



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA RISIKO KERUSAKAN BANGUNAN RUMAH
TINGGAL TIPE 70 AKIBAT GEMPA
(STUDI KASUS: RUMAH TINGGAL DI SEBUAH
PERUMAHAN DI KOTA DEPOK)**

SKRIPSI

**GHEA GRISHELA MELLEAGRINA
0806369631**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
MEI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA RISIKO KERUSAKAN BANGUNAN RUMAH
TINGGAL TIPE 70 AKIBAT GEMPA
(STUDI KASUS: RUMAH TINGGAL DI SEBUAH
PERUMAHAN DI KOTA DEPOK)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**GHEA GRISHELA MELLEAGRINA
0806369631**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
MEI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ghea Grishela Melleagrina

NPM : 0806369631

Tanda Tangan : 

Tanggal : 1 JULI 2011

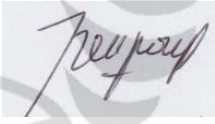
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ghea Grishela Melleagrina
NPM : 0806369631
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 70 Akibat Gempa (Studi Kasus: Rumah Tinggal di Sebuah Perumahan di Kota Depok)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA ()

Penguji : Ir. Bambang Setiadi ()

Penguji : Ir. Setyo Supriyadi, MT ()

Ditetapkan di : DEPOK

Tanggal : 1 JULI 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan seminar skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA, selaku dosen pembimbing pertama yang juga telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ayomi Dita R, ST, MT, selaku dosen pembimbing kedua yang dalam perjalanan dari seminar menuju skripsi juga telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Bagian pemasaran perumahan Grand Depok City dan kontraktor PT. Alfa Asia Pasifik Primagraha yang telah membantu dalam memberikan data dan informasi.
- (4) Dosen-dosen Teknik Sipil UI, yang telah bersedia meluangkan waktunya dan memberikan pengarahan pada penyusunan skripsi ini;
- (5) Orang tua, keluarga dan sahabat-sahabat saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral serta masukan pada penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 30 Mei 2011

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

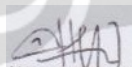
Nama : Ghea Grishela Melleagrina
NPM : 0806369631
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 70 Akibat Gempa
(Studi Kasus: Rumah Tinggal di Sebuah Perumahan di Kota Depok)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 30 Mei 2011
Yang menyatakan



(Ghea Grishela Melleagrina)

ABSTRAK

Nama : Ghea Grishela Melleagrina
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisa Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 70
Akibat Gempa (Studi Kasus: Rumah Tinggal di Sebuah Perumahan
di Kota Depok)

Akhir-akhir ini negara kita, Indonesia sering dilanda bencana gempa baik yang berskala kecil hingga besar, sehingga akibat dari gempa tersebut banyak rumah tinggal yang mengalami kerusakan bahkan hingga roboh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan probabilitas risiko kerusakan akibat gempa pada rumah tinggal tipe 70 di salah satu perumahan di Kota Depok. Penelitian ini menggunakan metode *experts judgement* untuk memperkirakan probabilitas kerusakan rumah tinggal tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan rumah tinggal tipe 70 dapat di presentasikan sebagai kurva fungsi kerapatan probabilitas tipe Gamma 1, dimana risiko kerusakan dominan pada rumah tinggal tipe 70 adalah *slight damage*.

Kata kunci :
Gempa bumi, rumah tinggal, kerusakan, risiko

ABSTRACT

Name : Ghea Grishela Melleagrina
Study Program : Civil Engineering
Title : Damage Risk Analysis of 70 Type Landed House Due to Earthquake (Case Study: Landed House at a Real Estate in Depok)

Lately our country, Indonesia is frequently hit by earthquakes from small to large scale, where the quake caused a lot of houses that were light damaged even to collapse. The purpose of this research is to estimate damage risk probability of 70 type landed house in one of the Real Estate in Depok City due to earthquake. This research used experts judgement method to estimate the damage risk probability of the landed house. The result of this research has shown that the damage of 70 type landed house could be represented as probability density function gamma 1 type, where the dominant damage risk for the 70 type of landed house is shown by slight damage category.

Key words :
Earthquake, landed house, damage, risk

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.2.1 Deskripsi Masalah	4
1.2.2 Signifikansi Masalah	6
1.2.3 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Keaslian Penelitian	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Pendahuluan	11
2.2 Gempa Bumi	11
2.2.1 Definisi	11
2.2.2 Jenis dan Penyebab	12
2.2.3 Skala Intensitas dan Kekuatan Gempa Bumi	13
2.2.4 <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA)	16
2.3 Pengertian Rumah Tinggal	18
2.4 Pengaruh Gempa Terhadap Kerusakan Bangunan	19
2.5 Manajemen Risiko	25
2.5.1 Definisi Risiko	25
2.5.2 Analisa Risiko	26
2.6 Fungsi Kerapatan Probabilitas	27
2.6.1 Distribusi Normal	27
2.6.2 Distribusi Gamma	28
2.7 Metode Hazus	29
2.8 <i>Expert Judgement</i>	30
3. METODE PENELITIAN	31
3.1 Kerangka Pemikiran	31
3.2 Lokasi Penelitian	31
3.3 Langkah Penelitian	32
3.4 Hipotesis Penelitian	32

3.5	Pertanyaan Penelitian	33
3.6	Metode Pengumpulan Data	33
3.7	Kriteria <i>Experts</i>	35
3.8	Metode Analisa Data	36
3.8.1	<i>Expert Judgment</i>	36
3.8.2	Simulasi	36
3.9	Validasi Hasil Penelitian	37
4.	PEMBAHASAN	38
4.1	Gambaran Umum Grand Depok City	38
4.2	Gambaran Kondisi Tanah Perumahan Grand Depok City	39
4.3	Gambaran Gempa, Probabilitas, Dan Percepatan Tanah Selama 50 Tahun Terakhir	42
4.3.1	Gambaran Gempa Di Jawa Barat Selama 50 Tahun Terakhir	42
4.3.2	Probabilitas Gempa Selama 50 Tahun Terakhir Di Jawa Barat.....	43
4.3.3	Percepatan Tanah Selama 50 Tahun Terakhir Di Kota Depok	46
4.3.4	Perbandingan Skala MMI dengan Percepatan Tanah	50
4.3.5	Probabilitas Gempa Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir Di Jawa Barat.....	53
4.4	Probabilitas Kerusakan Bangunan Oleh <i>Experts</i>	54
4.5	Risiko Biaya Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 70.....	82
4.6	Probabilitas Kerusakan Bangunan Skala MMI	84
5.	PENUTUP.....	87
5.1	Kesimpulan.....	87
5.2	Saran	88
	DAFTAR REFERENSI.....	89
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Tektonik Kepulauan Indonesia.....	1
Gambar 1.2.	Peta Wilayah Gempa Indonesia	4
Gambar 2.1.	Lempeng Tektonik Dunia	12
Gambar 2.2.	Lokasi Gunung Berapi Aktif di Indonesia	12
Gambar 2.3.	Gambar Permodelan Jarak Gempa.....	17
Gambar 2.4.	Permodelan Kerusakan Akibat Pergoyangan	21
Gambar 2.5.	Keruntuhan Geser pada Kolom di Bengkulu	21
Gambar 2.6.	Keruntuhan Dinding di Bengkulu	22
Gambar 2.7.	Akibat penurunan level bangunan di Bengkulu dan Banda Aceh	22
Gambar 2.8.	Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Geser	23
Gambar 2.9.	Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Momen Tumpuan.....	23
Gambar 2.10.	Contoh Kerusakan Bangunan Pada Sambungan Balok Kolom ...	24
Gambar 2.11.	Peta Kerusakan Gempa Jogja 26 Mei 2006	25
Gambar 2.12.	Grafik Distribusi Gamma	28
Gambar 2.13.	Gambar Level Dalam Analisis HAZUS.....	29
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Grand Depok City	31
Gambar 3.2.	Diagram Alir Langkah Penelitian	32
Gambar 3.3.	Contoh Kuisisioner Kriteria <i>Experts</i>	35
Gambar 3.4.	Contoh Gambar Grafik Yang Akan Diisi Oleh <i>Experts</i>	38
Gambar 4.1.	<i>Site Layout Cluster</i> Alamanda	38
Gambar 4.2.	Peta Lokasi Pengambilan Data Tanah Di Grand Depok City	39
Gambar 4.3.	Hasil Pengujian CPT Titik Pertama Di Grand Depok City.....	40
Gambar 4.4.	Hasil Pengujian CPT Titik Kedua Di Grand Depok City	40
Gambar 4.5.	Grafik Distribusi Frekuensi Gempa Selama 50 Tahun di Jawa Barat	43
Gambar 4.6.	Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala Richter.....	45
Gambar 4.7.	Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala Richter menggunakan XLSTAT	45
Gambar 4.8.	Grafik <i>Cumulative Distribution</i> Skala Richter menggunakan XLSTAT	46

Gambar 4.9. Grafik Percepatan Tanah Di Kota Depok Selama 50 Tahun Terakhir	50
Gambar 4.10. Grafik Frekuensi Gempa Berdasarkan Skala MMI.....	53
Gambar 4.11. Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir di Kota Depok	54
Gambar 4.12. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert M</i>	57
Gambar 4.13. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert Y.L</i>	57
Gambar 4.14. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert S.A</i>	58
Gambar 4.15. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert T.I</i>	58
Gambar 4.16. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert E.T</i>	59
Gambar 4.17. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert J.I</i>	59
Gambar 4.18. Grafik <i>Probability Density Function Exponential</i> oleh <i>Expert M</i>	63
Gambar 4.19. Grafik <i>Probability Density Function</i> Distribusi Normal oleh <i>Expert M</i>	64
Gambar 4.20. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert M</i>	65
Gambar 4.21. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert M</i>	65
Gambar 4.22. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert M</i>	66
Gambar 4.23. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert Y.L</i>	67
Gambar 4.24. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert Y.L</i>	67
Gambar 4.25. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert Y.L</i>	68
Gambar 4.26. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert S.A</i>	69
Gambar 4.27. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert S.A</i>	69
Gambar 4.28. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert S.A</i>	70
Gambar 4.29. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert T.I</i>	71
Gambar 4.30. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert T.I</i>	71
Gambar 4.31. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert T.I</i>	72
Gambar 4.32. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert E.T</i>	73
Gambar 4.33. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert E.T</i>	73
Gambar 4.34. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert E.T</i>	74
Gambar 4.35. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert J.I</i>	75
Gambar 4.36. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert J.I</i>	75
Gambar 4.37. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert J.I</i>	76

Gambar 4.38. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi Gabungan	80
Gambar 4.39. Grafik <i>Probability Density Function</i> Gabungan.....	81
Gambar 4.40. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> Gabungan.....	81
Gambar 4.41. Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala MMI di Kota Depok	85
Gambar 4.42. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> Skala MMI di Kota Depok	85



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Depok, 2009.	3
Tabel 1.2.	Gempa Yang Pernah Terjadi di Indonesia.	4
Tabel 2.1.	Skala Intensitas Gempa Bumi <i>Modified Mercalli Intensity</i> (MMI).	14
Tabel 2.2.	Skala Intensitas Gempa Bumi Skala Richter (SR)	15
Tabel 4.1.	Hasil Boring di Grand Depok City	41
Tabel 4.2.	Gempa yang pernah terjadi selama 50 tahun di Jawa Barat.....	42
Tabel 4.3.	Rata-rata Skala Gempa.....	43
Tabel 4.4.	Nilai Standar Deviasi	44
Tabel 4.5.	Probabilitas Gempa	44
Tabel 4.6.	Percepatan Tanah Pada Skala 3 – 4 SR Di Kota Depok Selama 50 Tahun Terakhir.....	48
Tabel 4.7.	Tabel Perbandingan Skala MMI dan Percepatan Tanah.....	50
Tabel 4.8.	Rata-rata Skala Gempa.....	53
Tabel 4.9.	Nilai Variansi dan Standar Deviasi.....	54
Tabel 4.10.	Probabilitas Gempa MMI.....	54
Tabel 4.11.	Besaran Frekuensi Untuk Setiap Kategori	60
Tabel 4.12.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert M</i>	66
Tabel 4.13.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert Y.L</i>	68
Tabel 4.14.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert S.A</i>	70
Tabel 4.15.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert T.I</i>	72
Tabel 4.16.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert E.T</i>	74
Tabel 4.17.	Nilai Kerapatan oleh <i>Expert J.I</i>	76
Tabel 4.18.	Nilai Bobot Untuk Setiap <i>Expert</i>	77
Tabel 4.19.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert M</i>	77
Tabel 4.20.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert Y.L</i>	77
Tabel 4.21.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert S.A</i>	78
Tabel 4.22.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert T.I</i>	78
Tabel 4.23.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert E.T</i>	78
Tabel 4.24.	Tabel Bobot Kerapatan oleh <i>Expert J.I</i>	79

Tabel 4.25. Nilai Gabungan <i>Probability Density Function</i>	82
Tabel 4.26. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Rumah Tipe 70 Tahun 2011	82
Tabel 4.27. Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tipe 70 dan Probabilitasnya Untuk Harga Tahun 2011.....	84
Tabel 4.28. Perkiraan Kerusakan Bangunan Skala MMI.....	86



DAFTAR LAMPIRAN

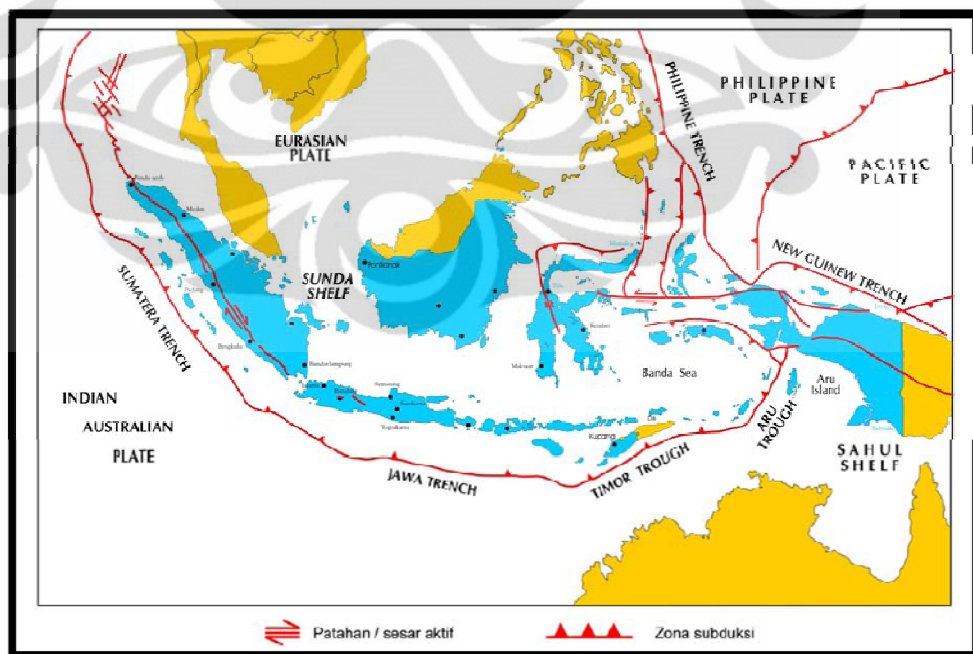
1. Hasil Kuisisioner Oleh *Expert*
2. Tabel Kriteria dan Bobot Setiap *Expert*
3. Tabel *P value* dan % *Ho* Untuk Setiap Permodelan Grafik
4. Hasil Kuisisioner Oleh *Security*
5. Data Percepatan Gempa Skala 3-4 SR
6. Data Percepatan Gempa Skala 4-5 SR
7. Data Percepatan Gempa Skala 5-6 SR
8. Data Percepatan Gempa Skala 6-7 SR
9. Data Percepatan Gempa Skala 7-8 SR
10. Data Tanah
11. Denah dan Detail Bangunan Rumah Tinggal Tipe 70
12. Gambar Foto Rumah Tipe 70 di Perumahan Grand Depok City
13. *Site Layout Cluster Alamanda*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Kepulauan Indonesia terletak antara 6° LU dan 11° LS serta antara 95° BT dan 141° BT dan merupakan titik pertemuan antara tiga lempeng tektonik utama dunia yang aktif yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, dan Hindia-Australia. Selain itu juga Indonesia merupakan suatu daerah dengan struktur palung kepulauan yang khas dengan karakteristik fisiografis yang unik seperti pemisah antara dua samudera yang dalam dan pertemuan dua sistem pegunungan, yaitu sistem pegunungan mediterania yang terbentang di pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan sistem pegunungan pasifik yang terbentang di pulau Halmahera dan Sulawesi. Interaksi antara ketiga lempeng tektonik utama dan aktivitas vulkanik dua sistem pegunungan tersebut menjadikan Indonesia sebagai wilayah tektonik aktif sehingga banyak terjadi lipatan-lipatan dan patahan-patahan aktif dengan frekuensi gempa yang tinggi.



Sumber: Pusat Litbang, 1996

Gambar 1.1. Peta Tektonik Kepulauan Indonesia

Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 1.1. bahwa Indonesia berada dalam zona patahan dan zona subduksi dari ketiga lempeng tersebut. Zona subduksi ini terjadi ketika lempeng samudera bertabrakan dengan lempeng benua sehingga menimbulkan potensi gempa. Ada tiga zona subduksi yang letaknya mengelilingi pulau-pulau di Indonesia, subduksi pertama adalah tumbukan antara lempeng Eurasia dan Australia bertumbukan di lepas pantai barat Pulau Sumatera, lepas pantai selatan Pulau Jawa, lepas pantai selatan kepulauan Nusa Tenggara, dan berbelok ke arah utara ke perairan Maluku sebelah selatan. Subduksi kedua adalah antara lempeng Australia dan Pasifik terjadi tumbukan di sekitar Pulau Papua. Sementara pertemuan antara ketiga lempeng itu terjadi di sekitar Sulawesi (*Vulcanologi Survey of Indonesia, n.d*).

Berikut ini adalah 25 daerah wilayah rawan gempa di Indonesia yaitu : Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat – Jambi, Bengkulu, Lampung, Banten Pandeglang, Jawa Barat, Bantar Kawung, Yogyakarta, Lasem, Jawa Timur, Bali, NTB, NTT, Kepulauan Aru, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Sangir Talaud, Maluku Utara, Maluku Selatan, Papua Utara, Jayapura, Nabire, Wamena dan Kalimantan Timur (*Vulcanologi Survey of Indonesia, n.d*).

Secara geografis Kota Depok terletak pada koordinat $6^{\circ} 19' 00'' - 6^{\circ} 28' 00''$ LS dan $106^{\circ} 43' 00'' - 106^{\circ} 55' 30''$ BT. Kota Depok sebagai kota penyangga kehidupan dan kegiatan ekonomi kota Jakarta merupakan wilayah yang berkembang sangat pesat. Kota Depok mendapatkan tekanan migrasi penduduk yang cukup tinggi sebagai akibat dari meningkatnya jumlah kawasan permukiman, pendidikan, perdagangan dan jasa. Meningkatnya jumlah penduduk Kota Depok disebabkan tingginya migrasi penduduk ke Kota Depok sebagai akibat pesatnya pengembangan kota yang dapat dilihat dari meningkatnya pengembangan kawasan perumahan (Pemkot Depok). Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sukmajaya yang merupakan salah satu kecamatan di Kota Depok, ada beberapa pertimbangan mengapa kecamatan ini dijadikan sebagai lokasi penelitian gempa bumi yaitu Kecamatan Sukmajaya memiliki jumlah penduduk yang cukup besar yaitu sekitar 358.110 jiwa dengan luas wilayah $34,13 \text{ km}^2$ dan memiliki kepadatan

penduduk yang paling tinggi yakni sebesar 10.492,53 jiwa/km² (Pemkot Depok, 2010).

Tabel 1.1. Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Depok, 2009

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
Sawangan	173.362	45,69	3794,31
Pancoran Mas	281.005	29,83	9420,21
Sukmajaya	358.110	34,13	10492,53
Cimanggis	421.630	53,54	7875,05
Beji	146.441	14,30	10240,63
Limo	156.432	22,80	6861,05

Sumber : Pemkot Depok, 2009

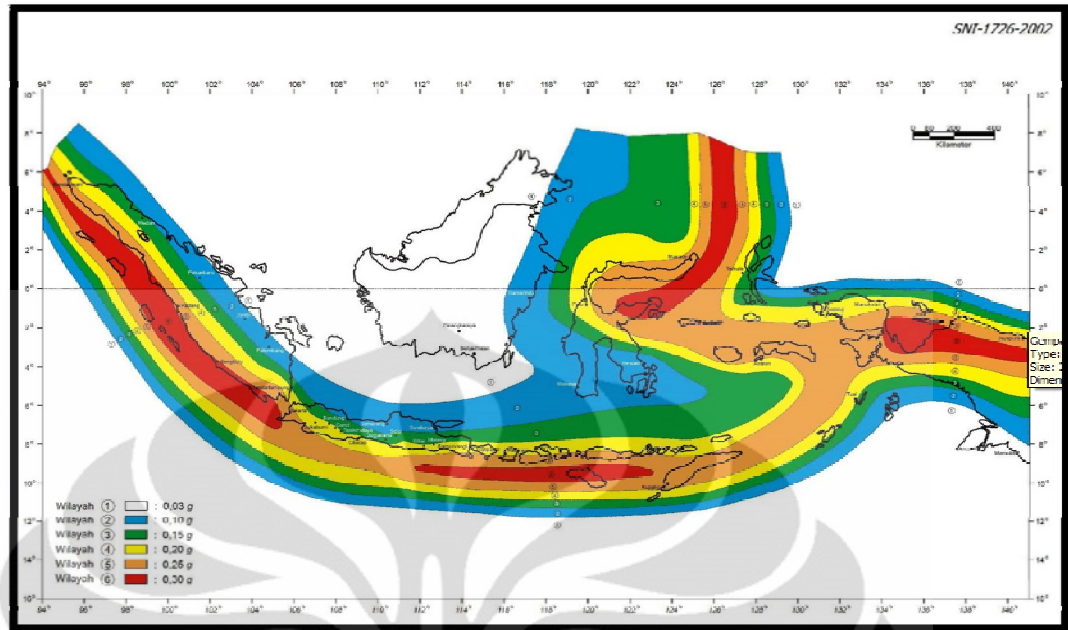
Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa kepadatan penduduk di Kecamatan Sukmajaya paling besar daripada Kecamatan lainnya di Kota Depok.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pada beberapa tahun terakhir ini, Indonesia sering kali dilanda bencana gempa, hal ini perlu dimaklumi karena Indonesia berada pada daerah yang mempunyai aktivitas gempa bumi cukup tinggi.

Hal ini dapat dilihat dalam Peta Zona Gempa Indonesia yang merupakan peta yang menggambarkan besarnya koefisien gempa pada suatu daerah yang sesuai dengan besaran kegempaan. Peta ini disusun dengan memperhatikan sumber gempa pada zona subduksi dan sesar aktif yang teramati selama 100 tahun pengamatan terakhir.

Pada gambar 1.2. dapat dilihat bahwa Kota Depok berada dalam wilayah 3 dengan risiko kegempaan menengah dan koefisien gempa yang cukup besar yaitu 0,15 g.



Sumber : SNI 2002

Gambar 1.2. Peta Wilayah Gempa Indonesia

1.2.1 Deskripsi Masalah

Catatan sejarah dan rekaman alat menunjukkan bahwa bencana gempa bumi sudah sering terjadi di berbagai wilayah kepulauan Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir bencana gempa bumi besar yang terjadi diantaranya adalah:

Tabel 1.2. Gempa Yang Pernah Terjadi di Indonesia

Nomor	Tanggal	Lokasi	Skala (Richter)	Kerusakan
1	24 April 2010	Maluku	6,4	tidak menyebabkan kerusakan (Tempo Interaktif, 2010)
2	1 Oktober 2009	Jambi	7,0	600 rumah rusak dan 500 rusak ringan (AntaraNews.com)
3	30 September 2009	Sumatera Barat	7,6	135.513 rumah rusak berat, 65.443 rusak sedang, 78.732 rusak

				ringan dan 809 korban jiwa (Pusdal OPS BNPB, 2009)
4	2 September 2009	Tasikmalaya	7,3	11.039 rumah rusak berat, 15 rusak sedang, 13.446 rusak ringan dan 68 korban jiwa (Posko BNPB, 2009)
5	12 September 2007	Bengkulu	7,9	7.906 rumah roboh, 6.745 rusak berat, 13.114 rusak ringan dan 23 korban jiwa (Departemen Sosial, 2007)
6	17 Juli 2006	Pangandaran	6,8	450 orang korban jiwa (Media Indonesia, 20 juli 2006).
7	27 Mei 2006	Yogyakarta dan Jawa Tengah	6,3	126.977 rumah rusak berat, 183.398 rusak sedang, 259.816 rusak ringan dan 5.743 korban jiwa (Media Center Gempa DIY, 2006)
8	26 Desember 2004	Aceh dan Nias	8,5	283.100 korban jiwa dan 1.126.900 orang kehilangan tempat tinggal (U.S. Geological Survey) [26]

Dari data-data gempa yang pernah terjadi di Indonesia beberapa tahun terakhir ini tentunya diketahui bahwa kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat gempa tentu cukup besar dengan melihat jumlah rumah penduduk yang rusak.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Gempa bumi yang pernah terjadi di Indonesia selain mengakibatkan korban jiwa dan harta benda juga menyebabkan tidak berfungsinya prasarana bangunan karena banyak bangunan rumah tinggal yang runtuh akibat gempa bumi. Untuk itu perlu diketahui tingkat risiko kerusakan dari bangunan rumah tinggal tersebut.

