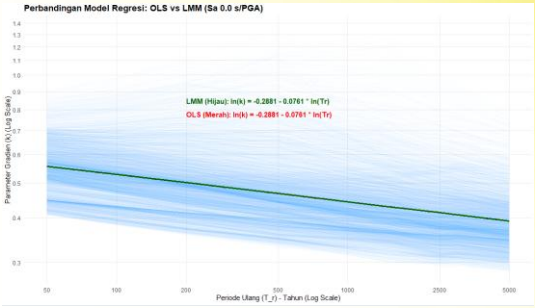
PGA pada batuan dasar, hasil PSHA penelitian

Klasifikasi zona seismik



Zona 1, 2, dan 3 (ISO 19901-2:2004)

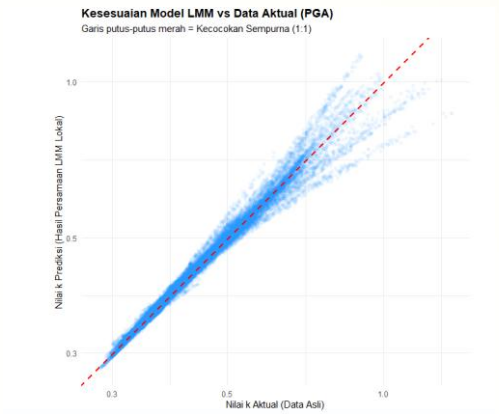
Hasil regresi koefisien k (PGA)



Perbandingan Regresi OLS dan LMM

ln(k) = −0,2881 − 0,0762 ln(TR)

R^2 = 0,2707 | LMM: variasi lokal lebih terwakili



Perbandingan nilai k prediksi LMM lokal dengan nilai aktual hasil PSHA untuk PGA

Kesimpulan

- PSHA menghasilkan peta PGA dan percepatan spektral untuk sembilan periode ulang (50–5.000 tahun) di perairan utara Jawa Timur hingga Kangean.
- Tingkat bahaya gempa cenderung meningkat ke arah selatan, dengan rata-rata perbedaan terhadap peta PuSGeN 2024 sebesar 8,21%.
- Klasifikasi seismik berdasarkan ISO 19901-2:2004 menunjukkan zona 1, 2, dan 3, dengan dominasi zona 2.
- Koefisien konversi \(k\) untuk PGA cenderung menurun seiring meningkatnya periode ulang. Model LMM mampu merepresentasikan variasi antarlokasi lebih baik dibandingkan OLS pada data kalibrasi.

Saran

- Verifikasi ketelitian percepatan hasil konversi terhadap PSHA dan lakukan validasi pada lokasi independen.
- Perluas analisis koefisien \(k\) untuk percepatan spektral pada periode 0,2; 1,0; 2,0; dan 3,0 detik.
- Evaluasi variasi spasial parameter regresi dan kontribusi sumber gempa melalui analisis deagregasi PSHA.