1.2.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian mengenai signifikansi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang harus dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana gambaran frekuensi gempa yang pernah terjadi di sekitar Jawa Barat?
2. Bagaimana desain struktur dari bangunan rumah tinggal tipe 70 di perumahan Grand Depok City?
3. Seberapa besar dampak kerusakan rumah tinggal tipe 70 yang ditimbulkan akibat gempa?
4. Berapa besar biaya yang timbul akibat kerusakan yang terjadi pada rumah tinggal tipe 70 tersebut?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui data-data dan gambaran gempa yang pernah terjadi di wilayah Jawa Barat.
2. Mengetahui desain struktur dari bangunan rumah tinggal tipe 70 yang ada di perumahan Grand Depok City.
3. Mengetahui besarnya kerusakan-kerusakan rumah tinggal tipe 70 yang ditimbulkan akibat gempa tersebut.

4. Mengetahui besarnya risiko biaya pada rumah tinggal tipe 70 dengan membandingkan probabilitas dan intensitas gempa.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Adapun masalah dari penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Expert Judgement* berbasis data historis.
2. Materi yang diteliti hanya berupa bangunan rumah tinggal tidak termasuk perabotan rumah dan manusianya.
3. Kerusakan yang di analisa merupakan kerusakan akibat dari gempa tektonik.
4. Umur bangunan untuk rumah tinggal tipe 70 diperkirakan sampai dengan 50 tahun.
5. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *software XLSTAT* untuk membuat kurva *Probability Density Function*.
6. Kondisi tanah, eksitasi gempa, fungsi bangunan, dan kekuatan bangunan serta harga bangunan dianggap sama untuk keseluruhan rumah tinggal tipe 70 di Kompleks Grand Depok City.
7. Semua rumah tinggal tipe 70 di Perumahan Grand Depok City dianggap sama.
8. Bangunan rumah tinggal tipe 70 dianggap sudah memenuhi standar SNI gempa 2002.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian, diharapkan agar hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Memberikan gambaran kepada masyarakat dan pemerintah besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat gempa yang mungkin terjadi di perumahan Grand Depok City yang juga merupakan bagian dalam Kecamatan Sukmajaya.

2. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat sehingga masyarakat menyadari bahwa pembangunan bangunan yang tahan gempa sangat penting untuk diterapkan.
3. Memberikan masukan kepada Pemerintah Kota Depok agar lebih memperhatikan konstruksi bangunan untuk menghindari kerusakan yang lebih besar pada saat terjadi gempa.

1.6 KEASLIAN PENELITIAN

Jurnal “*Building Life-Cycle Cost Analysis due to Mainshock and Aftershock Occurrences*” oleh Yeo, Gee Liek and Cornell, C. Allin tahun 2009. Tujuan dari jurnal ini adalah mengestimasi besarnya kerugian biaya yang ditimbulkan pada bangunan saat terjadi gempa dan sesudah terjadinya gempa. Metodologi yang digunakan adalah memodelkan gempa utama sebagai *homogeneous poisson* dan setelah gempa sebagai *nonhomogeneous poisson*. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan besarnya kerusakan yang diakibatkan gempa dengan menggunakan *Markov Loss Models*. [29]

Jurnal “*A Probabilistic Framework for Quantification of Aftershock Ground-Motion Hazard in California: Methodology and Parametric Study*” oleh Yeo, Gee Liek and Cornell, C. Allin tahun 2009. Tujuan dari jurnal ini adalah memperkirakan besarnya intensitas gempa susulan yang mungkin terjadi setelah gempa utama. Metodologi yang digunakan adalah metode APSHA (*a proposed method of aftershock probabilistic seismic hazard analysis*). Kesimpulan dari jurnal ini adalah intensitas gempa dilihat dari lamanya waktu akibat gempa tersebut (T), waktu berlalu dari gempa utama (t), skala gempa utama (m_m) dan lokasi serta umur bangunan (T_0). [30]

Jurnal “*Incorporating Modeling Uncertainties in the Assessment of Seismic Collapse Risk of Buildings*” oleh Abbie, Curt, Gerogory, and Jack tahun 2009. Tujuan dari jurnal ini adalah mengevaluasi bangunan sekarang dan bangunan yang lalu untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Metodologi yang digunakan adalah memodelkan ketidakpastian terjadinya keruntuhan struktur bangunan, keruntuhan dilihat dari segi kekuatan, kekakuan, besarnya deformasi, dan lentur atau tidaknya rangka struktur. Kesimpulan dari jurnal ini

adalah mendapatkan kurva kehancuran pada rangka bangunan dan kolom terhadap kelenturan. [1]

Jurnal “*Deaggregation of Lifeline Risk: Insights for Choosing Deterministic Scenario Earthquakes*” oleh Jayaram, N. and Baker J.W tahun 2009. Tujuan dari jurnal ini adalah mencari daerah-daerah yang terkena dampak apabila terjadi gempa pada patahan-patahan. Metodologi yang digunakan adalah menggunakan simulasi Monte Carlo sebagai pendekatan untuk mencari karakteristik pergerakan tanah. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan gambaran berupa peta daerah-daerah yang akan terkena dampak akibat gempa pada patahan sesuai dengan persentasenya.[12]

Jurnal “*Probability of Occurrence of Velocity Pulses in Near-Source Ground Motions*” Iervolino I. and Cornell C.A tahun 2008. Tujuan dari jurnal ini adalah memperkirakan besarnya kecepatan pergerakan tanah di dekat sumber gempa. Metodologi yang digunakan adalah menggunakan sebuah model probabilitas terjadinya getaran dengan melihat dari data-data gempa yang pernah terjadi. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan sebuah model yaitu berupa kurva kemungkinan dirasakan getaran gempa berdasarkan jarak tertentu.[10]

Jurnal “*Application of Nonlinear Static Analysis to Probabilistic Seismic Demand Analysis*” oleh Tothong, Polsak and Cornell, C. Allin tahun 2006. Tujuan dari jurnal ini adalah mendapatkan *structural demand hazard curve* dengan menggunakan 2 jenis metode yaitu *modified modal pushover analysis* (MMPA) dan *the method proposed by Mori via probabilistic seismic demand analysis*. Metode yang digunakan adalah menggunakan metode MMPA dan metode Mori. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan *structural demand hazard curve* kemudian dibandingkan dengan metode *Nonlinear Dynamic time history Analysis* (NDA).[25]

Jurnal “*Building-Specific Seismic Fatality Estimation Methodology*” oleh Yeo, Gee Liek and Cornell, C. Allin tahun 2003. Tujuan dari jurnal ini adalah untuk memperkirakan frekuensi tahunan karena gempa bumi. Metodologi yang digunakan adalah *nonlinear dynamic analysis* untuk mengetahui sifat kerusakan pada bangunan. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan grafik persentase perkiraan kehancuran pada bangunan.[31]

Jurnal “*Annual Limit-State Frequencies for Partially-Inspected Earthquake-Damaged Buildings*” oleh Luco, N., Cornell, C. Allin, and Yeo, G.L tahun 2002. Tujuan dari jurnal ini adalah memperkirakan “*annual limit-state frequency*” secara sebagian yang disebabkan oleh gempa bumi pada sambungan balok dan kolom. Metodologi yang digunakan adalah menggunakan *Probabilistic Seismic Demand Analysis* (PSDA). Penelitian dari jurnal ini adalah mendapatkan kurva *Annual Exceedance Frequency* sebelum terjadi gempa dan sesudah terjadinya gempa.[13]

Jurnal “*Seismic Risk Analysis for the City of Ankara*” oleh Ozmen, Nurlu, Guler, dan Kocaefe tahun 1999. Tujuan dari jurnal ini adalah menentukan perkiraan kerusakan akibat gempa di Kota Ankara. Metodologi yang digunakan adalah *Gumbel’s Annual Extreme Values Method*. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan perkiraan jumlah kerusakan bangunan akibat gempa di Kota Ankara. Setelah melihat jurnal-jurnal sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini mirip seperti jurnal *Seismic Risk Analysis for the City of Ankara*, hanya saja metodologi yang digunakan berbeda yaitu dengan menggunakan *experts judgement* selain itu wilayah yang diteliti pun berbeda.[18]

Jurnal “*Consequence Assessment in Earthquake Risk Management Using Damage Indicators*” oleh M. Faizian, H. R. Schalcer, dan M. H. Faber. Jurnal ini berisi tentang pengembangan metode hubungan modeling dengan penilaian. Penelitian ini dirancang untuk mengembangkan suatu kerangka keputusan yang teoritis jika terjadi bencana berupa gempa bumi dengan mengambil resiko di tiga situasi yaitu sebelum, selama dan setelah terjadinya gempa bumi.[14]

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENDAHULUAN

Pada penelitian yang akan dilakukan, diperlukan dasar-dasar teori yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan termasuk pula materi-materi yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini, pada bab ini akan dikemukakan teori-teori tentang pengertian gempa dan materi penelitian yang akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan analisis data hasil penelitian. Landasan teori tersebut dikumpulkan dari beberapa jurnal yang relevan dengan tujuan penelitian.

2.2 GEMPA BUMI

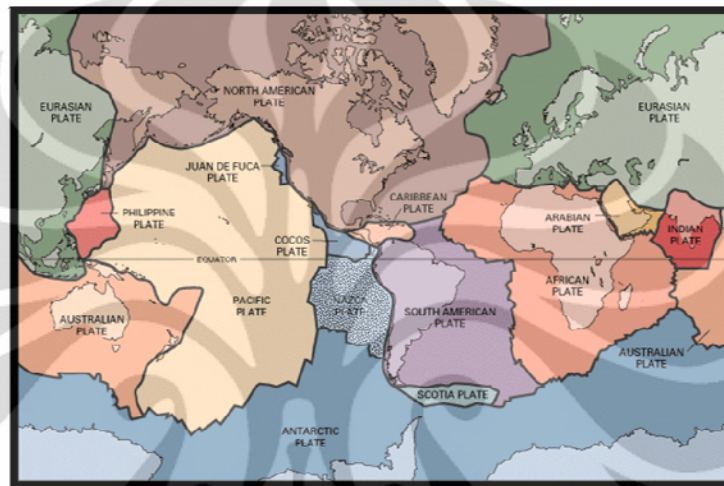
2.2.1 Definisi

Gempa bumi adalah rangkaian gelombang getaran yang berasal dari suatu tempat dalam mantel atau kerak bumi. Mekanisme gempa bumi, jika terdapat 2 buah gaya yang bekerja dengan arah berlawanan pada batuan kulit bumi, batuan tersebut akan berubah bentuk karena batuan mempunyai sifat elastis. Bila gaya yang bekerja pada batuan dalam waktu yang lama dan terus menerus maka lama kelamaan daya dukung pada batuan akan mencapai batas maksimum dan akan mulai terjadi pergeseran. Akibatnya batuan akan mengalami patahan secara tiba-tiba sepanjang bidang patahan. Setelah itu batuan akan kembali stabil namun sudah mengalami perubahan bentuk atau posisi. Pada saat mengalami gerakan yang tiba-tiba akibat pergeseran batuan, energi stress yang tersimpan akan dilepaskan dalam bentuk getaran yang kita kenal sebagai gempa bumi. Besar kecilnya akibat yang dirasakan karena gempa bumi berkorelasi positif dengan jarak suatu daerah dengan hiposenter suatu gempa. Gempa bumi juga berpengaruh pada daerah di sekitarnya dan radius tertentu (km) tergantung besar energi yang dilepaskan dan posisinya dari hiposenter. Hiposenter adalah lokasi nyata terjadinya gempa bumi (Suryani, 2007) [24].

2.2.2 Jenis dan Penyebab

Dari faktor-faktor penyebab terjadinya, gempa bumi dapat digolongkan menjadi dua yaitu (Ismail dan Sulaeman, 1989) [11] :

1. Gempa tektonik. Gempa tektonik terjadi karena lapisan kerak bumi yang keras menjadi genting (lunak) dan akhirnya bergerak. Lapisan tersebut bergerak perlahan sehingga berpecah-pecah dan bertabrakan satu sama lainnya. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya gempa tektonik.



Sumber : USGS,2008

Gambar 2.1 Lempeng Tektonik Dunia

2. Gempa vulkanik jarang terjadi bila dibandingkan dengan gempa tektonik. Gempa vulkanik terjadi karena adanya letusan gunung berapi yang sangat dahsyat. Ketika gunung berapi meletus maka getaran dan guncangan letusannya bisa terasa sampai dengan sejauh 20 mil.



Sumber : USGS, 2001

Gambar 2.2 Lokasi Gunung Berapi Aktif di Indonesia

Masih banyak penggolongan jenis gempa. Misalnya berdasarkan bentuk episentrumnya, dibedakan menjadi 2 macam, yaitu gempa linier dan gempa sentral. Gempa linier yaitu episentrumnya berupa garis. Sedangkan gempa sentral yaitu episentrumnya berbentuk suatu titik. Berdasarkan letak kedalaman hiposentrumnya dibedakan menjadi tiga macam gempa, yaitu gempa dalam, gempa intermediet (menengah), dan gempa dangkal. Berdasarkan jarak episentrumnya, gempa dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gempa setempat, gempa jauh, dan gempa sangat jauh. Berdasarkan letak episentrumnya, gempa dapat dibedakan menjadi gempa laut dan gempa darat. Namun pada penelitian ini yang akan dibahas kerusakan akibat gempa tektonik dan gempa vulkanik.

2.2.3 Skala Intensitas dan Kekuatan Gempa Bumi

Intensitas dapat didefinisikan sebagai suatu besarnya kerusakan yang terjadi seperti pada bangunan, permukaan tanah, reaksi manusia dan hal lain yang teramati sebagai dampak dari guncangan gempa bumi. Skala intensitas pertama kali diperkenalkan pada tahun 1883 oleh seorang seismologist dari Italia M.S. Rossi dan ilmuwan dari Swiss E.A Forel yang dikenal dengan skala Rossi-Forel. Skala ini kemudian dikembangkan lagi oleh seismologist dari Italia Giuseppe Mercalli pada tahun 1902, lalu tahun 1931 seismologist dari Amerika H.O Wood dan Frank Neuman mengadaptasi standar yang telah ditetapkan maka dihasilkan Skala *Modified Mercally Intensity* (MMI). Skala ini sifatnya kualitatif dan sangat tergantung pada kondisi lokasi dimana gempa terjadi (BMKG,n.d). Sedangkan magnituda adalah parameter gempa yang diukur berdasarkan yang terjadi pada daerah tertentu, akibat guncangan gempa pada sumbernya.

Skala gempa bumi diukur dari kekuatan dan intensitasnya. Kekuatan atau magnitudonya adalah skala gempa berdasarkan besarnya sumber gempa itu sendiri, sedangkan skala intensitas adalah skala untuk besarnya efek guncangan yang terjadi di suatu lokasi. Besarnya magnitudo gempa sebanding dengan luasnya bidang patahan yang pecah dan besarnya pergerakan yang terjadi. Artinya, makin besar kekuatan atau skala magnitudo gempunya maka semakin besar pula dimensi sumber gempa (patahan aktif yang bergerak) nya, juga semakin besar pergerakan yang terjadi di sepanjang bidang patahannya (Hanks and Kanamori, 1979) [9].

Tabel 2.1 Skala Intensitas Gempa Bumi *Modified Mercally Intensity* (MMI)

Intensitas	Keterangan
I	Getaran tidak dirasakan kecuali dalam keadaan luar biasa oleh beberapa orang.
II	Getaran dirasakan oleh beberapa orang, benda-benda ringan yang digantung bergoyang.
III	Getaran dirasakan nyata dalam rumah, terasa getaran seakan-akan ada truk berlalu.
IV	Pada siang hari dirasakan oleh orang banyak dalam rumah, diluar oleh beberapa orang terbangun, gerabah pecah, jendela/pintu gemerincing dan dinding berbunyi.
V	Getaran dirasakan oleh hampir semua penduduk, orang banyak terbangun, gerabah pecah, jendela dan sbb pecah, barang-barang terpelanting, tiang-tiang dan lain-lain barang besar tampak bergoyang, bandul lonceng dapat berhenti.
VI	Getaran dirasakan oleh semua penduduk kebanyakan semua terkejut dan lari keluar, plester dinding jatuh dan cerobong asap pada pabrik rusak, kerusakan ringan.
VII	Tiap-tiap orang keluar rumah. Kerusakan ringan pada rumah-rumah dengan bangunan dan kontruksi yang baik sedangkan pada bangunan dengan kontruksi kurang baik terjadi retak-retak kemudian cerobong asap pecah. Terasa oleh orang yang naik kendaraan.
VIII	Kerusakan ringan pada bangunan dengan kontruksi yang kuat. Retak-retak pada bangunan yang kuat, dinding dapat lepas dari rangka rumah, cerobong asap dari pabrik-pabrik dan monumen-monumen roboh, air menjadi keruh.
IX	Kerusakan pada bangunan yang kuat rangka-rangka rumah menjadi tidak lurus banyak retak-retak pada bangunan yang kuat. Rumah tampak agak berpindah dari pondamennya. Pipa-pipa dalam rumah putus.
X	Bangunan dari kayu yang kuat rusak, rangka-rangka rumah

	lepas dari pondamennya, tanah terbelah, rel melengkung, tanah longsor ditiap-tiap sungai dan ditengah-tengah yang curam.
XI	Bangunan-bangunan hanya sedikit yang tetap berdiri. Jembatan rusak, terjadi lembah. Pipa dalam tanah tidak dapat dipakai sama sekali, tanah terbelah, rel melengkung sekali.
XII	Hancur sama sekali. Gelombang tampak pada permukaan tanah. Pemandangan menjadi gelap. Benda-benda terlempar ke udara.

Sumber: BMKG

Skala Richter atau SR didefinisikan sebagai logaritma (basis 10) dari amplitudo maksimum, yang diukur dalam satuan mikrometer, dari rekaman gempa oleh instrumen pengukur gempa (seismometer), pada jarak 100 km dari pusat gempanya. Sebagai contoh, misalnya kita mempunyai rekaman gempa bumi (seismogram) dari seismometer yang terpasang sejauh 100 km dari pusat gempanya, amplitudo maksimumnya sebesar 1 mm, maka kekuatan gempa tersebut adalah $\log(10 \text{ pangkat } 3 \text{ mikrometer})$ sama dengan 3,0 skala Richter.

Tabel 2.2. Skala Intensitas Gempa Bumi Skala Richter (SR)

Skala Richter	Deskripsi	Efek	Frekuensi
< 2.0	Micro	Gempa Micro, tidak terasa	\pm 8000 kali per hari
2.0 – 2.9	Minor	Umumnya tidak terasa, tapi dapat di catat	\pm 1000 kali per hari
3.0 – 3.9	Minor	Sering terasa, jarang menyebabkan kerusakan	49000 kali per tahun
4.0 – 4.9	Ringan	Dapat diketahui dari bergetarnya perabot dalam ruangan, suara gaduh bergetar. Kerusakan tidak terlalu signifikan	6200 kali per tahun
5.0 – 5.9	Sedang	Dapat menyebabkan	800 kali per tahun

		kerusakan besar pada bangunan yang tidak layak huni	
6.0 – 6.9	Kuat	Dapat merusak area hingga jarak sekitar 160 km	120 kali per tahun
7.0 – 7.9	Besar	Dapat menyebabkan kerusakan serius dalam area yang lebih luas	18 kali per tahun
8.0 – 8.9	Sangat Besar	Dapat menyebabkan kerusakan serius hingga dalam area ratusan mil	1 kali per tahun
9.0 – 9.9	Sangat Besar	Menghancurkan area ribuan mil	1 kali per 20 tahun
> 10.0	Malapetaka	Belum pernah terekam	Sangat jarang terjadi

Sumber : U.S. Geological Survey documents

2.2.4. Peak Ground Accelaration (PGA)

Peak Ground Accelaration adalah percepatan tanah yang terjadi disuatu daerah akibat gempa, kerusakan pada bangunan ditentukan dari besarnya PGA didaerah tersebut. Satuan dari PGA adalah g (*gravity*) dimana:

$$1 g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$1 g = 1000 \text{ cm/s}^2 \text{ (gals)}$$

Untuk mencari PGA, terlebih dahulu harus diketahui jarak antara sumber gempa dengan daerah yang akan ditinjau dengan menggunakan rumus :

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(b_k - b_g)^2 + (l_k - l_g)^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

b_k = bujur kota

l_k = lintang kota

b_g = bujur gempa

l_g = lintang gempa

Dengan menggunakan persamaan 2.1, didapat jarak dari sumber gempa ke daerah yang ditinjau dalam satuan kilometer. Kemudian mencari jarak hiposenter dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

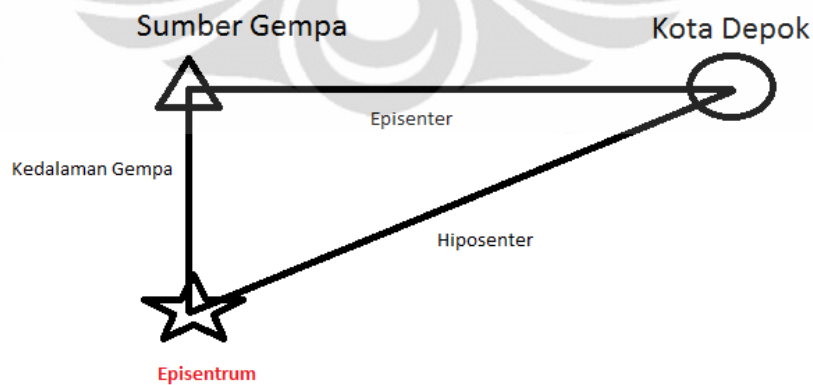
$$R = \sqrt{(\Delta)^2 + (h)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Setelah mendapatkan jarak hiposenter (dalam kilometer) barulah mendapatkan besarnya *Peak Ground Acceleration* (PGA) dengan persamaan berikut.

$$\alpha = \frac{472.3 \times 10^{0.278M}}{(R + 25)^{1.301}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- α = percepatan tanah pada permukaan (gal)
- M = magnitudo permukaan (SR)
- R = jarak hiposenter (Km)
- Δ = jarak episenter (Km)
- H = kedalaman sumber gempa (Km)



Gambar 2.3 Gambar Permodelan Jarak Gempa

Dimana skala gempa yang diketahui merupakan *magnitude body* (M_b) sehingga perlu diubah terlebih dahulu menjadi *magnitude permukaan* (M_s) dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 M_b &= 2,5 + 0,63M_s \\
 \text{atau} & \dots\dots\dots(2.4) \\
 M_s &= 1,59M_b - 3,97
 \end{aligned}$$

2.3 PENGERTIAN RUMAH TINGGAL

Pengertian rumah menurut Silas (1996) adalah “bagian yang utuh dari permukiman dan bukan semata-mata hasil fisik yang sekali jadi. Perumahan bukan kata benda melainkan merupakan suatu kata kerja yang berupa proses berlanjut dan terkait dengan mobilitas sosial ekonomi penghuninya. Bermukim pada hakikatnya adalah hidup bersama dan untuk itu fungsi rumah dalam kehidupan adalah sebagai tempat tinggal dalam suatu lingkungan yang mempunyai prasarana dan sarana yang diperlukan oleh manusia dalam memasyarakatkan diri.” [22]

Menurut Undang-Undang No.4 Tahun 1992 pengertian Rumah, Perumahan, dan Permukiman adalah sebagai berikut :

1. Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga.
2. Perumahan adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana lingkungan.
3. Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan.

Berdasarkan keputusan Menpera No.4/KPTS/BKP4/1995 tentang klasifikasi rumah tidak bersusun, tipe rumah tinggal/hunian dapat digolongkan kedalam 4 tipe yaitu :

1. Rumah mewah adalah bangunan bertingkat maupun tidak bertingkat dengan luas lantai bangunan yang relatif besar (kurang lebih 200 m^2), dengan luas

kavling antara 54 m² sampai dengan 200 m² dengan harga lebih besar dari harga per m² tertinggi untuk rumah dinas (HST) lebih besar dari tipe A, atau luas kavling antara 600 m² sampai dengan 2000 m² dengan harga lebih kecil dari HST tipe C sampai dengan harga lebih besar dari HST tipe A, dengan menggunakan bahan bangunan yang relatif mahal (spesifik).

2. Rumah menengah, adalah bangunan tidak bersusun dengan luas lantai bangunan diatas 70 m² sampai dengan 150 m² dengan luas kavling 54 m² sampai dengan HST tipe C atau sampai dengan tipe A atau dengan luas kavling 200 m² sampai dengan 600 m² dan HST $\frac{3}{4}$ tipe C atau tipe C sampai dengan tipe A.
3. Rumah sederhana adalah: rumah tidak bersusun dengan luas lantai bangunan tidak lebih dari 70 m² yang dibangun dengan luas kavling 54 m² sampai dengan 200 m² dan biaya pembangunan per m² tidak melebihi dari harga per m² tertinggi untuk pembangunan rumah dinas (HST) tipe C yang berlaku, yang meliputi rumah sederhana tipe besar, rumah sederhana, dan kavling siap bangun (Keputusan Menteri Negara Perumahan Rakyat No 4/KPTS/BKP4 N/1995).
4. Rumah sangat sederhana adalah, rumah tidak bersusun yang pada tahap awalnya yang menggunakan bahan bangunan berkualitas sangat sederhana dan dilengkapi dengan prasarana lingkungan, utilitas umum, dan fasilitas sosial (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.54/PRT/1991 tentang Pedoman Teknik Pembangunan Perumahan Sangat Sederhana).

2.4 PENGARUH GEMPA TERHADAP KERUSAKAN BANGUNAN

Ketika terjadi gempa bumi pada zona atau bidang patahan aktif yang pecah dan bergerak maka tubuh tanah/batuan serta permukaan tanah pada dan di jalur patahan gempanya akan bergerak secara instan. Besarnya pergerakan yang terjadi dan luas/panjangnya zona patahan gempa sebanding dengan besar magnitudo gempanya. Jadi makin besar kekuatan gempanya akan semakin besar pula pergerakan dan luas wilayahnya. Rekanan tektonik di permukaan (*fault surface ruptures*) dan pergerakan tanah yang terjadi tentu berpotensi menimbulkan kerusakan kepada bangunan dan segala jenis infrastruktur yang terletak di

permukaan tanah yang sobek dan bergerak, terutama pada bangunan dan konstruksi yang di bangun persis pada jalur patahan gempa di permukaannya. Oleh karena itu, bangunan dan konstruksi yang didirikan persis di atas jalur patahan gempa tidak hanya akan mendapat efek guncangan tanah paling keras tapi juga terkena efek perekahan dan pergerakan tektonik ketika gempa terjadi (Natawidjaja – LIPI, n.d) [17].

Tidak hanya bangunan yang persis di atas jalur patahan yang mendapat efek guncangan tanah, namun bangunan di sekitarnya pun juga mendapatkan efek guncangan tersebut. Guncangan tanah adalah bahaya gempabumi yang paling dikenal luas (McGuire, 2004) [15]. Efek guncangan tanah ini diakibatkan karena penjalaran gelombang gempa dari sumber gempa ke seluruh arah di sekitarnya. Efek guncangan dari penjalaran gelombang gempa ini bisa sampai radius ratusan kilometer dari sumbernya. Besarnya guncangan yang terjadi sebanding dengan besarnya kekuatan gempa di sumber dan berbanding terbalik dengan jarak penjalaran yang ditempuh. Makin besar kekuatan sumber akan makin besar guncangan yang terjadi, dan guncangan tanah ini akan semakin kecil menjauh dari letak sumbernya, yaitu jalur patahan gempanya. Itulah sebabnya kenapa ancaman guncangan gempa bumi ini paling dikenal dan diperhitungkan, yaitu karena wilayah yang terkena efeknya bisa sangat luas, tidak hanya daerah yang berdekatan dengan jalur patahan gempanya. Parameter kerusakan gempa bumi (Bustami-LIPI, 2009) [4]:

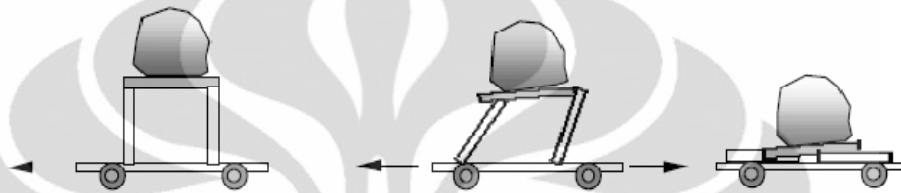
1. Lama getaran
2. Keadaan tanah/geologi setempat
3. Keadaan gempa
4. Jarak pusat gempa
5. Besaran gempa
6. Kekuatan, daktilitas, dan kesatuan bangunan

Banyaknya bangunan di Indonesia yang tidak sesuai dengan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, SNI 03-1726-2002, mengakibatkan banyak bangunan yang mengalami kerusakan baik kerusakan ringan hingga kerusakan berat. Kerusakan-kerusakan bangunan akibat gempa dapat dilihat dengan mengambil studi kasus gempa yang terjadi tanggal 27 Mei

2006 di Yogyakarta dengan skala 6,3 SR dan studi kasus gempa di Bengkulu, September 2007 (7,0 SR) yang terjadi dalam waktu yang berdekatan dalam rentang tahun 2004 sampai 2007 (Amri, 2010) [2].

Adapun kerusakan-kerusakan bangunan akibat gempa di Bengkulu yang berkekuatan 7,0 SR adalah sebagai berikut:

1. Kerusakan akibat pergoyangan



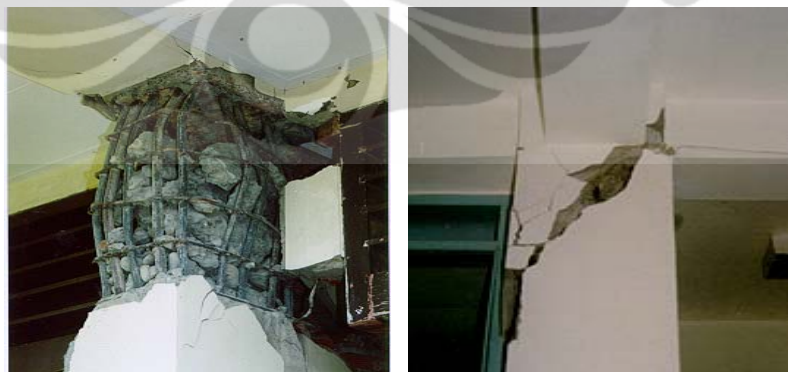
Sumber : www.arnidaambar.com, 2001

Gambar 2.4. Permodelan Kerusakan Akibat Pergoyangan

Pada gambar 2.4 susunan balok yang tidak direncanakan untuk menerima beban horisontal secara berulang akan menderita keruntuhan.

2. Dampak getaran

- Keruntuhan geser (*shear failure mechanism*)



Sumber: Amri, 2010[2]

Gambar 2.5. Keruntuhan Geser pada Kolom di Bengkulu

Pada gambar 2.5 memperlihatkan kerusakan geser pada kolom akibat terbentuknya mekanisme kolom pendek.

- Keruntuhan dinding (*face load rupture mechanism*)



Sumber: Amri, 2010[2]

Gambar 2.6. Keruntuhan Dinding di Bengkulu

Pada gambar 2.6 terjadi keruntuhan dinding karena dinding tersebut tidak mempunyai kekuatan yang memadai untuk menahan gaya gempa yang diserapnya maka dinding tersebut sebagian besar rusak dan di beberapa tempat bahkan mengalami kehancuran.

3. Dampak penurunan level bangunan

Biasanya terjadi bila gempa berkekuatan > 6 SR pada tanah pasir halus dan keruntuhan pada rumah 2 lantai mengakibatkan likuifaksi.



Sumber: Amri, 2010[2]

Gambar 2.7. Akibat penurunan level bangunan di Bengkulu dan Banda Aceh

Kerusakan-kerusakan lain pada bangunan akibat gempa dapat dilihat dengan mengambil studi kasus gempa yang terjadi tanggal 27 Mei 2006 di Yogyakarta dengan skala 6,3 SR (Widodo, 2007) [28]. Kerusakan-kerusakan bangunan akibat gempa tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Keruntuhan geser pada balok



Sumber : Widodo, 2007[28]

Gambar 2.8. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Geser pada Balok Konsol

Dari gambar 2.8 dapat dilihat kerusakan adanya benturan (*pounding*) antar bangunan menyebabkan rusaknya balok konsol.

2. Kerusakan akibat momen tumpuan



Sumber : Widodo, 2007[28]

Gambar 2.9. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Momen Tumpuan

Dari gambar 2.9 terlihat penulangan pada ujung balok sebenarnya sudah memakai tulangan rangkap. Namun demikian kuat momen yang dapat disediakan belum memenuhi, sehingga menimbulkan retak.

3. Kerusakan pada sambungan kolom dan balok



Sumber : Widodo, 2007[28]

Gambar 2.10. Contoh Kerusakan Bangunan Pada Sambungan Balok dan Kolom

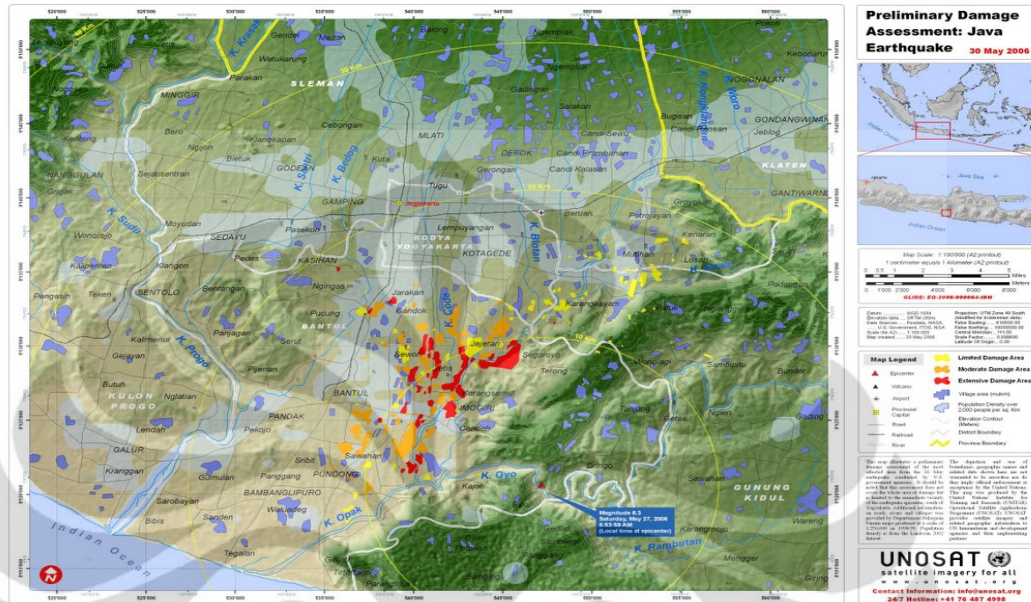
Dari gambar 2.10 dapat dilihat kerusakan pada bangunan yaitu patahan sambungan balok dan kolom hal ini disebabkan oleh beberapa sebab, yaitu:

1. Rendahnya *bond strength* karena tulangan yang dipakai adalah tulangan polos.
2. Pendeknya penyaluran tulangan momen tumpuan pada ujung balok sehingga tulangan ini lepas dengan kolom.
3. Kecilnya ukuran kolom sehingga tidak memenuhi syarat
4. Minimnya tulangan geser pada sambungan balok kolom tersebut.

Menurut Widodo (2007) [28], kerusakan-kerusakan bangunan akibat gempa Yogyakarta yang terjadi pada tanggal 26 Mei 2006 disebabkan oleh banyak hal yaitu :

1. Semua bangunan rusak berat diakibatkan oleh gagal geser pada ujung-ujung kolom (*beam coloum joint*) di tingkat dasar dan tepi luar.
2. Kerusakan bangunan terjadi akibat ketidakpahaman para engineer/praktisi tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa pada gedung.
3. Kerusakan bangunan juga dipicu oleh mutu bangunan dan mutu pelaksanaan yang kurang baik.

Berikut ini adalah peta kerusakan gempa jogja yang terjadi pada tanggal 26 Mei 2006.



Sumber : www.unosat.org

Gambar 2.11. Peta Kerusakan Gempa Jogja 26 Mei 2006

2.5. MANAJEMEN RISIKO

2.5.1. Definisi Risiko

Risiko adalah kemungkinan yang terjadi bahwa seseorang dapat terluka (Barnard, 1998) [3]. Risiko juga merupakan hasil perkalian antara frekuensi/probabilita dan besarnya paparan nilai potensial yang hilang (Brauer, 1990) [5]. Frekuensi adalah jumlah kejadian sedangkan probabilita merupakan kemungkinan terjadinya suatu kejadian. Paparan adalah kondisi seberapa jauh seseorang terkena hazard.

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan gangguan kegiatan masyarakat.

Tujuan manajemen risiko adalah untuk meminimasi bahaya atau kecelakaan dengan mengurangi kemungkinan kejadian, mengurangi dampak dari kejadian yang tidak diharapkan, dan transfer risiko (Modarres, 1993) [16].

Manajemen risiko biasa digunakan untuk membantu dalam hal regulasi dan sumber dalam pengambilan keputusan (Modarres, 1993) [16].

2.5.2. Analisa Risiko

Analisa risiko adalah teknik untuk mengidentifikasi, menggolongkan, mengukur dan mengevaluasi bahaya. Dalam menganalisa risiko dapat dilakukan dengan cara kualitatif maupun kuantitatif. Tahapan menganalisa risiko dengan cara kualitatif yaitu dengan mengidentifikasi, menggolongkan, dan meranking bahaya. Sedangkan kuantitatif dengan mengevaluasi bahaya yaitu menaksir kemungkinan (frekuensi) dan konsekuensi dari kejadian bahaya (Modarres, 1993) [16].

Secara kuantitatif, risiko adalah fungsi perkalian dari bahaya yang mengancam (*hazard*) dan konsekuensi bencana (*consequences*) (Missal Vames, 1984). Sedangkan konsekuensi bencana merupakan fungsi perkalian dari kerentanan (*vulnerability*) dan elemen yang berisiko (*elemen at risk*). Bahaya adalah probabilitas kejadian dalam kurun waktu tertentu pada daerah yang sedang dievaluasi. Kerentanan adalah tingkat kerugian dari sebuah elemen yang berisiko dari sebuah kejadian, dan kerentanan direpresentasikan sebuah angka dengan antara 0 (tidak ada kerugian) dan 1 (kerugian total). Sedang elemen yang berisiko dapat berupa penduduk, bangunan, aktivitas perekonomian dan lainnya di daerah yang sedang di evaluasi.

2.6. FUNGSI KERAPATAN PROBABILITAS

Fungsi kerapatan probabilitas diawali dengan adanya frekuensi dan kelas. Berdasarkan frekuensi dan kelas yang dimiliki kemudian dapat ditentukan model distribusi datanya berdasarkan uji *goodness of fit* yang terbaik.

Ada berbagai macam distribusi yang biasa digunakan sebagai model matematis, seperti distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi merata, distribusi triangular, dsb. Distribusi normal adalah distribusi yang lazim dipakai dalam permodelan. Ada dua parameter yang dikategorikan dalam distribusi normal, yakni nilai rata-rata (μ) dan nilai varians (σ^2).

2.6.1. Distribusi Normal

Dalam membuat kurva probabilitas, nilai rata-rata dan besarnya standar deviasi perlu diketahui terlebih dahulu. Cara mencari *mean* atau rata-rata dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Mean} \\ \bar{x} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.5)$$

Setelah mendapatkan nilai rata-rata, kemudian dicari besarnya variansi dan standar deviasi dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Varians} = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Setelah mendapatkan besarnya standar deviasi, data-data tersebut dapat dibuat menjadi grafik *probability density function* dengan menggunakan persamaan distribusi normal dibawah ini.

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2\right] \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

$f_x(x)$ = *probability density function* (distribusi normal)

x = kelompok data

σ = standar deviasi

m = rata-rata

2.6.2. Distribusi Gamma

Meskipun distribusi normal dapat digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan teknik sains, masih banyak sekali keadaan yang memerlukan jenis-jenis kepekatan berbeda. Distribusi gamma memainkan peranan yang sangat penting dalam teori antrian dan masalah keandalan (reliabilitas).

Menurut Rosenkrantz (1997:227) [21], fungsi kerapatan probabilitas dari distribusi gamma diberikan dengan persamaan :

$$f(x) = \begin{cases} \left(\frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}\right)x^{\alpha-1}e^{-x/\beta}, & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan persamaan mean, variance, skewness dan kurtosis :

Mean (Nilai Harapan)

$$\mu = E(X) = \alpha \beta \dots\dots\dots(2.10)$$

Variance

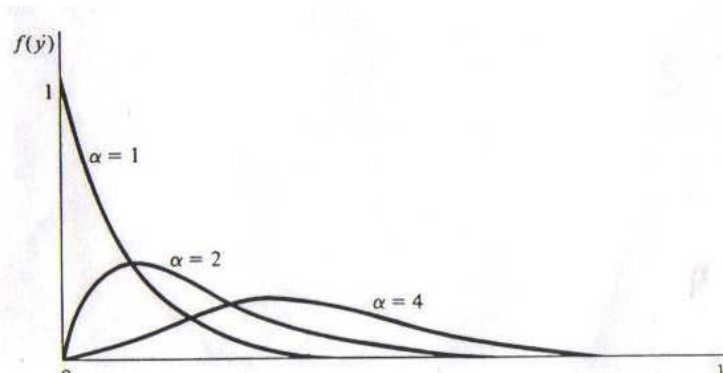
$$\sigma^2 = E X - \mu = \sigma = \alpha \beta^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

Skewness (Kemencengan)

$$\gamma_1 = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Kurtosis (Keruncingan)

$$\gamma_2 = \frac{6}{\alpha} + 3 \dots\dots\dots(2.13)$$



Sumber: www.unosat.org

Gambar 2.12. Grafik Distribusi Gamma

2.7. METODE HAZUS

Menurut FEMA 433 [8], Hazus merupakan sebuah *software* dan metode untuk memperkirakan besarnya kerugian akibat bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan angin topan. Perkiraan kerugian yang dihasilkan oleh HAZUS adalah berdasarkan pada pengetahuan teknik dan ilmu pengetahuan sebagai dampak dari gempa bumi, banjir, dan angin topan. Agar lebih fleksibel HAZUS memperkirakan kerusakan menjadi 3 level yaitu :

HAZUS – LEVELS OF ANALYSIS	
To provide flexibility, users can estimate earthquake losses with HAZUS at three levels.	
Analysis Using HAZUS-Supplied Data	
Level 1 -	Define a study region and choose a scenario earthquake
Analysis With User-Supplied Data	
Level 2 -	Add a soils map (this addition, sometimes called Level 1A, is so valuable that it should be made if at all possible). Adjust existing data and parameters in HAZUS using local judgment or partial data. Import data. In rough order of value and increased effort, these are: Improved inventory of highway bridges Detailed inventory of buildings or critical facilities Detailed inventory for other lifelines and transportation systems Employ specific modules within HAZUS to: Analyze water distribution systems Estimate indirect economic effects
Level 3 -	Import results from software run independently from HAZUS. Examples include: Analysis of interruption of highway system or other lifeline systems Flooding from dam breakage or tsunamis

Sumber : Hazus for Mitigation, 2002

Gambar 2.13. Gambar Level Dalam Analisis HAZUS

Level 1 : Perkiraan kasar berdasarkan data-data nasional yang ada didalam penyimpanan data *software* HAZUS

Level 2 : Perkiraan lebih akurat oleh pendapat yang profesional, dan informasi yang lebih lengkap mengenai kondisi batuan, bangunan, atau umur bangunan yang akan dimasukkan ke HAZUS

Level 3 : Perkiraan paling akurat, berdasarkan detail-detail teknik dan geoteknik yang dimasukkan ke HAZUS untuk mengatur metode pada kondisi tertentu.

Untuk membuat peta risiko dengan menggunakan *software* HAZUS, kita harus mengetahui secara detail kondisi daerah yang akan ditinjau seperti kondisi tanah dan bangunannya, mengetahui latar belakang dari bencana yang ingin kita

perkiraan dan kerusakan akibat bencana tersebut sebagai yang akan digunakan sebagai input dari *software* HAZUS.

Metode HAZUS ini tidak dapat dilakukan pada penelitian ini ada beberapa hal yang kurang yaitu :

1. Tidak adanya *software* HAZUS-MH
2. Data-data tentang sejarah gempa dan kerusakan di Kota Depok tidak ada

Sehingga dengan tidak mungkinnya penerapan metode HAZUS pada penelitian ini, dilakukanlah metode *Experts Judgement* untuk menentukan perkiraan kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 70 tersebut.

2.8. EXPERT JUDGEMENT

Experts Judgement adalah penilaian dari orang-orang yang ahli dalam suatu bidang tertentu sebagai suatu pendekatan untuk mendapatkan informasi dan pendapat tentang suatu permasalahan atau isu-isu yang sedang berkembang berdasarkan pengetahuan yang mereka miliki. *Experts Judgement* sering digunakan sebagai kebijakan untuk pengambilan keputusan dari suatu masalah (Smith and Tirpak, 1990) [23].

BAB 3

METODE PENELITIAN

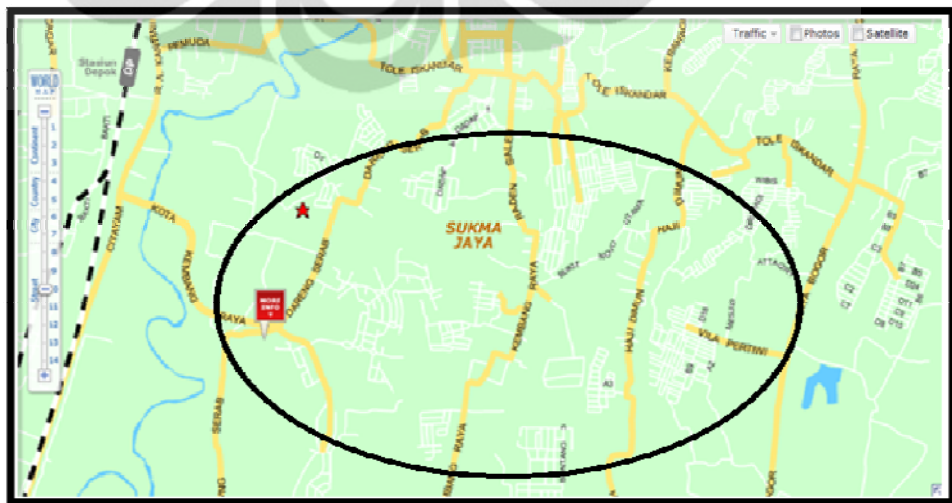
3.1. KERANGKA PEMIKIRAN

Berdasarkan pembahasan dan teori-teori yang relevan mengenai risiko gempa bumi maka dapat disusun kerangka pemikiran sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi elemen-elemen yang mempengaruhi faktor risiko kerusakan rumah tinggal tipe 70 akibat gempa bumi.
2. Menetapkan penggunaan model risiko kerusakan rumah tinggal tipe 70 yang sesuai.
3. Melakukan penilaian seberapa besar kerusakan rumah tinggal tipe 70.
4. Memperkirakan biaya kerusakan pada rumah tinggal tipe 70.

3.2. LOKASI PENELITIAN

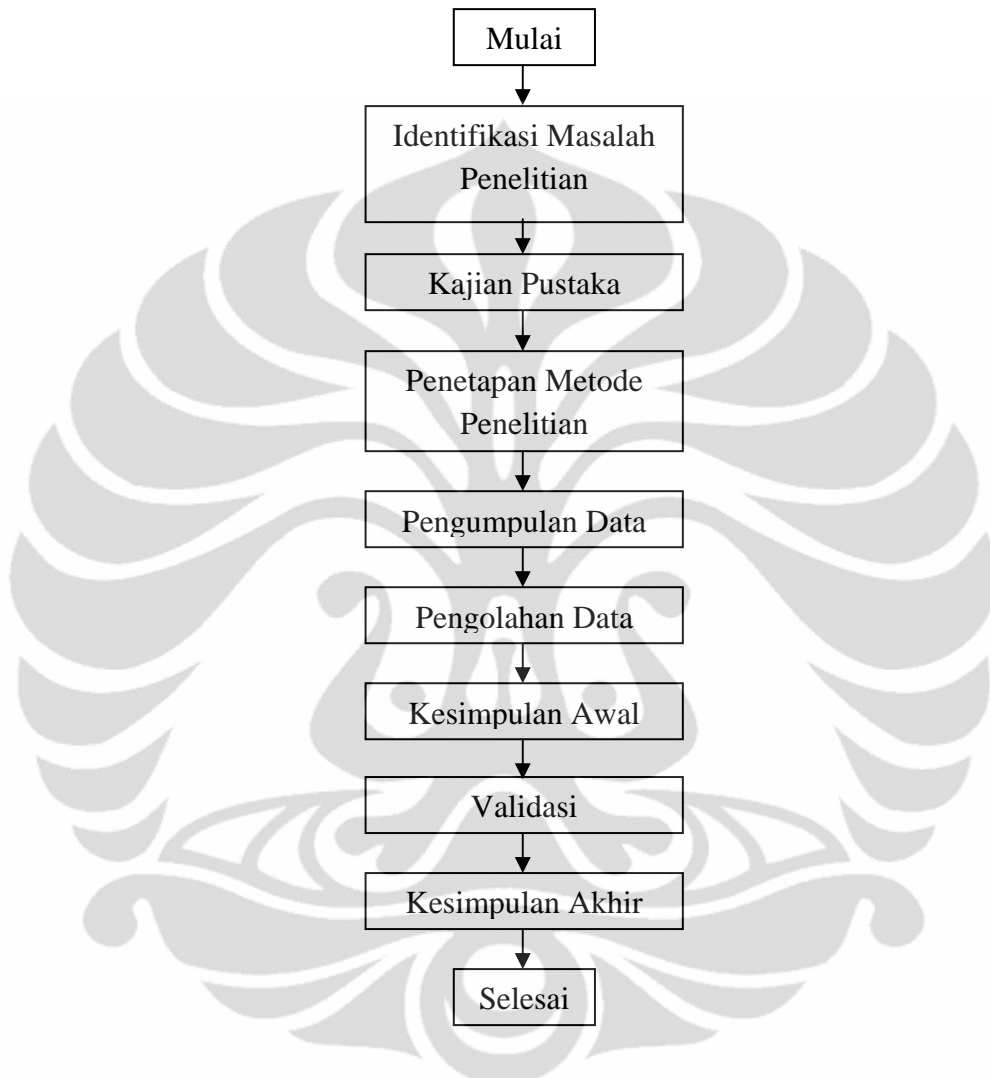
Lokasi yang diambil pada penelitian ini di Kecamatan Sukmajaya adalah Perumahan Grand Depok City yang terletak di jalan Boulevard Raya Grand Depok City, Depok Jawa Barat, memiliki luas kurang lebih 350 Ha. Objek penelitian diambil khususnya bangunan rumah tinggal tipe 70 pada *Cluster* Alamanda. Adapun site plan dari *Cluster* Alamanda di Perumahan Grand Depok City dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Grand Depok City

3.3. LANGKAH PENELITIAN

Secara keseluruhan, langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Langkah Penelitian

3.4. HIPOTESIS PENELITIAN

Dari kajian literatur yang telah disusun, maka dapat dibuat suatu hipotesis penelitian sebagai berikut :

“Dengan melihat gambaran gempa selama 50 tahun terakhir di Kota Depok, diperkirakan rumah tinggal tipe 70 mengalami kerusakan ringan.”

3.5. PERTANYAAN PENELITIAN

Untuk menguji hipotesis penelitian, pertanyaan yang harus dijawab adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana gambaran gempa yang pernah terjadi di sekitar Jawa Barat?
2. Bagaimana desain struktur dari bangunan rumah tinggal tipe 70 di perumahan Grand Depok City?
3. Seberapa besar kerusakan rumah tinggal tipe 70 yang ditimbulkan akibat gempa?
4. Berapa kerugian yang dapat dicapai akibat rusaknya rumah tinggal tipe 70 tersebut?

3.6. METODE PENGUMPULAN DATA

Pendekatan yang akan digunakan adalah dengan studi literatur, wawancara dan observasi lapangan. Studi literatur dilakukan untuk mengetahui gempa bumi dan penyebab terjadinya. Sedangkan wawancara dan observasi dilakukan untuk mendapatkan data-data primer dari lapangan. Selain itu juga dibutuhkan data sekunder sebagai pelengkap informasi dari data primer yang telah didapatkan. Dalam hal ini wawancara dilakukan secara terstruktur sehingga responden diharapkan dengan mudah mengerti dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan. Responden yang jadi tujuan adalah responden yang representatif dengan tujuan penelitian seperti pemimpin proyek, manager lapangan, dan bagian pemasaran. Wilayah survey dibatasi hanya di wilayah perumahan Grand Depok City yang terdapat di kota Depok, mengingat pada daerah ini banyak terdapat perumahan dan padat penduduk.

Menurut Poerwandari (1998) penulis sangat berperan dalam seluruh proses penelitian, mulai dari memilih topik, mendeteksi topik tersebut, mengumpulkan data, hingga analisis, menginterpretasikan dan menyimpulkan hasil penelitian.

Dalam mengumpulkan data-data penulis membutuhkan alat bantu (instrumen penelitian). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 3 alat bantu, yaitu :

1. Pedoman wawancara

Pedoman wawancara digunakan agar wawancara yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Pedoman ini disusun tidak hanya berdasarkan tujuan penelitian, tetapi juga berdasarkan teori yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

2. Pedoman Observasi

Pedoman observasi digunakan agar peneliti dapat melakukan pengamatan sesuai dengan tujuan penelitian. Pedoman observasi disusun berdasarkan hasil observasi terhadap perilaku subjek selama wawancara dan observasi terhadap lingkungan atau setting wawancara, serta pengaruhnya terhadap perilaku subjek dan informasi yang muncul pada saat berlangsungnya wawancara.

Menurut Patton (dalam Poerwandari 1998) tujuan observasi adalah mendeskripsikan setting yang dipelajari, aktivitas-aktivitas yang berlangsung, orang-orang yang terlibat dalam aktivitas, dan makna kejadian di lihat dari perspektif mereka yang terlihat dalam kejadian yang diamati tersebut.

Menurut Patton (dalam Poerwandari 1998) salah satu hal yang penting, namun sering dilupakan dalam observasi adalah mengamati hal yang tidak terjadi. Dengan demikian Patton menyatakan bahwa hasil observasi menjadi data penting karena :

- a. Peneliti akan mendapatkan pemahaman lebih baik tentang konteks dalam hal yang diteliti akan atau terjadi.
- b. Observasi memungkinkan peneliti untuk bersikap terbuka, berorientasi pada penemuan dari pada pembuktiaan dan mempertahankan pilihan untuk mendekati masalah secara induktif.
- c. Observasi memungkinkan peneliti melihat hal-hal yang oleh subjek penelitian sendiri kurang disadari.
- d. Observasi memungkinkan peneliti memperoleh data tentang hal-hal yang karena berbagai sebab tidak diungkapkan oleh subjek penelitian secara terbuka dalam wawancara.
- e. Observasi memungkinkan peneliti merefleksikan dan bersikap introspektif terhadap penelitian yang dilakukan. Impresi dan perasan pengamatan akan

menjadi bagian dari data yang pada gilirannya dapat dimanfaatkan untuk memahami fenomena yang diteliti.

3. Alat Perekam

Alat perekam berguna sebagai alat bantu pada saat wawancara, agar peneliti dapat berkonsentrasi pada proses pengambilan data tanpa harus berhenti untuk mencatat jawaban-jawaban dari subjek. Dalam pengumpulan data, alat perekam baru dapat dipergunakan setelah mendapat ijin dari subjek untuk mempergunakan alat tersebut pada saat wawancara berlangsung.

3.7. KRITERIA *EXPERTS*

Dalam menentukan *experts*, diperlukan beberapa kriteria misalnya seperti pengalaman dalam menghitung bangunan lebih dari 3 lantai, dan lain-lain. Oleh karena itu dibuat kuisisioner untuk diisi oleh expert yang bersangkutan. Contoh kuisisioner tersebut adalah sebagai berikut:

Kriteria	Ya/Tidak	Jumlah
Pengalaman Dalam Menghitung Bangunan > 3 Lantai		
Pernah mengajar Dinamika Struktur		
Pernah Mengajar Bangunan Tahan Gempa		
Pernah Mengajar Mekanika Tanah		
Mengikuti Seminar yang Berhubungan Dengan Gempa		
Publikasi yang Berhubungan Dengan Gempa		

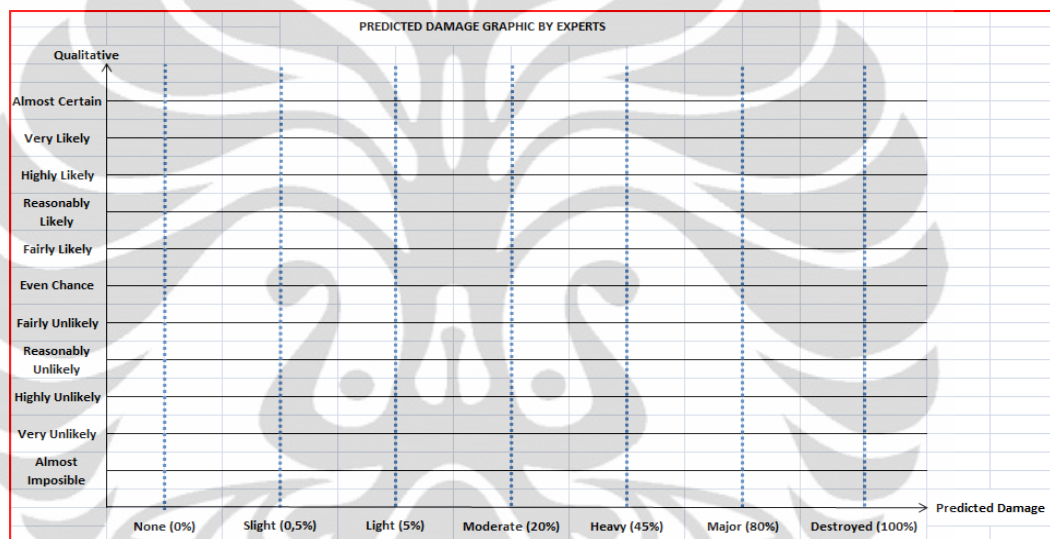
Gambar 3.3 Contoh Kuisisioner Kriteria *Experts*

3.8. METODE ANALISA DATA

3.8.1. *Expert Judgement*

Data-data sekunder yang diperoleh baik melalui wawancara ke kantor pemasaran perumahan Grand Depok City, PT. Alfa Asia Pasifik Primagraha selaku kontraktor, dan BMKG Ciputat serta berdasarkan hasil observasi lapangan dirangkum dan dikumpulkan untuk kemudian disajikan kepada *experts*.

Data-data tersebut akan membantu *experts* dalam memberikan *judgement* dengan mengisi kuisioner tentang kemungkinan terjadinya kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 70 ke dalam bentuk grafik.



Gambar 3.4 Contoh Gambar Grafik Yang Akan Diisi Oleh *Experts*

Sumbu absis merupakan kategori kerusakan rumah yang diambil dari FEMA-226 tahun 1992 yang berjudul “*Collocation Impacts on the Vulnerability on Lifelines During Earthquakes with Applications to the Cajon Pass, California*” [7]. Sedangkan sumbu ordinat merupakan kategori kualitatif yang akan digunakan sebagai frekuensi yang diambil dari “*Risk Analysis - A Quantitative Guide*” tahun 2000 oleh David Vose [26].

3.8.2. Simulasi

Yang dimaksud dengan simulasi adalah pembentukan suatu model logis atau matematis dari suatu sistem dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman perilaku sistem tersebut yang akan digunakan untuk membantu dalam mengambil suatu keputusan yang paling tepat (Evans and David, 1998) [6].

Dari data sekunder yang diperoleh diatas, maka perlu dicari pola analisa yang tepat untuk mengolah data tersebut. Analisa yang dipakai harus merupakan analisa yang tepat untuk mengolah data yang ada, sehingga hasilnya sesuai dengan topik dan tujuan.

Pada penelitian ini grafik dari para *expert* tersebut kemudian dimasukkan ke *software* XLSTAT untuk dilakukan uji *goodness of fit* dengan berbagai permodelan grafik yang ada pada *software* tersebut. Grafik yang paling cocok (*fit*) adalah yang memiliki nilai *P value* dan % *Ho* paling besar diantara permodelan grafik yang ada pada *software* XLSTAT. Grafik yang telah fit tersebut menghasilkan nilai *density* yaitu probabilitas kerusakan bangunan dari *expert*.

Dari berbagai pendapat pakar dibuatlah gabungan jawaban berupa kurva *Probability Density Function* dengan menggunakan program XLSTAT. Hasil gabungan kurva para *experts* tersebut yaitu kurva *Probability Density Function* akan diperoleh *Density Data* yaitu besarnya probabilitas rusaknya bangunan rumah tinggal tipe 70. Dari nilai tersebut akan didapat risiko biaya kerusakan bangunan akibat gempa dengan mengalikan harga bangunan rumah tinggal tipe 70 dengan probabilitas kerusakannya.

3.9. VALIDASI HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software* XLSTAT dan mendapatkan rangkuman pendapat dari para *experts* yaitu berupa kurva gabungan *Probability Density Function*, maka tahap selanjutnya adalah melakukan validasi hasil penelitian kepada keenam pakar ahli struktur tersebut untuk memastikan apakah hasil penelitian yang diperoleh telah sesuai. Jika telah sesuai, maka keenam pakar tersebut menyetujui hasil akhir dari penelitian ini dan dapat diambil kesimpulan dari hasil kurva gabungan tersebut.

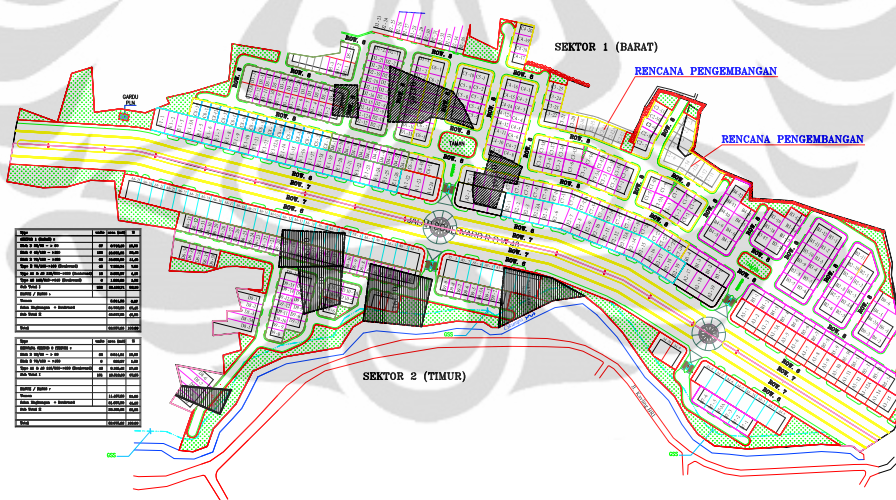
BAB 4

PEMBAHASAN

4.1. GAMBARAN UMUM GRAND DEPOK CITY

Perumahan Grand Depok City memiliki luas kurang lebih 350 Ha dengan 4000 KK, perumahan ini terbagi atas beberapa *cluster-cluster* kecil yaitu : Aster, Anggrek, Lantana, Alpinia, Alamanda, Chrysant, Melati, dan Puri Insani. Dimana *cluster* Alamanda dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini. Kategori rumah tinggal di *cluster* Alamanda terbagi atas 3 bagian yaitu : rumah tinggal tipe kecil, rumah tinggal tipe menengah, dan rumah tinggal tipe besar.

Penelitian ini mengambil sampel rumah tipe 36 untuk contoh rumah tinggal tipe kecil, rumah tipe 70 untuk contoh rumah tinggal tipe menengah, dan rumah tipe 142 untuk contoh rumah tinggal tipe besar.



SEKTOR ALAMANDA

Skala 1 : 1000

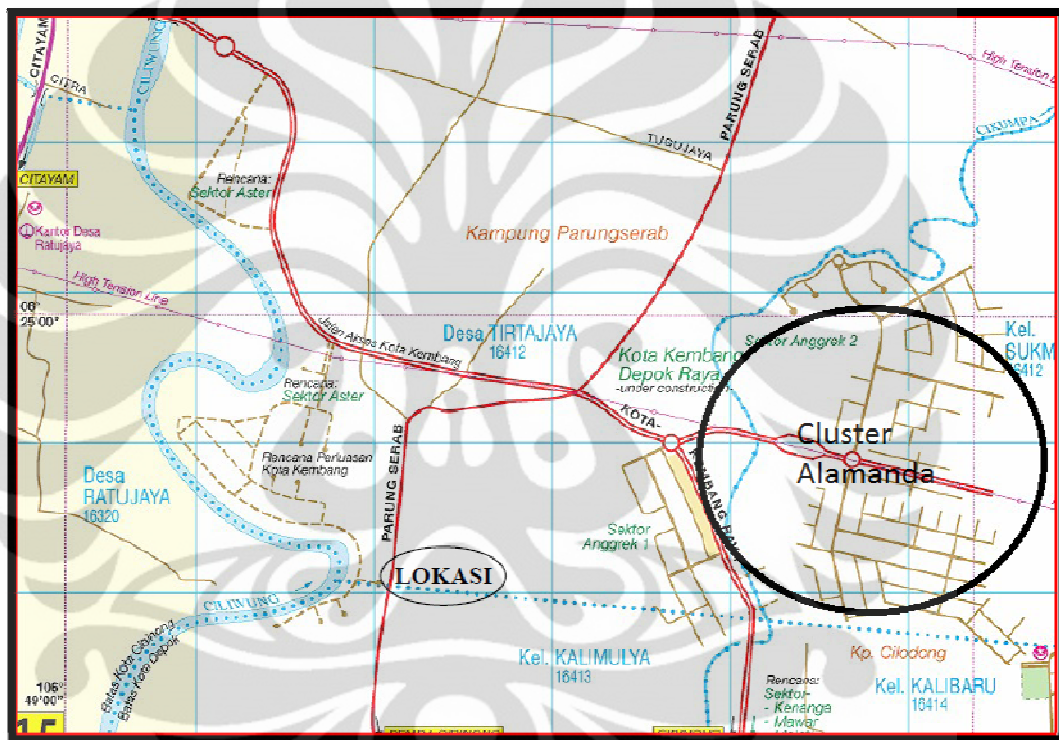
Sumber : PT.Alfa Asia Pasifik Primagraha sebagai kontraktor GDC

Gambar 4.1 *Site Layout Cluster Alamanda*

Dalam hal ini, yang menjadi objek penelitian adalah rumah tinggal tipe 70 dengan luas bangunan 70 m² dan luas tanah 160 m².

4.2. GAMBARAN KONDISI TANAH PERUMAHAN GRAND DEPOK CITY

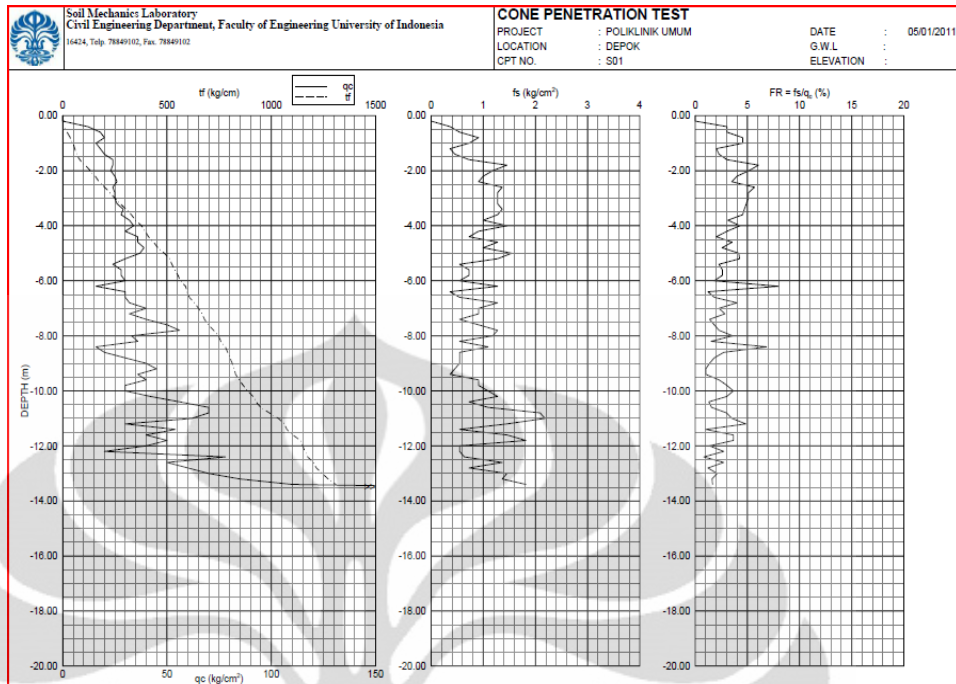
Pada gambar 4.2. merupakan gambar lokasi data tanah Perumahan Grand Depok City yang diambil dari laboratorium mekanika tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia, pada proyek yang berlokasi di Jalan Cilembu Raya Kecamatan Sukmajaya Depok. Data tanah yang kami dapatkan hanya satu dikarenakan keterbatasan hasil tes yang dilakukan di daerah tersebut kurang banyak.



Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Univ. Indonesia

Gambar 4.2 Peta Lokasi Pengambilan Data Tanah Di Grand Depok City

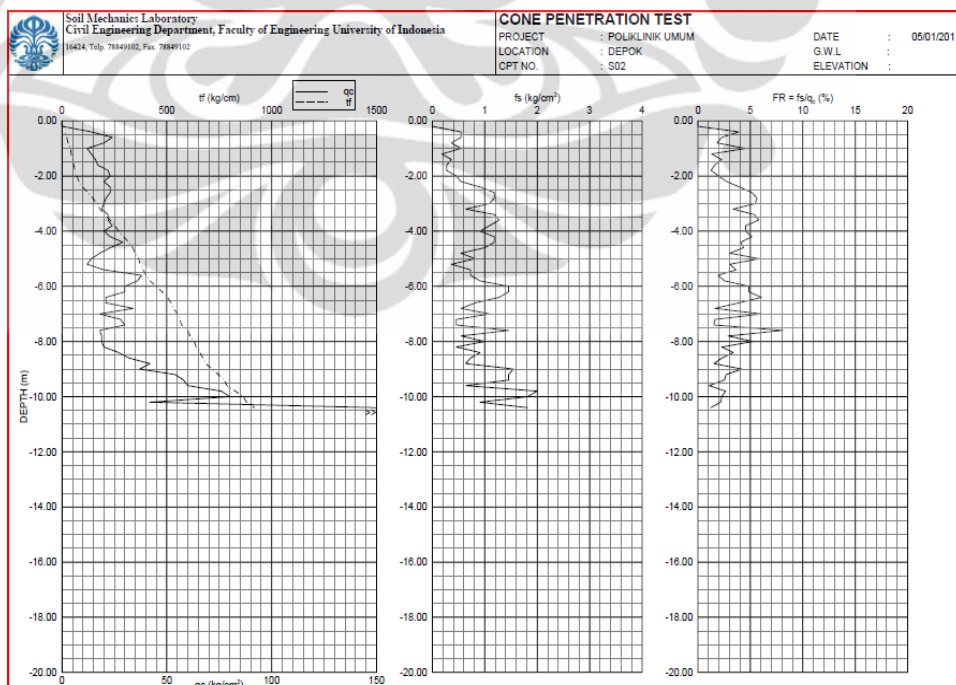
Pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) dilakukan untuk mengetahui kedalaman tanah keras dan kekuatan friksi tanah. Pengujian CPT pada lokasi ini diambil dari 2 titik.



Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Univ. Indonesia

Gambar 4.3 Hasil Pengujian CPT Titik Pertama Di Grand Depok City

Dari gambar 4.3, dapat diketahui bahwa kedalaman tanah keras di titik pertama berada pada kedalaman kurang lebih 13 meter.



Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Univ. Indonesia

Gambar 4.4 Hasil Pengujian CPT Titik Kedua Di Grand Depok City

Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa kedalaman tanah keras di titik kedua berada pada kedalaman kurang lebih 11 meter. Dapat disimpulkan bahwa kedalaman tanah keras di perumahan Grand Depok City berada pada kedalaman kurang lebih 10 meter sampai 15 meter.

Sedangkan pengujian *boring/borelog* bertujuan untuk mengetahui jenis dan material yang terkandung dalam tanah tersebut. Hasil pengujian boring dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil *Boring* di Grand Depok City

Kedalaman (meter)	Jenis Tanah
0 - 5.5	<i>Silty Clay Dark Brown to Red, Medium Stiff, High Plasticity</i>
5.5 - 9.5	<i>Clayey Silt Yellowish Red, Medium Stiff, Medium Plasticity</i>
9.5 - 10.0	<i>Silty Sand Yellowish Black, Dense, Non Plasticity</i>
10.0 - 13.0	<i>Silty Sand Yellowish Black, Dense, Non Plasticity</i>
13.0 - 15.0	<i>Gravelly Sand Yellowish Black, Very Dense, Non Plasticity</i>
15.0 - 18.0	<i>SiltStone Yellowish, Very Hard, Non Plasticity</i>
18.0 - 20.0	<i>Cemented Sand Yellowish Black, Very Dense, Non Plasticity</i>
20.0 - 22.0	<i>Cemented Sand Yellowish Black, Very Dense, Non Plasticity</i>
22.0 - 25.0	<i>Boulder Black, Very Dense, Non Plasticity</i>
25.0 - 27.5	<i>Gravelly Sand Black, Very Dense, Non Plasticity</i>
> 27.5	<i>Boulder Black, Very Dense, Non Plasticity</i>

4.3. GAMBARAN GEMPA, PROBABILITAS, DAN PERCEPATAN TANAH SELAMA 50 TAHUN TERAKHIR

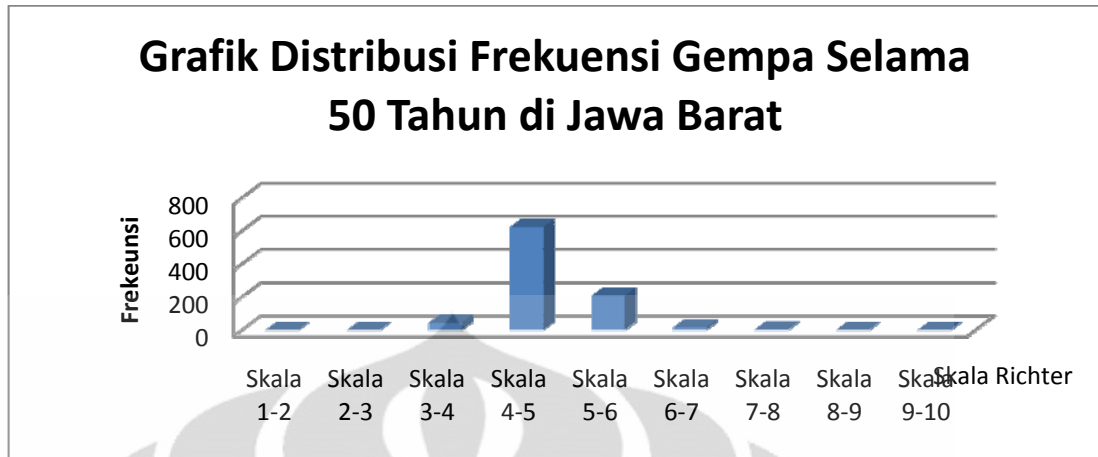
4.3.1. Gambaran Gempa Di Jawa Barat Selama 50 Tahun Terakhir

Berdasarkan hasil survey BMKG Ciputat di Banten, terdapat 891 gempa yang pernah terjadi di daerah Jawa Barat baik gempa yang berskala kecil, menengah maupun yang berskala besar. Data gempa ini diambil dari tahun 1973 sampai tahun 2010.

Berikut adalah data gempa yang terjadi di Jawa Barat selama 50 tahun terakhir.

Tabel 4.2 Gempa yang pernah terjadi selama 50 tahun di Jawa Barat

Skala (SR)	Jumlah
Skala 1-2	0
Skala 2-3	0
Skala 3-4	44
Skala 4-5	623
Skala 5-6	207
Skala 6-7	15
Skala 7-8	2
Skala 8-9	0
Skala 9-10	0
Jumlah	891



Gambar 4.5 Grafik Distribusi Frekuensi Gempa Selama 50 Tahun di Jawa Barat

Dari tabel 4.2 dan gambar 4.5, dapat diketahui bahwa skala 4-5 adalah skala yang paling sering terjadi di Jawa Barat, sedangkan gempa yang besar seperti skala 7-8 jarang terjadi di daerah Jawa Barat. Diasumsikan bahwa gambar grafik tersebut bersifat distribusi normal karena tidak dilakukan pengecekan sebelumnya.

4.3.2. Probabilitas Gempa Selama 50 Tahun Terakhir Di Jawa Barat

Dengan menggunakan data gempa yang di dapat dari BMKG ciputat yang dilampirkan, dapat diolah menjadi grafik probabilitas *magnitude body* dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(4.1)$$

Tabel 4.3. Rata-rata Skala Gempa

	Skala 1-2	Skala 2-3	Skala 3-4	Skala 4-5	Skala 5-6	Skala 6-7	Skala 7-8	Skala 8-9	Skala 9-10	
Rata	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	
Rata * Frek	0	0	154	2803,5	1138,5	97,5	15	0	0	4208,5
Rata-rata	4,72									

Dengan menggunakan persamaan (4.1), didapat rata-rata skala gempa 4,72 SR. Setelah mendapat rata-rata skala gempa, kemudian mencari variansi dan standar deviasi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Variansi} = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Tabel 4.4 Nilai Standar Deviasi

xi-xrat	-3,22	-2,22	-1,22334456	-0,22334456	0,776655443	1,776655443	2,776655443	3,78	4,78	
(Xi-Xrat)^2	10,39	4,94	1,496571904	0,049882791	0,603193678	3,156504564	7,709815451	14,26	22,82	13,01597
(Xi-Xrat)^2 N	0	0	65,84916379	31,07697879	124,8610913	47,34756846	15,4196309	0	0	284,5544
Variance	0,319									
Standar Deviation	0,565									

Dengan menggunakan persamaan (4.2) dan (4.3), maka didapat nilai varians 0,319 dan nilai standar deviasi sebesar 0,565.

Agar menjadi grafik probabilitas maka digunakan persamaan distribusi normal dibawah ini :

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2\right] \dots\dots\dots(4.4)$$

Keterangan :

$f_x(x)$ = probability density function

x = kelompok data

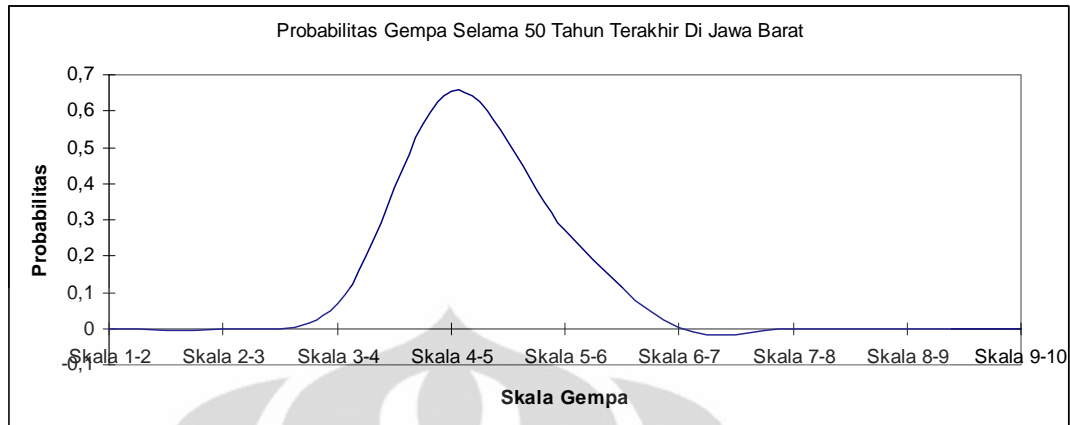
σ = standar deviasi

m = rata-rata

Dengan menggunakan persamaan (4.4), didapat probabilitas gempa seperti pada tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5. Probabilitas Gempa

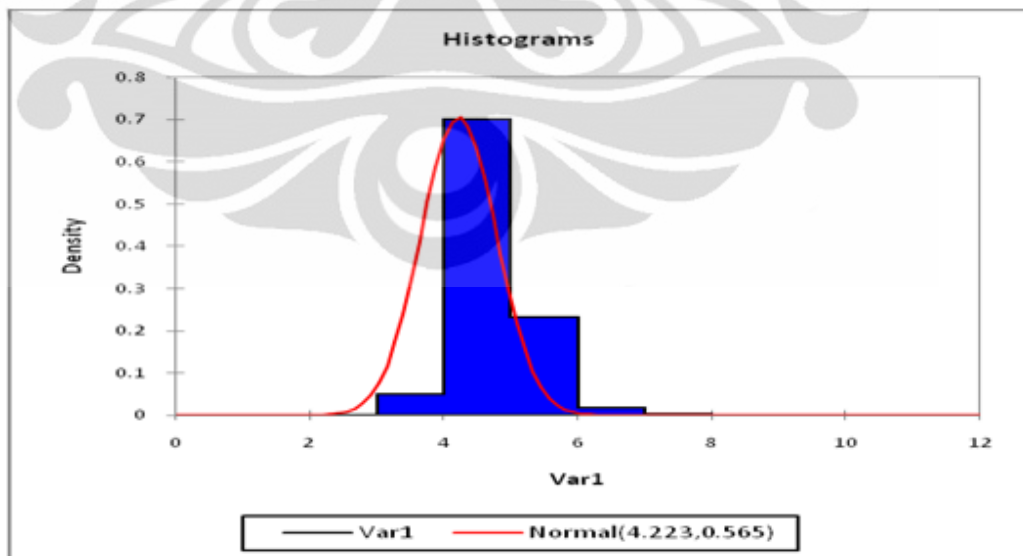
	Skala 1-2	Skala 2-3	Skala 3-4	Skala 4-5	Skala 5-6	Skala 6-7	Skala 7-8	Skala 8-9	Skala 9-10
Probability	0	0	0,06870213	0,65457111	0,27226619	0,00493711	3,92566E-06	0	0



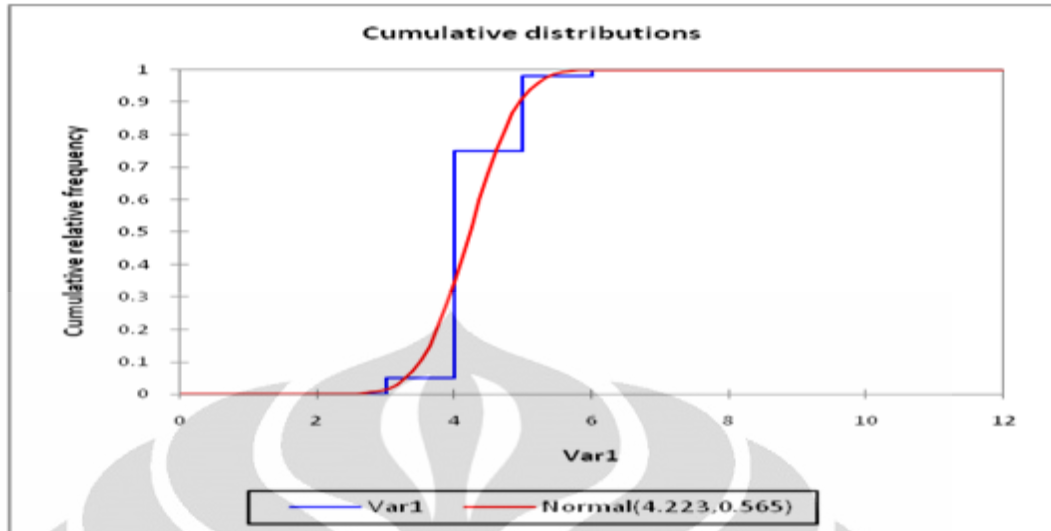
Gambar 4.6 Grafik *Probability Density Function* Skala Richter

Dari gambar grafik 4.6 dapat diketahui bahwa, gempa yang sering terjadi di daerah Jawa Barat selama 50 tahun terakhir ini adalah gempa dengan Skala 4-5 SR dan Skala 5-6 SR dimana probabilitas dari Skala 4-5 SR sebesar 0,654 sedangkan untuk Skala 5-6 SR sebesar 0,27. Pada grafik *probability density function* ini, luasan dibawah kurva harus sama dengan 1.

Selain dengan cara manual, grafik *probability density function* dapat dibuat dengan menggunakan program yang sederhana seperti XLSTAT.



Gambar 4.7 Grafik *Probability Density Function* Skala Richter menggunakan XLSTAT



Gambar 4.8 Grafik *Cumulative Distribution* Skala Richter menggunakan XLSTAT

4.3.3. Percepatan Tanah Selama 50 Tahun Terakhir Di Kota Depok

Dengan mengetahui letak geografis Kota Depok yaitu $6,4^{\circ}$ LS dan $106,81^{\circ}$ BT dan mengetahui letak koordinat gempa di Jawa Barat, maka dapat dicari jarak episenter atau jarak gempa ke Kota Depok dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(b_k - b_g)^2 + (l_k - l_g)^2} \dots\dots\dots(4.5)$$

Keterangan :

b_k = bujur kota

l_k = lintang kota

b_g = bujur gempa

l_g = lintang gempa

Sehingga jarak hiposenter dapat dicari dengan menggunakan rumus Phytagoras :

$$R = \sqrt{(\Delta)^2 + (h)^2} \dots\dots\dots(4.6)$$

Contoh mencari jarak episenter dan hiposenter gempa :

Pada bulan September tahun 1986 tercatat oleh BMKG gempa dengan skala 3,9 SR (Mb) pada kedalaman 33 km di dasar laut. Gempa tersebut memiliki

koordinat $-8,29^\circ$ LU dan $107,22^\circ$ BT, sedangkan Kota Depok terletak pada koordinat $6,4^\circ$ LS dan $106,81^\circ$ BT.

Dengan menggunakan persamaan (4.5), maka jarak episenter :

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(106,81 - 107,22)^2 + (6,4 - 8,29)^2} = 214,67 \text{ km} \quad \text{dari Kota}$$

Depok

Jarak hiposenter dapat dicari dengan menggunakan persamaan Pythagoras yaitu :

$$R = \sqrt{(214,67)^2 + (33)^2} = 217,19 \text{ km}$$

Percepatan tanah dicari dengan menggunakan rumus empiris oleh Mc.Guirre R.K (1963) [15]:

$$\alpha = \frac{472.3 \times 10^{0.278M}}{(R + 25)^{1.301}} \dots\dots\dots(4.7)$$

Dimana :

α = percepatan tanah pada permukaan (gal)

M = magnitudo permukaan (SR)

R = jarak hiposenter (km)

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2}$$

Δ = jarak episenter (km)

h = kedalaman sumber gempa (km)

Sedangkan magnitudo permukaan atau M_s dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$M_b = 2,5 + 0,63M_s$$

$$\text{atau} \dots\dots\dots(4.8)$$

$$M_s = 1,59M_b - 3,97$$

Pada contoh yang sama dapat di cari M_s dengan menggunakan persamaan (4.8) yaitu :

$$M_s = 1,59 \times 3,9 - 3,97 = 2,231 \text{ SR}$$

Sehingga percepatan tanah pada permukaan dapat dicari dengan menggunakan persamaan (4.7)

$$\alpha = \frac{472.3 \times 10^{0.278 \times 2.231}}{(217,19 + 25)^{1.301}} = 1,56 \text{ gals}$$

Dimana :

$$1 \text{ gals} = 1 \text{ cm/s}^2$$

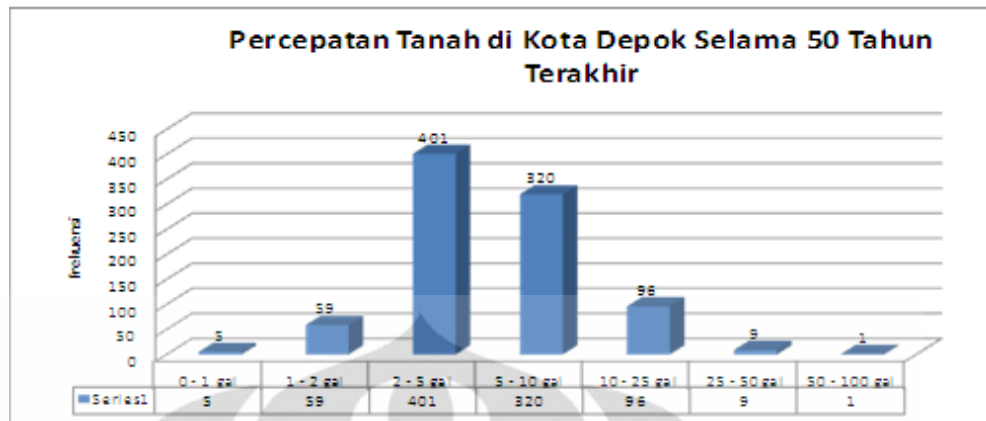
$$1 \text{ g} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{sehingga } 1 \text{ gals} = 0,001 \text{ g}$$

Tabel 4.6 Percepatan Tanah Pada Skala 3 – 4 SR Di Kota Depok Selama 50 Tahun Terakhir

Tahun	Bln	Lg	Bg	Depth	Mb	Ms	Lk	Bk	Episenter (Km)	Hiposenter (Km)	Percepatan (gal)
1986	9	-8,29	107,22	33	3,9	2,231	6,4	106,81	214,67	217,19	1.56
1989	12	-6,22	108,23	286	4	2,39	6,4	106,81	158,88	327,17	1.06
1995	3	-5,72	105,79	166	3,7	1,913	6,4	106,81	136,07	214,64	1.29
1995	4	-7,76	106,21	202	3,9	2,231	6,4	106,81	165,00	260,82	1.26
1995	10	-7,61	107,54	33	3,8	2,072	6,4	106,81	156,86	160,29	1.99
1995	10	-7,41	106,65	67	3,8	2,072	6,4	106,81	113,51	131,81	2.48
1996	1	-7,2	108,24	33	3,9	2,231	6,4	106,81	181,88	184,85	1.88
1996	2	-6,3	107,87	309	3,8	2,072	6,4	106,81	118,18	330,83	0.85
1996	4	-6,47	106,1	161	3,5	1,595	6,4	106,81	79,19	179,42	1.29
1996	5	-6,92	107,68	160	3,8	2,072	6,4	106,81	112,50	195,59	1.59
1996	6	-7,74	107,68	33	3,8	2,072	6,4	106,81	177,34	180,38	1.74
1998	2	-7,92	106,91	33	4	2,39	6,4	106,81	169,08	172,27	2.25
1998	3	-7,89	106,58	33	3,6	1,754	6,4	106,81	167,35	170,57	1.52
1998	6	-5,86	105,63	164	4	2,39	6,4	106,81	144,04	218,28	1.72
1998	9	-5,87	105,63	24	4	2,39	6,4	106,81	143,59	145,58	2.72
1999	12	-7,06	105,35	33	4	2,39	6,4	106,81	177,85	180,89	2.13
2000	3	-7,94	108	33	4	2,39	6,4	106,81	216,03	218,53	1.71

2000	8	-7,29	106,59	33	3,8	2,072	6,4	106,81	101,76	106,98	3.10
2000	10	-6,77	105,62	33	3,7	1,913	6,4	106,81	138,33	142,21	2.06
2003	2	-8,07	107,6	33	4	2,39	6,4	106,81	205,06	207,70	1.82
2003	2	-6,95	107,47	100	4	2,39	6,4	106,81	95,36	138,18	2.88
2003	6	-6,95	106,26	33	4	2,39	6,4	106,81	86,34	92,43	4.42
2004	4	-5,48	106,06	150	3,6	1,754	6,4	106,81	131,75	199,65	1.27
2004	7	-6,15	108,03	306	4	2,39	6,4	106,81	138,23	335,77	1.03
2004	10	-6,09	108,28	367	3,9	2,231	6,4	106,81	166,76	403,11	0.74
2005	1	-5,59	106,03	200	3,9	2,231	6,4	106,81	124,82	235,75	1.42
2005	8	-6,9	106,09	10	4	2,39	6,4	106,81	97,30	97,81	4.17
2006	10	-6,24	105,38	150	4	2,39	6,4	106,81	159,72	219,11	1.71
2007	1	-6,59	106,53	119	3,9	2,231	6,4	106,81	37,56	124,79	2.91
2007	1	-5,43	105,72	100	4	2,39	6,4	106,81	161,96	190,35	2.01
2007	4	-7,8	107,15	10	3,8	2,072	6,4	106,81	159,92	160,23	2.00
2007	8	-5,93	107,38	265	3,9	2,231	6,4	106,81	82,00	277,40	1.17
2007	8	-6,08	107,57	378	3,9	2,231	6,4	106,81	91,53	388,92	0.78
2008	3	-7,42	107,5	35	3,5	1,595	6,4	106,81	136,69	141,10	1.69
2008	5	-7,14	107,14	35	4	2,39	6,4	106,81	89,94	96,51	4.23
2008	5	-5,72	107,73	407	4	2,39	6,4	106,81	126,99	426,35	0.77
2008	6	-7,05	107,83	35	4	2,39	6,4	106,81	134,25	138,74	2.87
2008	7	-7,19	105,98	35	4	2,39	6,4	106,81	127,19	131,92	3.03
2008	9	-6,02	106,32	76	4	2,39	6,4	106,81	68,83	102,53	3.97
2008	11	-7,74	106,51	35	3,9	2,231	6,4	106,81	152,42	156,39	2.27
2009	1	-6,97	105,22	35	3,9	2,231	6,4	106,81	187,49	190,73	1.81
2010	2	-7,96	108,18	89	3,9	2,231	6,4	106,81	230,46	247,04	1.34
2010	4	-8,24	106,83	35	3,6	1,754	6,4	106,81	204,25	207,23	1.21
2010	7	-8,11	106,98	35	3,9	2,231	6,4	106,81	190,75	193,93	1.78



Gambar 4.9 Grafik Percepatan Tanah Di Kota Depok Selama 50 Tahun Terakhir

4.3.4. Perbandingan Skala MMI Dengan Percepatan Tanah

Untuk dapat membayangkan seberapa besar dampak akibat percepatan tanah tersebut dengan kerusakan terhadap bangunan rumah tinggal, maka dibuat perbandingan antara skala MMI (*Modified Mercally Intensity*) dengan percepatan tanah seperti dibawah ini (C.F. Richter, 1958) [20]:

Tabel 4.7 Tabel Perbandingan Skala MMI dan Percepatan Tanah

<i>INTENSITY</i>	<i>EFFECTS</i>	<i>PGA (GALS)</i>
I	<i>No Felt. Marginal and long-period effects of large earthquakes</i>	Less than 1
II	<i>Felt by persons at rest, on upper floors or favourably placed</i>	1 - 2 gals
III	<i>Felt indoors, hanging object swinging. Vibration like passing of a light truck Duration Estimated, may not be recognized as an earthquake</i>	2 - 5 gals
IV	<i>Hanging objects swing, Vibration like passing of heavy trucks: or sensation of a jolt like a heavy ball striking the walls. Standing motor cars rock. Car alarms activated. Windows, dishes, doors rattle. Glasses clink, crockery clashes. In the upper range of IV wooden walls and frames creak</i>	5 - 10 gals

V	<p><i>Felt outdoors, direction estimated. Sleepers wakened. Liquids disturbed some spilled. Small unstable objects displaced or upset. Doors swing close open. Shutters, pictures move, pendulum clocks stop, start, change rate</i></p>	10 - 25 gals
VI	<p><i>Felt by all: many frightened and run outdoors. Person walk unsteadily Windows, dishes, glassware broken. Knickknacks, books, etc, off shelves. Pictures off walls. Furniture move or overturned. Weak plaster and masonry D cracked. Small church and school bells ring. Trees, bushes shaken (visibly or heard to rustle)</i></p>	25 - 50 gals
VII	<p><i>Difficult to stand. Noticed by car drivers. Hanging objects quiver. Furniture broken. Damage to masonry D including cracks. Weak chimneys broken at roof line. Fall of plaster, loose bricks, stones tiles cornices unbraced parapets and architectural ornaments. Some cracks in masonry C. Waves on ponds: water turned turbid with mud. Small slides and caving in along sand or gravel banks. Large bells ring. Concrete culverts damaged</i></p>	50 - 100 gals
VIII	<p><i>Steering of motor cars affected. Damage to masonry C: partial collapse Some damage to masonry B, none to masonry A. Fall of stucco and some masonry walls. Twisting, fall of chimneys, factory stacks, monuments towers, elevated tanks. Frame houses move on foundation if not bolted down; loose panel walls thrown out. Decayed piling broken off. Branches broken from trees. Changes in flow or temperature of springs and wells. Cracks in wet ground and steep slopes.</i></p>	100 - 250 gals

IX	<i>General panic. Masonry D destroyed; masonry C heavily damaged sometimes with complete collapse; Masonry B seriously damaged. General damage to foundation. Frame structures shifted off foundation if not bolted down. Serious damage to reservoir. Underground pipes broken. Conspicuous cracks on ground. Sand boils, earthquake fountains, and sand craters</i>	250 - 500 gals
X	<i>Most masonry and frame structures destroyed with their foundation. Some well-built wooden structures and bridges destroyed. Serious damage to dams dikes, embankments. Large landslides. Water thrown on bank canals, rivers, lakes, etc. Sand shifted horizontally on beaches and flat land. Rails bent slightly</i>	500 - 1000 gals
XI	<i>Rails bent greatly. Underground pipelines completely out of service</i>	**
XII	<i>Damage nearly total. Large rock masses displaced. Lines of sight and level distorted. Objects thrown into the air</i>	**

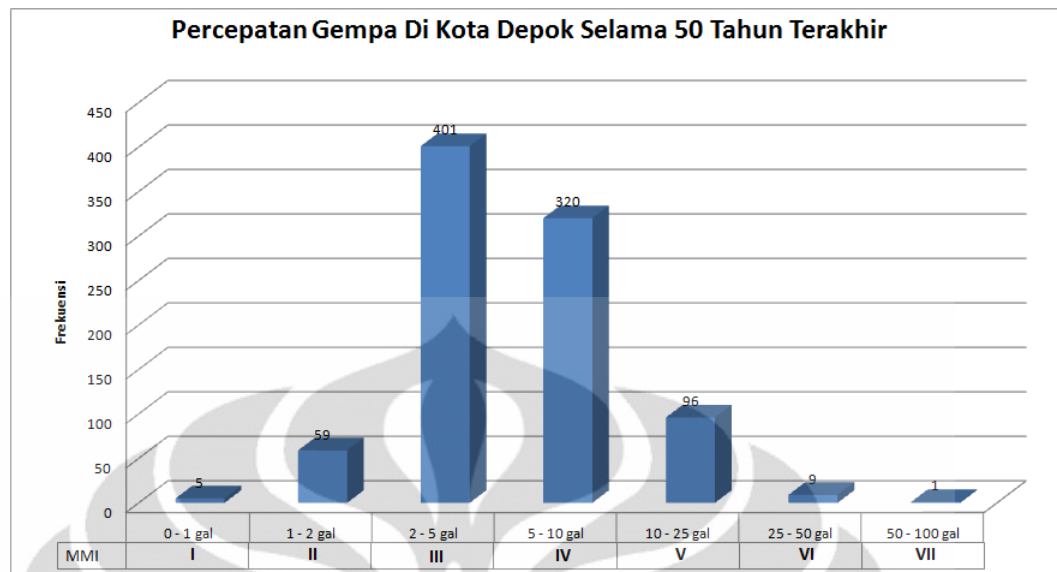
Jika dilihat dari grafik probabilitas gempa dan tabel 4.7. Dapat disimpulkan bahwa gempa yang sering terjadi berkisar pada skala MMI I, II, III, IV dan V.

Keterangan :

Masonry A : Good workmanship, mortar and design: reinforced especially laterally and bound together using steel, concrete, etc. Designed to resist lateral forces.

Masonry B : Good workmanship and mortar. Reinforced but not designed in detail; to resist horizontal forces.

Masonry C : Weak material such as adobe; poor mortar; low standards of workmanship; weak horizontally.



Gambar 4.10 Grafik Frekuensi Gempa Berdasarkan Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir Di Jawa Barat

4.3.5. Probabilitas Gempa Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir Di Jawa Barat

Setelah mendapatkan besarnya frekuensi gempa berdasarkan Skala MMI, maka untuk mendapatkan grafik probabilitasnya dengan menggunakan cara yang sama pada persamaan (4.1) didapat *mean* sebesar :

Tabel 4.8 Rata-rata Skala Gempa

MMI	1	2	3	4	5	6	7	Jumlah
Jumlah	5	59	401	320	96	9	1	891
MMI	1	2	3	4	5	6	7	
Rata	1	2	3	4	5	6	7	
Rata * Frek	5	118	1203	1280	480	54	7	3147
Rata-rata	3.53							

Pada tabel 4.8. dengan menggunakan persamaan (4.1), didapat rata-rata skala gempa yaitu 3,53 SR. Setelah mendapat rata-rata skala gempa MMI, kemudian mencari variansi dan standar deviasi dengan menggunakan persamaan (4.2) dan (4.3) :

Tabel 4.9. Nilai Variansi dan Standar Deviasi

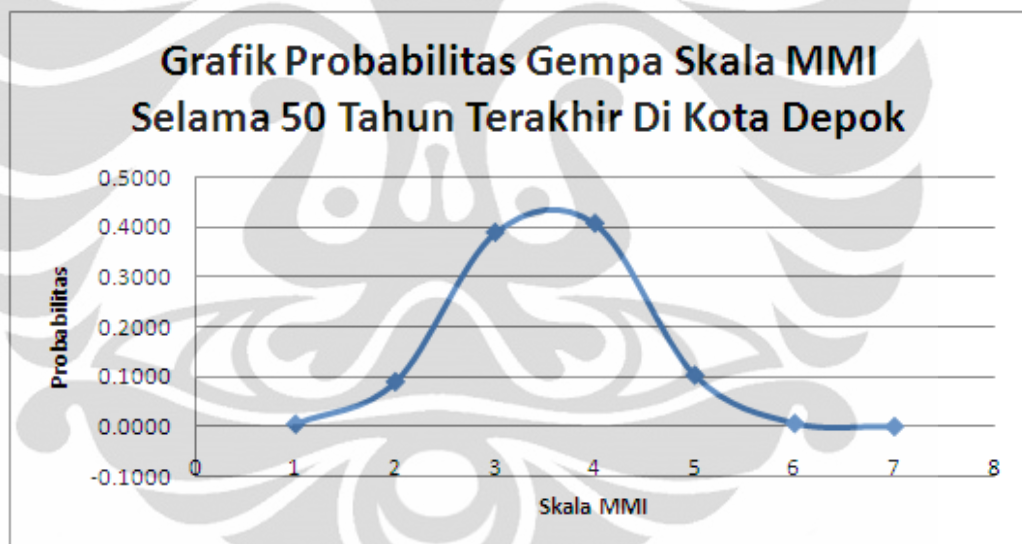
xi-xrat	-2.53	-1.53	-0.53	0.47	1.47	2.47	3.47	
(Xi-Xrat)^2	6.41	2.35	0.28	0.22	2.16	6.09	12.03	
(Xi-Xrat)^2 N	32.0548	138.472	113.4869	70.091714	206.8861001	54.8198143	12.02711741	627.838
Variance	0.705							
Standar Deviation	0.839							

Sehingga didapat nilai variansi sebesar 0,705 dan nilai standar deviasi sebesar 0,839.

Untuk diubah menjadi grafik probabilitas digunakan persamaan (4.4), didapat probabilitas gempa seperti pada tabel 4.10 dibawah ini :

Tabel 4.10 Probabilitas Gempa MMI

MMI	1	2	3	4	5	6	7
Probability	0.0050	0.0899	0.3889	0.4069	0.1030	0.0063	0.0001



Gambar 4.11 Grafik *Probability Density Function* Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir di Kota Depok

Dari grafik probabilitas diatas, diketahui bahwa probabilitas gempa yang paling sering terjadi pada MMI 3 dengan probabilitas 0,3889 dan MMI 4 dengan probabilitas 0,4069.

4.4. PROBABILITAS KERUSAKAN BANGUNAN OLEH *EXPERTS*

Definisi metode *experts judgement* secara garis besar adalah suatu metode yang menggunakan pendapat dari para pakar, dalam hal ini adalah 6 pakar struktur bangunan untuk memberikan pendapat tentang kemungkinan kerusakan

bangunan rumah tinggal akibat gempa yang mungkin terjadi selama 50 tahun yang akan datang sesuai dengan data-data gempa, data struktur bangunan dan data tanah di Perumahan Grand Depok City yang tersedia dengan mengisi kuisioner berupa grafik. Keenam pakar struktur ini berinisial M, YL, SA, TI, ET dan JI yang merupakan Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Untuk mempermudah *expert* dalam memberikan pendapatnya, maka kerusakan bangunan terbagi atas beberapa kategori. Berikut adalah definisi dari kategori kerusakan yang diberikan kepada *expert* [31]:

1. Kerusakan Ringan Non-Struktur (*Slight Damage* 0,5%)

Ciri-cirinya adalah :

- Adanya retak halus (lebar celah lebih kecil dari 0.075 cm) pada plesteran
- Serpihan plesteran berjatuhan
- Kerusakan hanya mencakup luasan yang terbatas
- Perbaikan dapat dilakukan secara arsitektur tanpa mengosongkan bangunan

2. Kerusakan Ringan Struktur (*Light Damage* 5%)

Ciri-cirinya adalah :

- Adanya retak kecil (lebar celah antara 0.075 cm hingga 0,6 cm) pada dinding
- Plesteran berjatuhan
- Kerusakan mencakup luasan yang besar
- Terjadi kerusakan bagian-bagian nonstruktur seperti lisplang dan talang
- Kemampuan struktur utama untuk memikul beban tidak banyak berkurang
- Masih layak huni
- Perbaikan dapat dilakukan secara arsitektur tanpa mengosongkan bangunan.

3. Kerusakan Struktur Tingkat Sedang (*Moderate Damage* 20%)

Ciri-cirinya adalah :

- Adanya retak besar (lebar celah lebih besar dari 0,6 cm)

- Retakan menyebar luas di banyak tempat termasuk kolom dan balok
- Kemampuan struktur untuk memikul beban sudah berkurang sebagian
- Masih layak huni
- Perbaikan dilakukan secara arsitektur dan perkuatan bagian struktur untuk menahan beban, bangunan perlu dikosongkan dan dihuni kembali setelah proses perbaikan selesai.

4. Kerusakan Struktur Tingkat Berat (*Heavy Damage* 45%)

Ciri-cirinya adalah :

- Dinding pemikul beban terbelah dan runtuh
- Bangunan terpisah akibat kegagalan unsur-unsur pengikat
- Sekitar 50% struktur utama mengalami kerusakan
- Sudah tidak layak huni
- Pada keadaan ini bangunan harus di rubuhkan dan diperbaiki secara menyeluruh.

5. Kerusakan Total (*Major Damage* 80%)

Ciri-cirinya adalah :

- Bangunan roboh seluruhnya (>65%)
- Sebagian besar komponen utama struktur rusak
- Tidak layak huni
- Bangunan ini harus dirubuhkan. Lokasi dibersihkan dari puing-puing bangunan dan selanjutnya dibangun bangunan baru

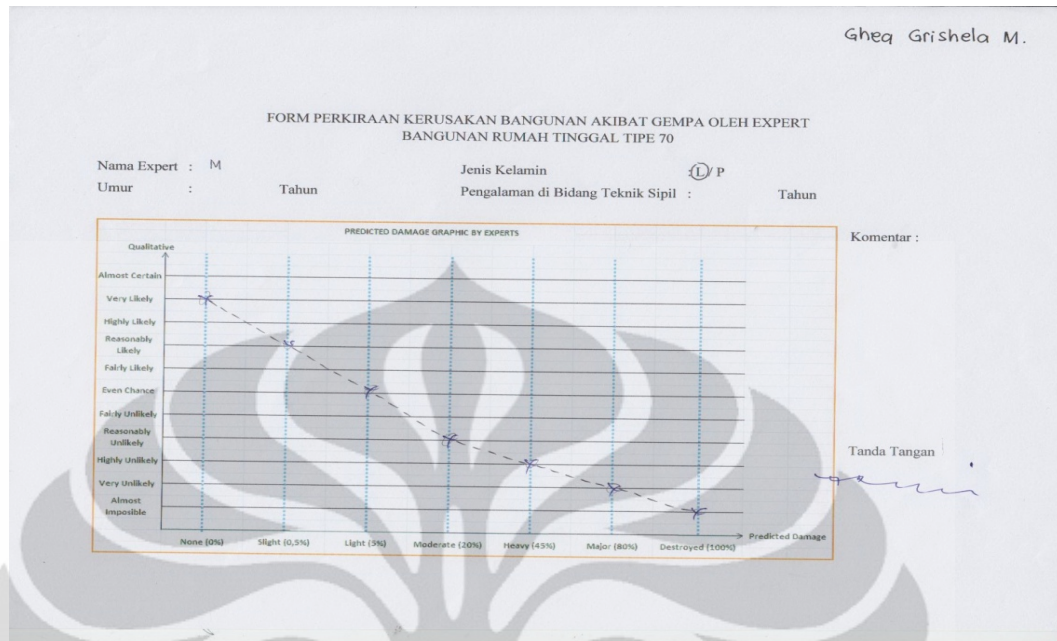
6. Bangunan Rusak Seluruhnya (*Destroyed* 100%)

Ciri-cirinya adalah :

- Bangunan roboh seluruhnya (100%)
- Tidak bisa di huni
- Seluruh komponen utama struktur rusak
- Pada keadaan ini harus dilakukan pembersihan puing-puing bangunan dan dibangun bangunan yang baru.

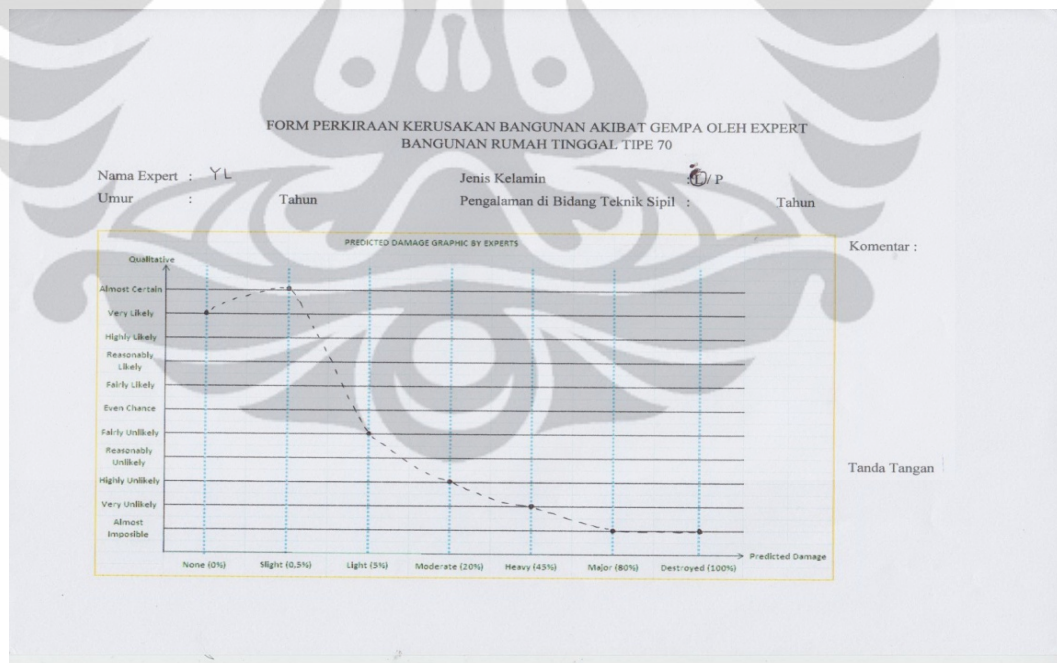
Berikut adalah grafik perkiraan kerusakan akibat gempa oleh *experts* untuk tipe rumah tinggal 70 :

Expert M



Gambar 4.12 Grafik *Predicted Damage* oleh *Expert M*

Expert Y.L



Gambar 4.13 Grafik *Predicted Damage* oleh *Expert Y.L*

Dari grafik hasil *experts* diatas, dapat dibuat besarnya nilai di setiap kategori kerusakan, untuk batas bawah diperoleh dari penambahan 2 kategori nilai yaitu *impossible* dan *certain* mengingat *almost impossible* yang berarti bahwa nilainya hampir mendekati 0 dan *almost certain* yang nilainya hampir mendekati 100. Nilai-nilai tersebut dianggap sebagai frekuensi untuk membuat grafik *Probability Density Function*.

$$\text{Frekuensi (Almost Impossible)} = \frac{100}{13} = 7,69$$

Sedangkan untuk interval menggunakan 11 kategori penilaian (tanpa *impossible* dan *certain*)

$$\text{Interval} = \frac{100}{11} = 9,1$$

Tabel 4.11 Besaran Frekuensi Untuk Setiap Kategori

<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Highly Likely</i>	80.49
<i>Reasonably Likely</i>	71.39
<i>Fairly Likely</i>	62.29
<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Almost Impossible</i>	7.69

Mengacu pada tabel 4.11, dibuatlah besaran frekuensi yang diperoleh dari grafik perkiraan kerusakan oleh masing-masing *expert*.

EXPERT M

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Likely</i>	71.39
<i>Light (5%)</i>	<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Major (80%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

EXPERT YL

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

EXPERT SA

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Light (5%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

EXPERT TI

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Likely</i>	71.39
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Major (80%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

EXPERT ET

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Likely</i>	62.29
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

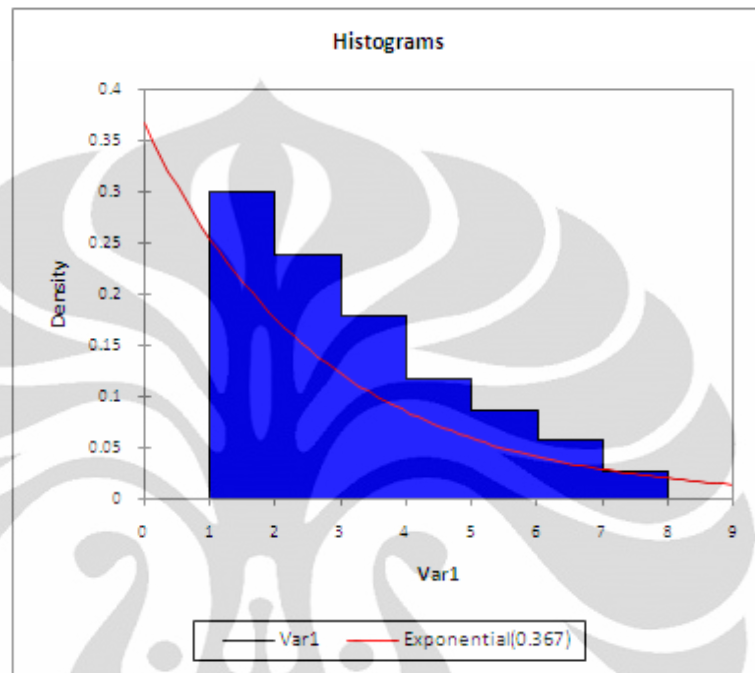
EXPERT JI

<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Light (5%)</i>	<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

Dalam membuat kurva fungsi kerapatan probabilitas, ada berbagai macam kurva distribusi yang bisa dibuat contohnya distribusi normal, kurva beta, kurva exponential, gamma, erlang, weibull, log-normal dan sebagainya. Penetapan kurva yang diambil dari *software XLSAT* adalah kurva tersebut harus mengikuti distribusi awal dan memiliki nilai *P value* tinggi dimana *P value* chi-square sebesar 0,5 yang artinya bahwa kurva tersebut sangat fit serta nilai % H_0 yang

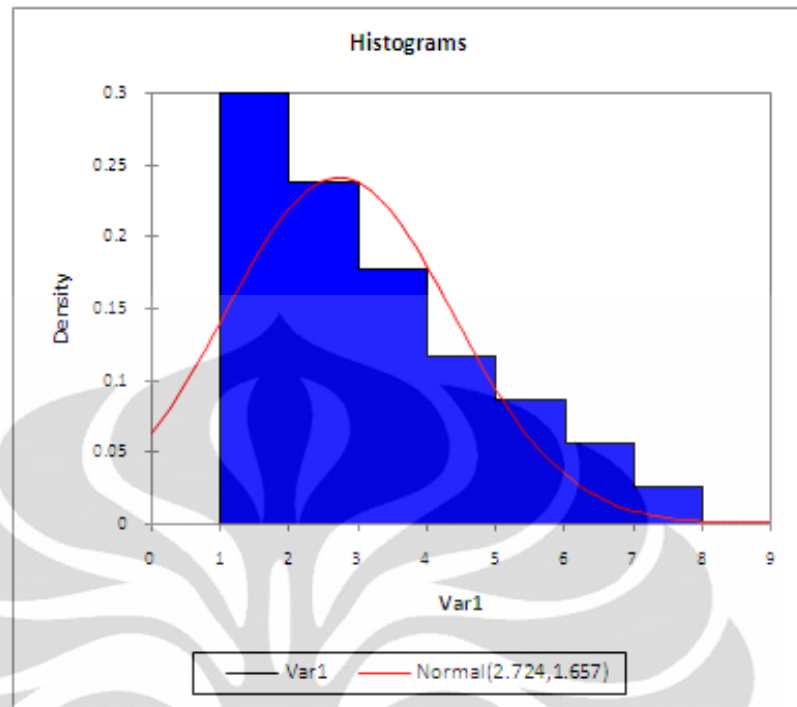
tinggi. Jika semakin tinggi % H_0 maka sampel tersebut mengikuti distribusi kurva yang dipilih.

Berikut adalah contoh *goodness-fit test* dengan menggunakan kurva exponential dan kurva distribusi normal untuk *expert M*.



Gambar 4.18 Grafik *Probability Density Function Exponential* oleh *Expert M*

Dari kurva exponential pada gambar 4.18, dapat dilihat bahwa kurva ini sangat tidak mengikuti distribusinya serta memiliki nilai *P value* dan % H_0 yang rendah yaitu sebesar < 0.0001 dan 0.01% .



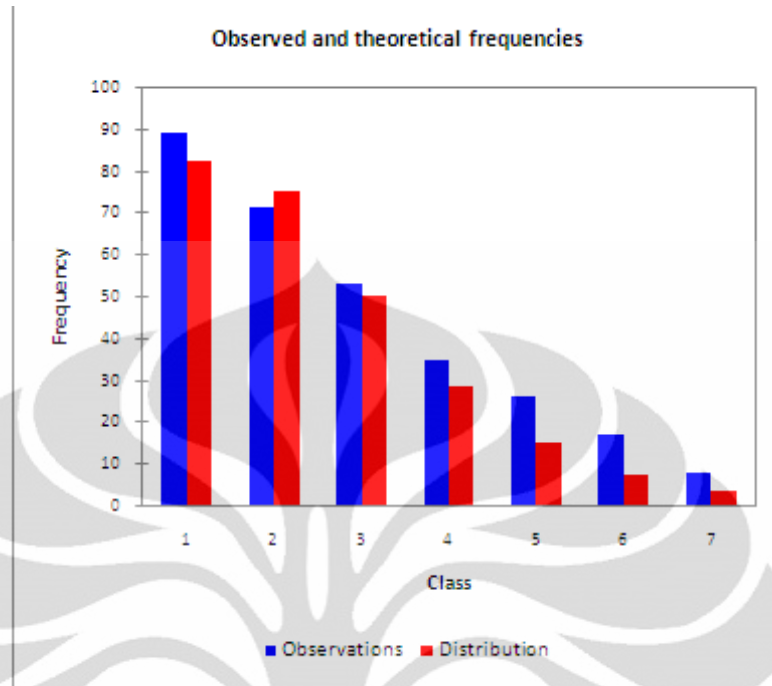
Gambar 4.19 Grafik *Probability Density Function* Distribusi Normal oleh *Expert M*

Dari kurva distribusi normal pada gambar 4.19, dapat dilihat bahwa kurva tersebut tidak cocok untuk dijadikan sebagai kurva probabilitas karena bentuk kurva ini tidak menyerupai distribusi awalnya serta memiliki *P value* dan nilai $\%H_0$ yang kecil yaitu < 0.0001 dan 0.01% .

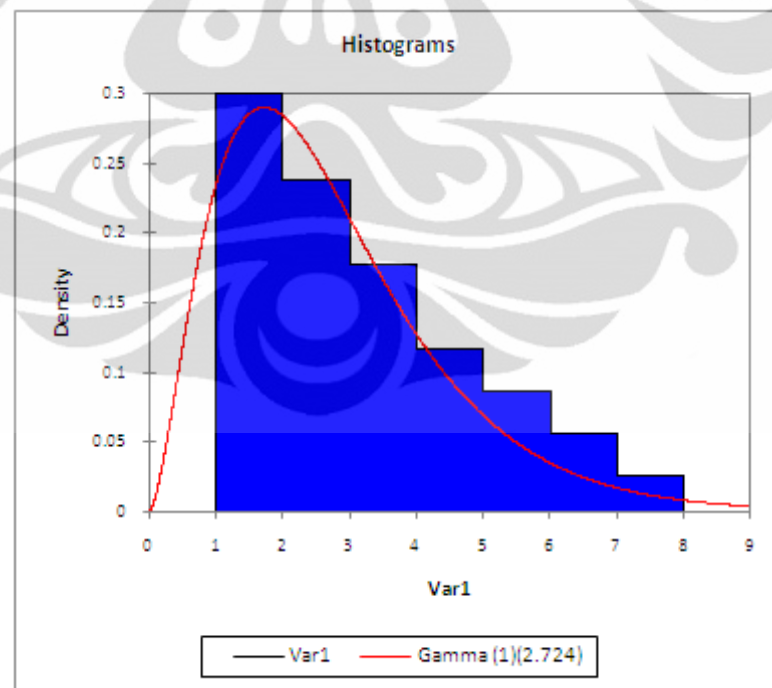
Dengan melihat bentuk kedua kurva pada gambar 4.18 dan gambar 4.19 tidak cocok untuk dijadikan sebagai kurva probabilitas, maka setelah dilakukan percobaan, kurva yang cocok menyerupai distribusi awalnya serta memiliki nilai *P value* dan $\%H_0$ yang paling tinggi diantara kurva lainnya yaitu kurva distribusi gamma (1) sebesar 0.138 dan 13.8% . Sehingga dapat disimpulkan bahwa kurva yang paling cocok untuk *expert M* dan *expert* lain adalah kurva distribusi gamma (1) sedangkan untuk kurva gabungan juga digunakan kurva gamma (1) karena memiliki nilai *P value* dan $\%H_0$ yang tinggi. Untuk dapat lebih jelasnya besaran-besaran *P value* dan $\%H_0$ dapat dilihat pada lampiran.

Berikut adalah kurva distribusi gamma (1) untuk semua *expert* yang diperoleh dengan menggunakan *software XLSTAT*.

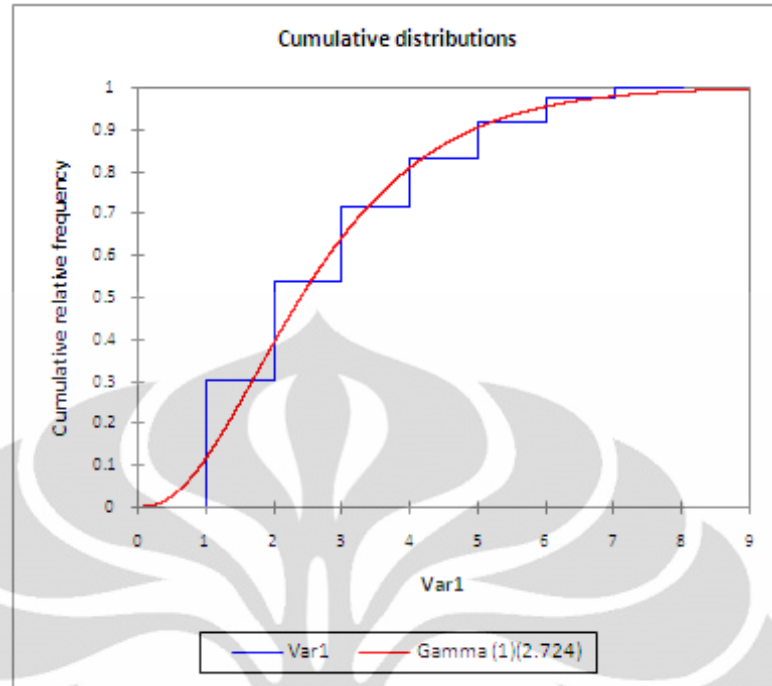
Expert M



Gambar 4.20 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert M*



Gambar 4.21 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert M*

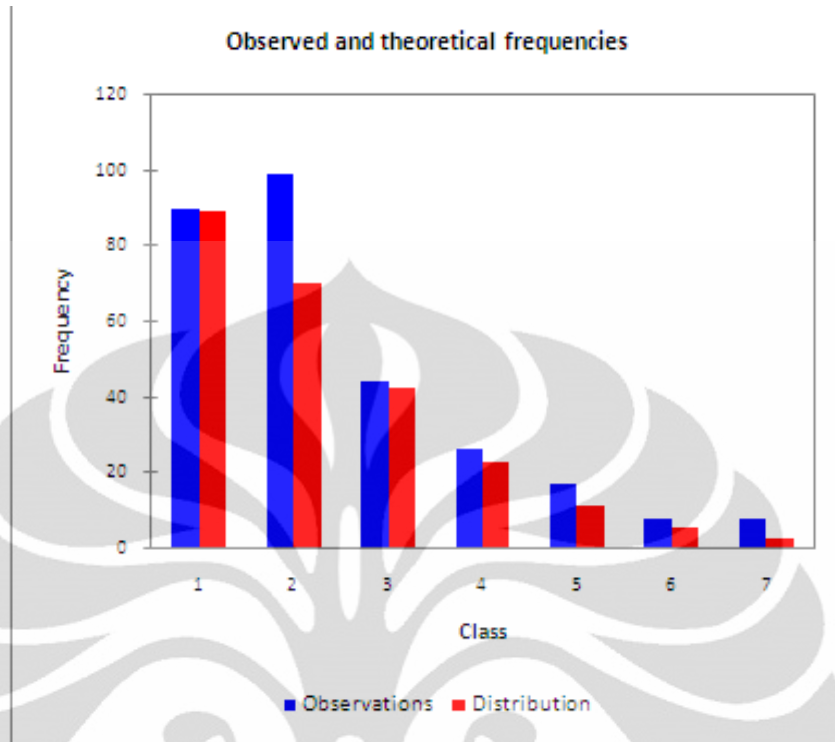


Gambar 4.22 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert M*

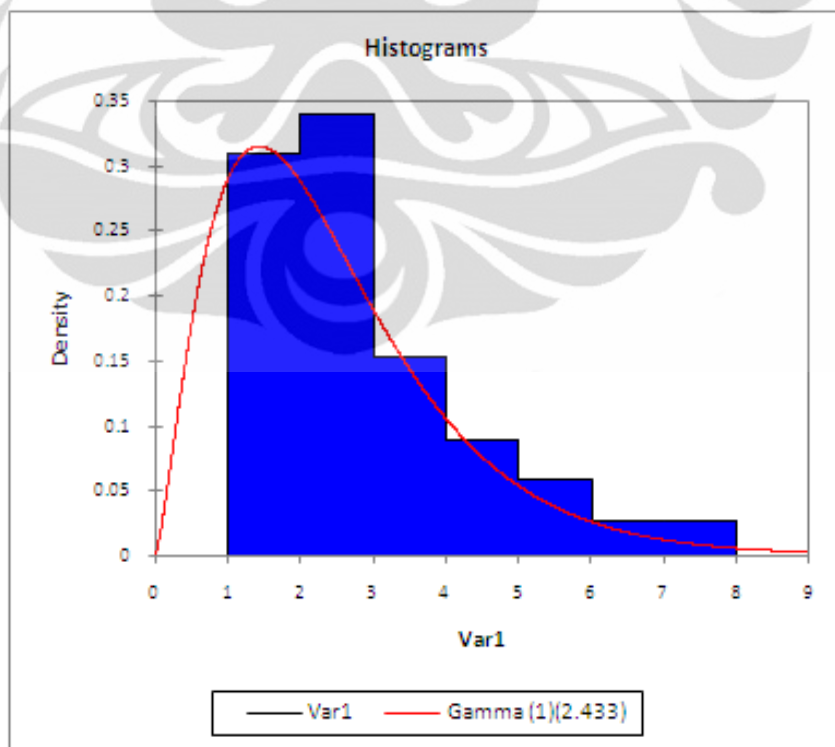
Tabel 4.12 Nilai Kerapatan oleh *Expert M*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency(%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Very Likely</i>	89.59	0.299
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	71.39	0.238
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Even Chance</i>	53.19	0.178
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.117
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.086
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.056
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026
Jumlah				1.000

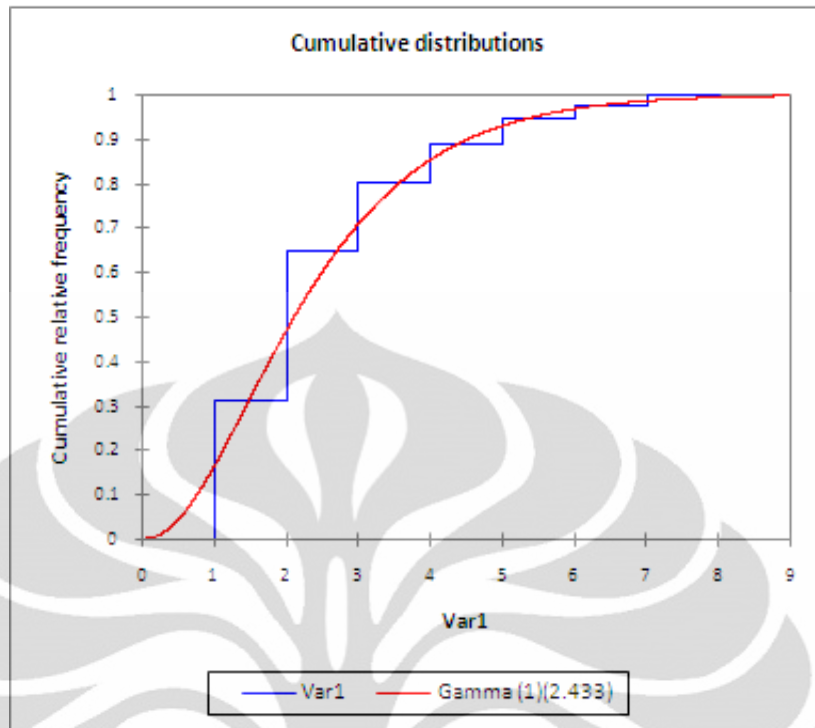
Expert Y.L



Gambar 4.23 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert Y.L*

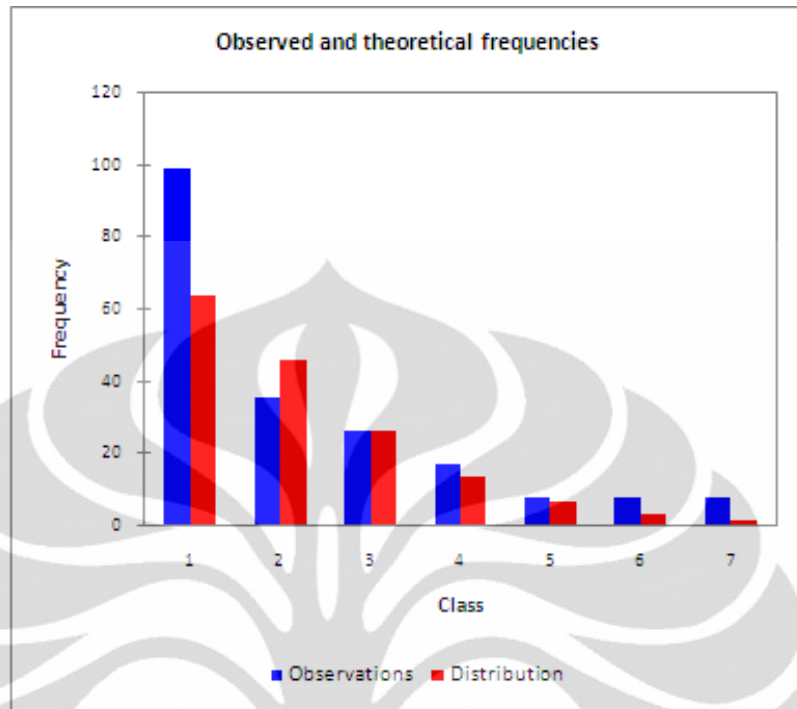


Gambar 4.24 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert Y.L*

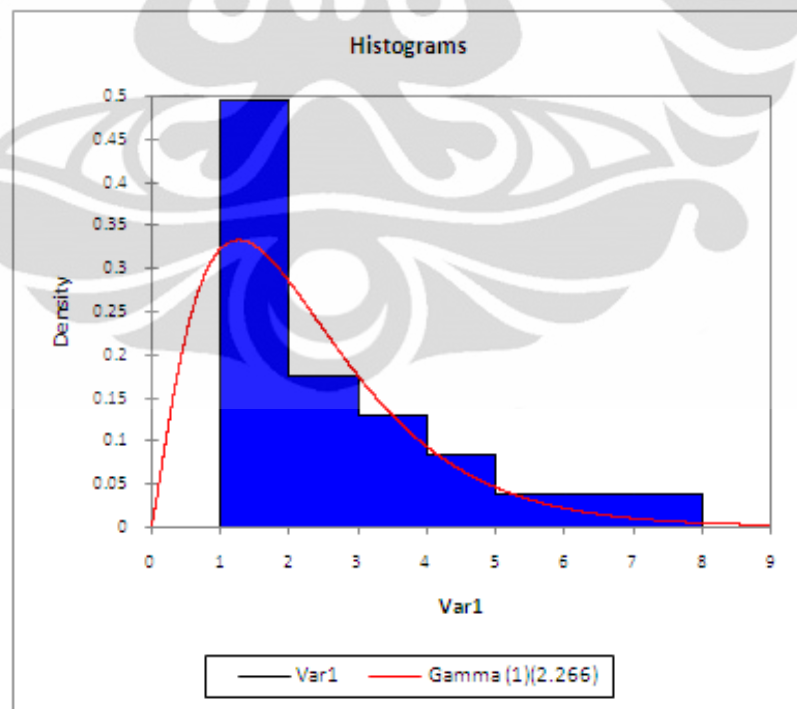
Gambar 4.25 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert Y.L*Tabel 4.13 Nilai Kerapatan oleh *Expert Y.L*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Very Likely</i>	89.59	0.308
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.340
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.152
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.089
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.058
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026
Jumlah				1.000

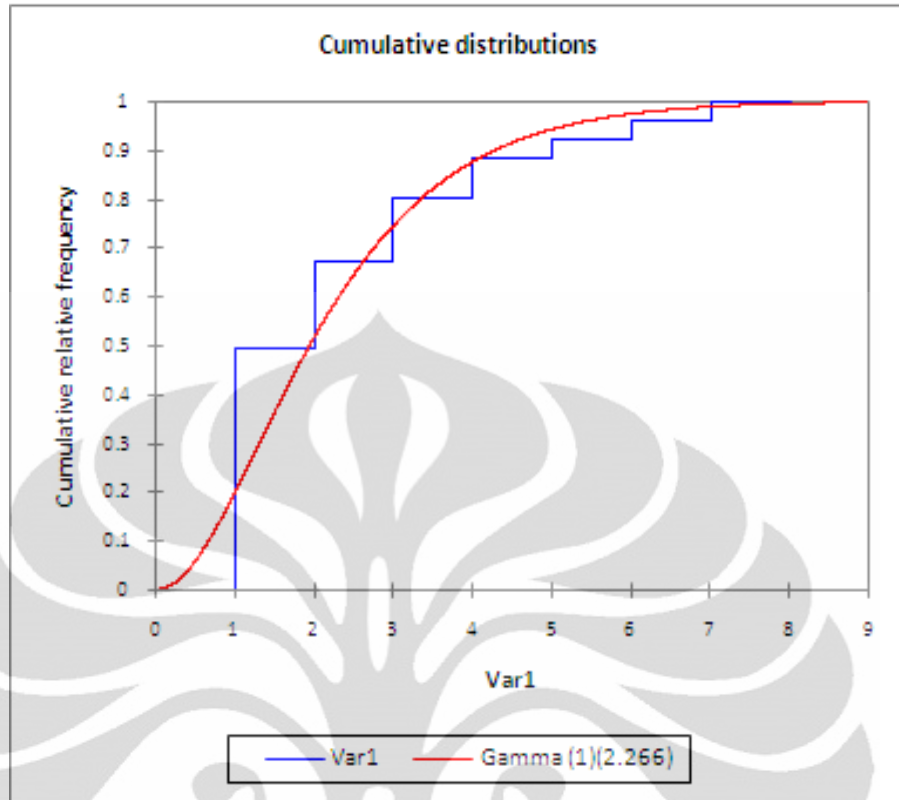
Expert S.A



Gambar 4.26 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert S.A*



Gambar 4.27 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert S.A*

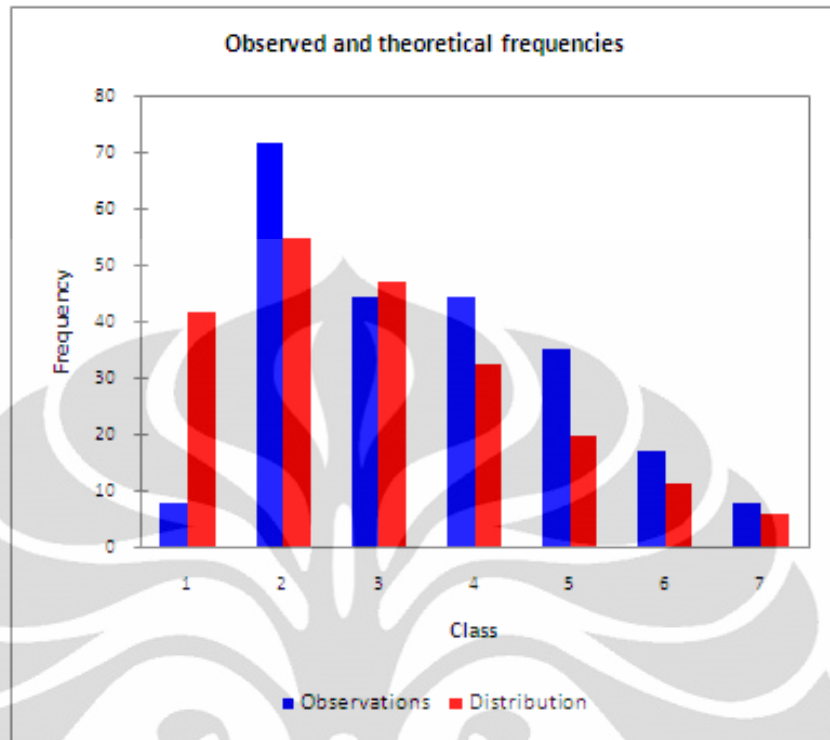


Gambar 4.28 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert S.A*

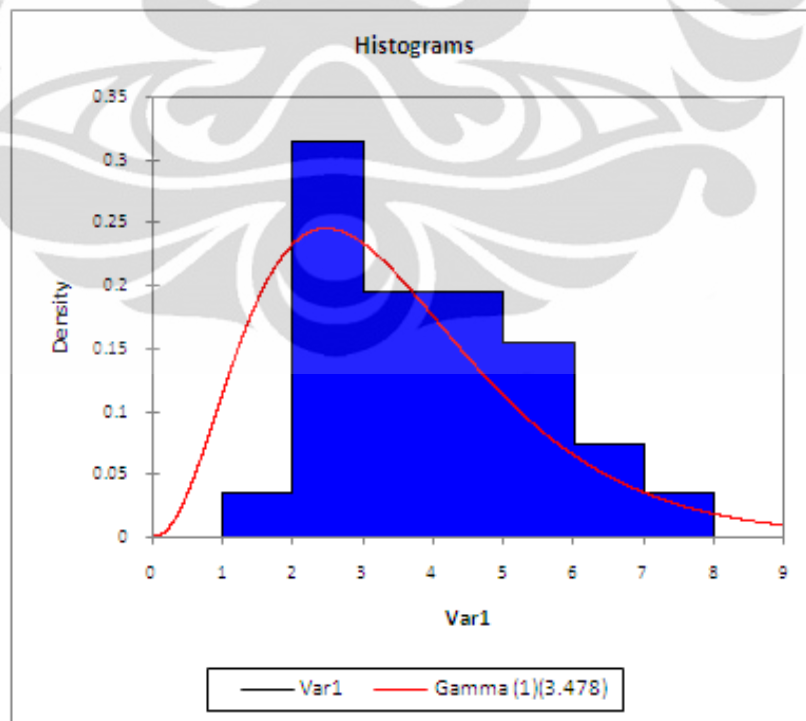
Tabel 4.14 Nilai Kerapatan oleh *Expert S.A*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency(%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.495
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.175
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.130
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.084
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039
Jumlah				1.000

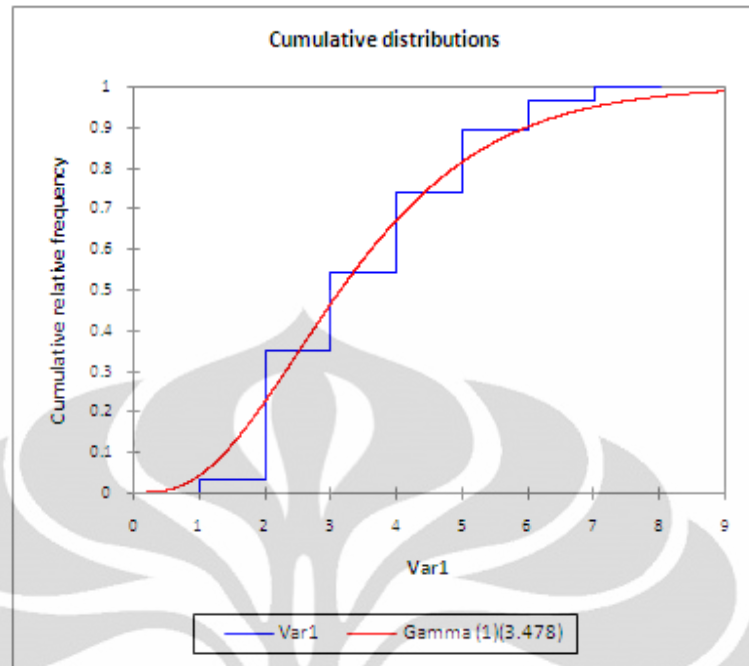
Expert T.I



Gambar 4.29 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert T.I*



Gambar 4.30 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert T.I*

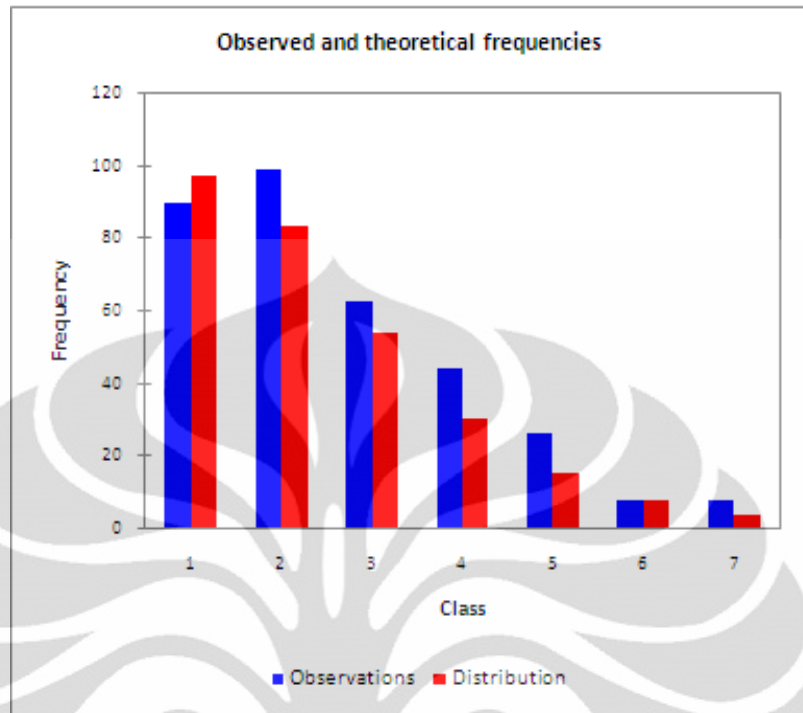


Gambar 4.31 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert T.I*

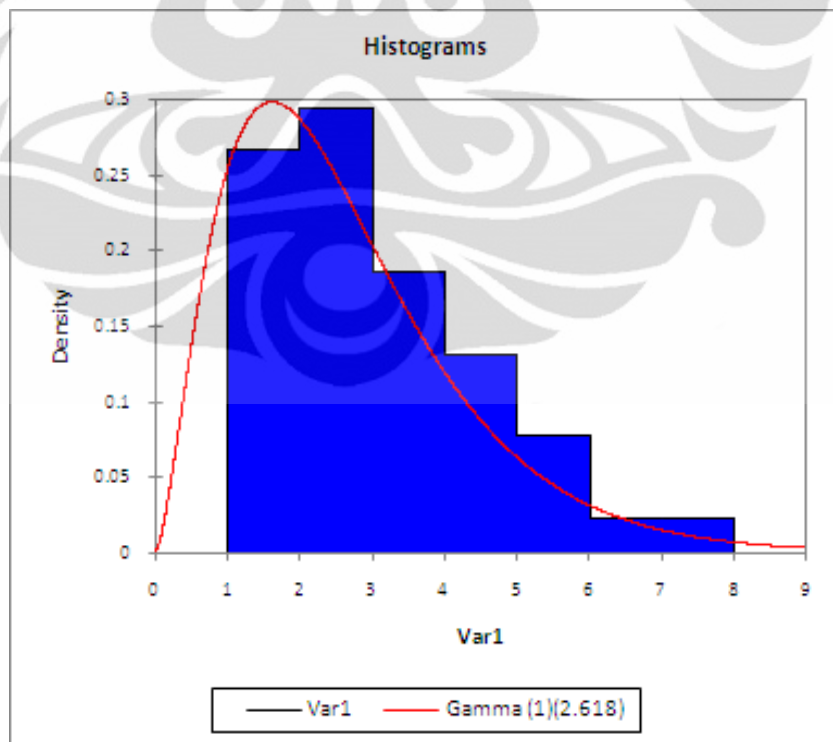
Tabel 4.15 Nilai Kerapatan oleh *Expert T.I*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency(%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.034
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	71.39	0.315
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.194
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.194
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.154
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.074
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.034
Jumlah				1.000

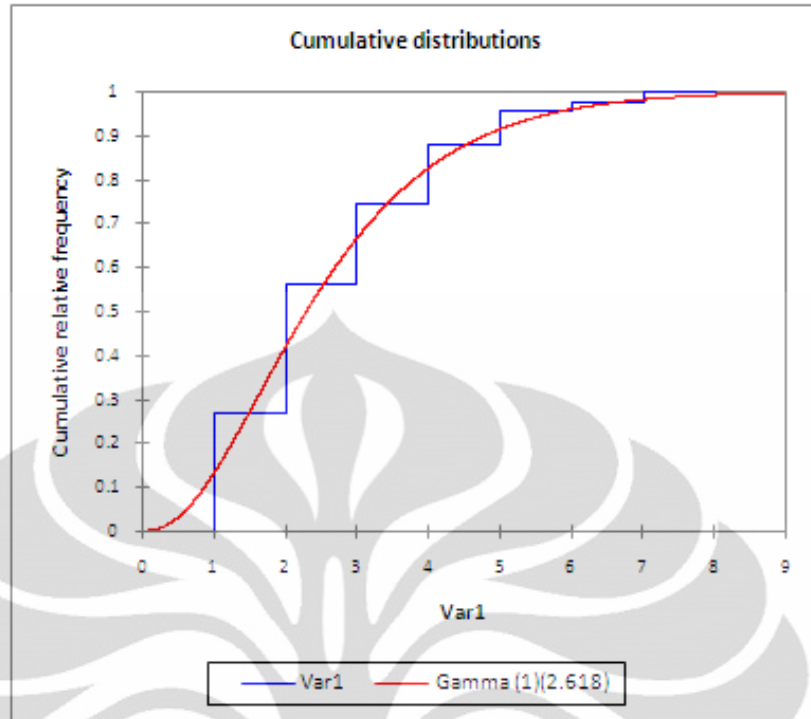
Expert E.T



Gambar 4.32 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert E.T*



Gambar 4.33 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert E.T*

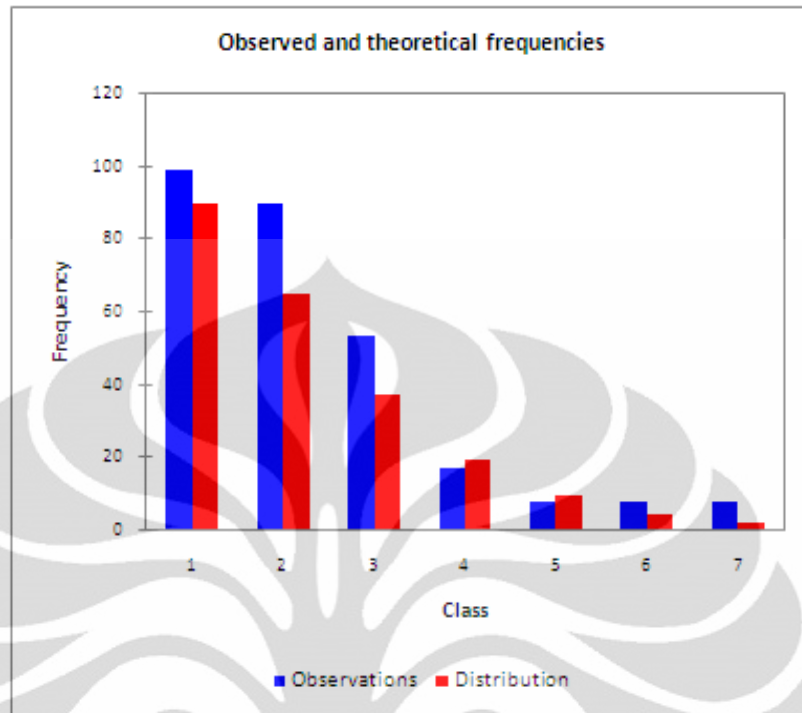


Gambar 4.34 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert E.T*

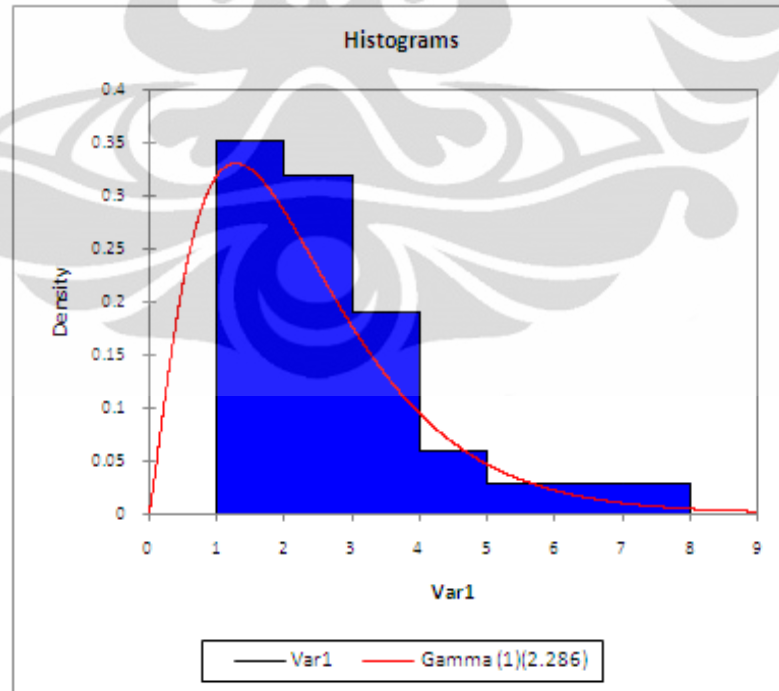
Tabel 4.16 Nilai Kerapatan oleh *Expert E.T*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency(%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Very Likely</i>	89.59	0.267
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.294
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Likely</i>	62.29	0.185
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.131
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.077
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.023
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.023
Jumlah				1.000

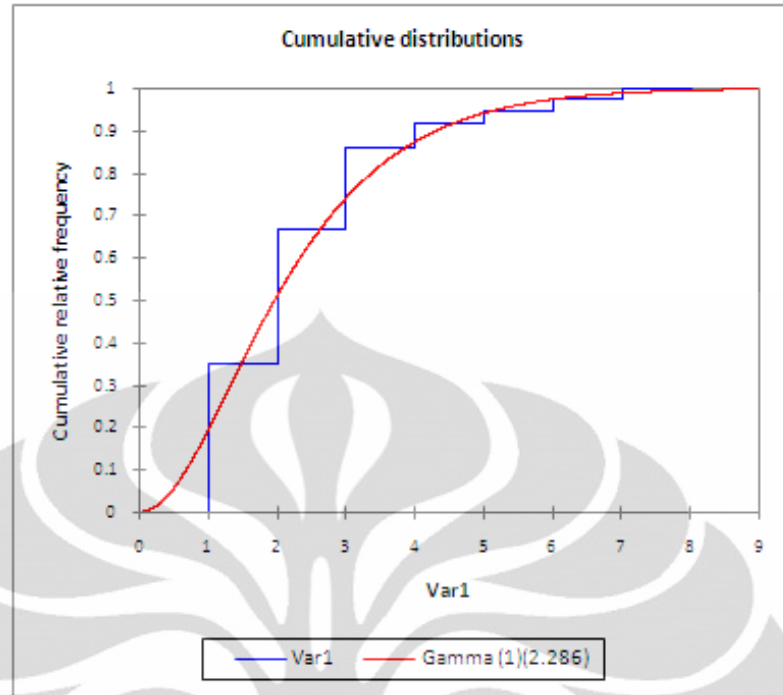
Expert J.I



Gambar 4.35 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert J.I*



Gambar 4.36 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert J.I*



Gambar 4.37 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert J.I*

Tabel 4.17 Nilai Kerapatan oleh *Expert J.I*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency(%)</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.351
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Very Likely</i>	89.59	0.318
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Even Chance</i>	53.19	0.189
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.060
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.027
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.027
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.027
Jumlah				1.000

Setelah mendapatkan besaran nilai distribusi kerapatan dari semua *experts*, kemudian melakukan pembobotan terhadap hasil dari *experts* tersebut mengingat bahwa setiap *experts* memiliki perbedaan pengalaman di bidang struktur bangunan tahan gempa. Bobot setiap *experts* ini diperoleh dari tabel kriteria *experts* pada lampiran.

Berikut adalah besarnya nilai bobot untuk setiap *experts* yang didapat berdasarkan kriteria *experts* tersebut.

Tabel 4.18. Nilai Bobot Untuk Setiap *Expert*

<i>Experts</i>	Pembobotan (%)
YL	46.08
SA	8.29
JI	22.95
ET	5.22
M	2.68
TI	14.78
	100

Tabel 4.19 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert M*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	Bobot Density
<i>None (0%)</i>	1	<i>Very Likely</i>	89.59	0.299	0.0080
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	71.39	0.238	0.0064
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Even Chance</i>	53.19	0.178	0.0048
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.117	0.0031
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.086	0.0023
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.056	0.0015
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026	0.0007
Total				1.000	

Tabel 4.20 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert Y.L*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	Bobot Density
<i>None (0%)</i>	1	<i>Very Likely</i>	89.59	0.308	0.1421
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.340	0.1566
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.152	0.0700
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.089	0.0411
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.058	0.0266
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026	0.0122
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.026	0.0122
Total				1.000	

Tabel 4.21 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert S.A*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	<i>Bobot Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Certain</i>	98.69	0.495	0.0410
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.175	0.0145
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Highly Unlikely</i>	25.89	0.130	0.0108
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.084	0.0070
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039	0.0032
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039	0.0032
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.039	0.0032
Total				1.000	

Tabel 4.22 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert T.I*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	<i>Bobot Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.034	0.0050
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	71.39	0.315	0.0465
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.194	0.0287
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.194	0.0287
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99	0.154	0.0228
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	16.79	0.074	0.0109
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.034	0.0050
Total				1.000	

Tabel 4.23 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert E.T*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	<i>Bobot Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Impossible</i>	89.59	0.267	0.0139
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	98.69	0.294	0.0153
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	62.29	0.185	0.0097
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09	0.131	0.0069
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Reasonably Unlikely</i>	25.89	0.077	0.0040
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	7.69	0.023	0.0012
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.023	0.0012
Total				1.000	

Tabel 4.24 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert J.I*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Frequency (%)</i>	<i>Density</i>	<i>Bobot Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	<i>Almost Impossible</i>	98.69	0.351	0.0805
<i>Slight (0,5%)</i>	2	<i>Reasonably Likely</i>	89.59	0.318	0.0731
<i>Light (5%)</i>	3	<i>Fairly Unlikely</i>	53.19	0.189	0.0434
<i>Moderate (20%)</i>	4	<i>Fairly Unlikely</i>	16.79	0.060	0.0137
<i>Heavy (45%)</i>	5	<i>Reasonably Unlikely</i>	7.69	0.027	0.0063
<i>Major (80%)</i>	6	<i>Very Unlikely</i>	7.69	0.027	0.0063
<i>Destroyed (100%)</i>	7	<i>Almost Impossible</i>	7.69	0.027	0.0063
Total				1.000	

Setelah melakukan pembobotan nilai *density* dari masing-masing *experts*, selanjutnya adalah menggabungkan semua kurva *Probability Density Function*. Penggabungan kurva dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai *density* yang telah dibobot dari masing-masing *expert* tersebut untuk kemudian dimasukkan ke software XLSTAT sehingga menghasilkan nilai probabilitas gabungan serta kurva *Probability Density Function* gabungan.

Berikut adalah parameter dan kurva *Probability Density Function* dari gabungan *expert* yang diperoleh dengan menggunakan software XLSTAT.

Estimated Parameters

<i>Parameter</i>	<i>Value</i>
K	2.557

Statistics estimated on the input data and computed using the estimated parameters of the Gamma (1) distribution:

<i>Statistic</i>	<i>Data</i>	<i>Parameters</i>
<i>Mean</i>	2.557	2.557
<i>Variance</i>	2.440	2.557
<i>Skewness (Pearson)</i>	1.065	1.251
<i>Kurtosis (Pearson)</i>	0.459	2.346

Chi-square *test*:

Chi-square (<i>Observed value</i>)	8.349
Chi-square (<i>Critical value</i>)	11.070
DF	5
<i>p-value</i>	0.138
Alpha	0.05

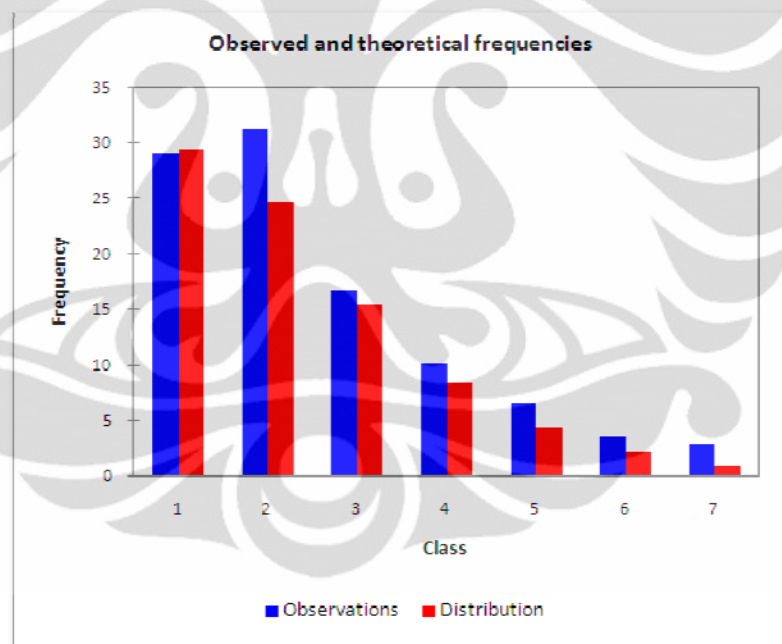
Test interpretation:

H_0 : *The sample follows a Gamma (1) distribution*

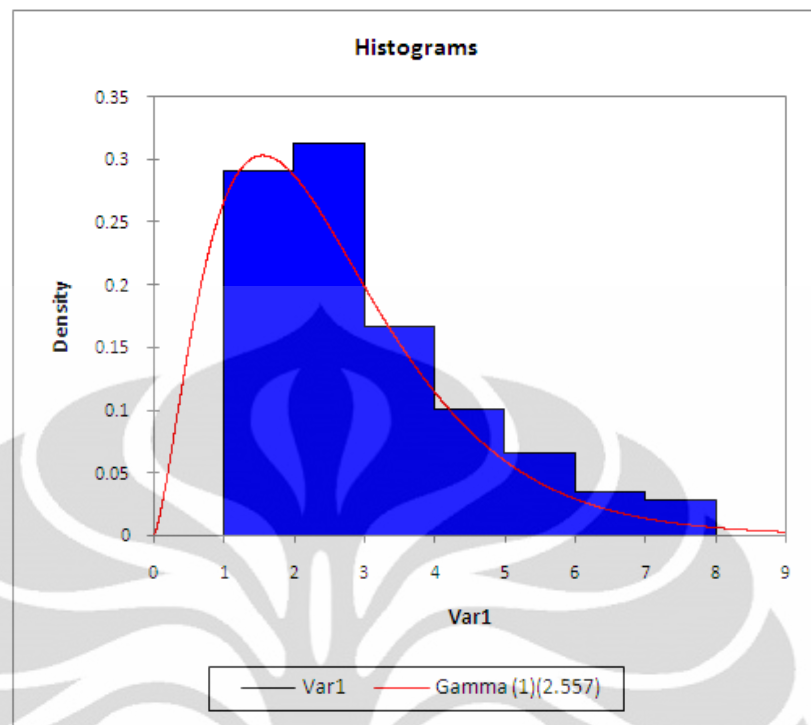
H_a : *The sample does not follow a Gamma (1) distribution*

As the computed p-value is greater than the significance level $\alpha=0.05$, one cannot reject the null hypothesis H_0 .

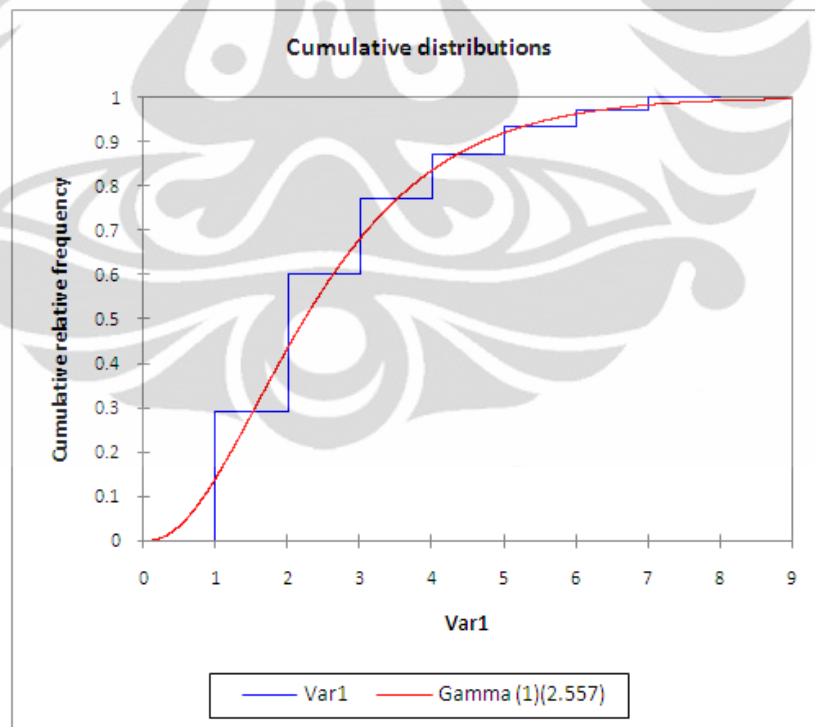
The risk to reject the null hypothesis H_0 while it is true is 13.8 %.



Gambar 4.38 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi Gabungan



Gambar 4.39 Grafik *Probability Density Function* Gabungan



Gambar 4.40 Grafik *Cumulative Distribution* Gabungan

Tabel 4.25 Nilai Gabungan *Probability Density Function*

<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Density</i>
<i>None (0%)</i>	1	0.291
<i>Slight (0,5%)</i>	2	0.312
<i>Light (5%)</i>	3	0.167
<i>Moderate (20%)</i>	4	0.100
<i>Heavy (45%)</i>	5	0.065
<i>Major (80%)</i>	6	0.035
<i>Destroyed (100%)</i>	7	0.029

Dengan melihat tabel 4.25, diperkirakan bahwa besarnya kemungkinan kerusakan none (0%) yaitu sebesar 0,291, kerusakan slight (0,5%) sebesar 0,312, kerusakan light (5) sebesar 0,167, kerusakan moderate (20%) sebesar 0,100, kerusakan heavy (45%) sebesar 0,065, kerusakan major (80%) sebesar 0,035 dan kerusakan total (100%) yaitu sebesar 0,029.

4.5. RISIKO BIAYA KERUSAKAN BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Untuk menghitung perkiraan risiko biaya kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 70 diperlukan harga bangunan tersebut yang diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya untuk harga tahun 2011.

Berikut adalah contoh rekapitulasi untuk rumah tinggal tipe 70 di *Cluster Alamanda* :

Tabel 4.26 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Rumah Tipe 70 Tahun 2011

No.	URAIAN PEKERJAAN	Jumlah Harga	Keterangan
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	1,698,000	
B	PEKERJAAN TANAH	1,959,987	
C	PEKERJAAN PONDASI	13,631,963	Pondasi Batu Kali
D	PEKERJAAN BETON BERTULANG	30,347,444.75	Beton Bertulang K-225
E	PEKERJAAN DINDING	33,368,021	Bata Merah Diplester

F	PEKERJAAN KUSEN & ACESSORIES	16,866,500	Kayu Meranti/Setara ; Pintu Panel
G	PEKERJAAN ATAP	21,659,959	Konstruksi Baja Ringan
H	PEKERJAAN PLAFOND	9,104,790	Ceiling Gypsum & GRC, Rangka Easyframe
I	PEKERJAAN LANTAI	6,017,914	Lantai Keramik 40 x 40 Roman/Setara
J	PEKERJAAN CAT	8,594,866	Mowilex / Setara
K	PEKERJAAN ELEKTRIKAL	4,996,900	Broco ; 1300 watt
M	PEKERJAAN MEKANIKAL & SANITER	8,593,775	Closet Duduk Toto / Setara
N	PEKERJAAN LAINNYA	3,197,885	Sumur Bor
	TOTAL	160,038,005	
	HARGA PER M2 BANGUNAN	2,286,257	
	PEMBULATAN	2,280,000	

Sehingga perkiraan harga bangunan rumah tinggal tipe 70 per meter persegi yaitu sebesar Rp.2.280.000. Dengan mengetahui harga bangunan per meter persegi, dapat dihitung harga bangunan rumah tinggal tipe 70 untuk tahun 2011 yaitu:

$$\text{Rp.}2.280.000 \times 70 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 159.600.000,00$$

Dengan mengacu harga bangunan diatas maka dapat diperkirakan risiko besarnya biaya kerusakan bangunan tiap rumah tipe 70 akibat gempa sebesar harga bangunan dikali dengan % kerusakan untuk tahun 2011 adalah sebagai berikut:

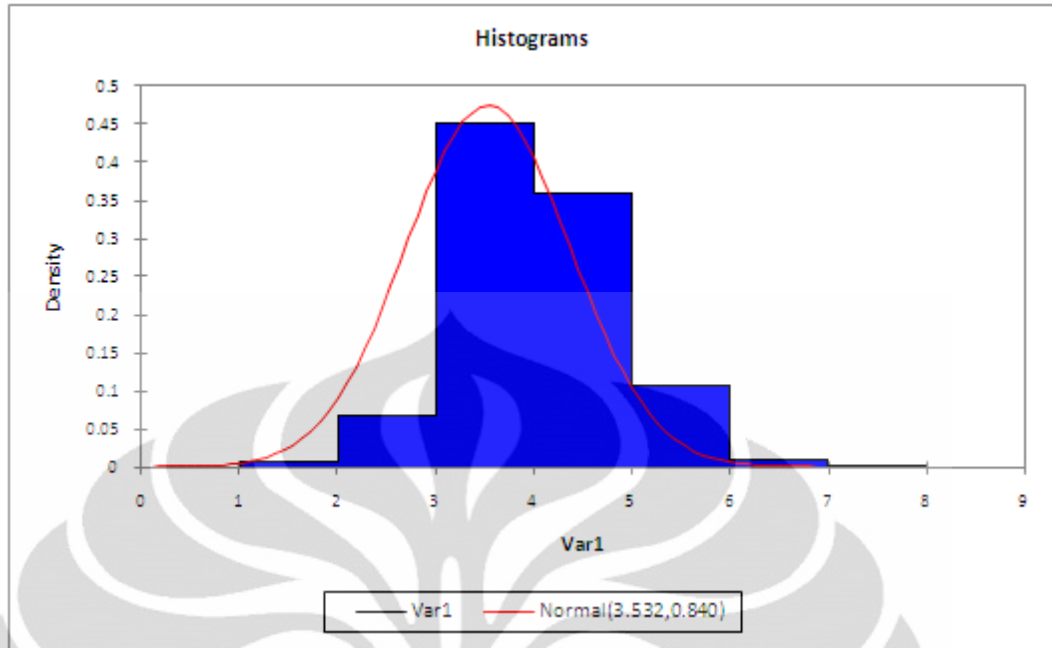
Tabel 4.27 Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tipe 70 dan Probabilitasnya
Untuk Harga Tahun 2011

<i>Predicted Damage</i>	Harga Perkiraan Kerusakan (Rp)	<i>Probability</i>
<i>None (0%)</i>	0	0.291
<i>Slight (0,5%)</i>	798,000.00	0.312
<i>Light (5%)</i>	7,980,000.00	0.167
<i>Moderate (20%)</i>	31,920,000.00	0.100
<i>Heavy (45%)</i>	71,820,000.00	0.065
<i>Major (80%)</i>	127,680,000	0.035
<i>Destroyed (100%)</i>	159,600,000	0.029
Jumlah		1.000

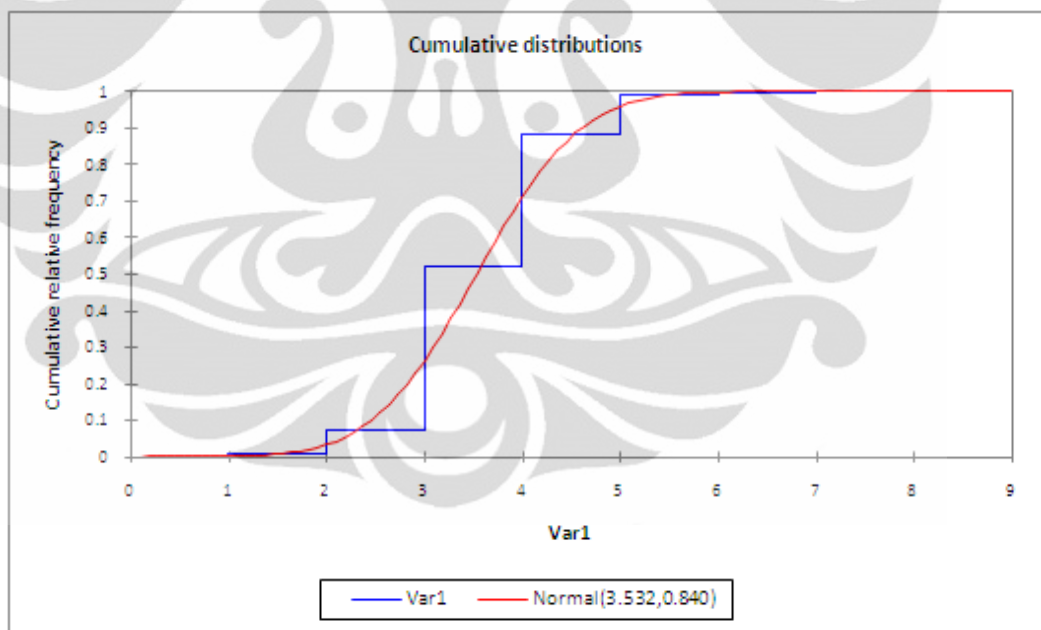
Dengan melihat tabel 4.27, diperkirakan bahwa risiko kerusakan yang terjadi akibat gempa selama 50 tahun yang akan datang untuk rumah tinggal tipe 70 adalah *slight damage* dengan probabilitas 0,312 dengan perkiraan biaya sebesar Rp. 798.000,00., sedangkan untuk kategori kerusakan *no damage*, *light damage*, *moderate damage*, *heavy damage*, *major damage*, dan *destroyed* memiliki probabilitas yang sangat kecil.

4.6. PROBABILITAS KERUSAKAN BANGUNAN SKALA MMI

Berikut adalah kurva *probability density function* dengan menggunakan *software* XLSTAT, dimana kurva probabilitas gempa skala MMI ini membentuk kurva distribusi normal. Program XLSTAT digunakan untuk memfitting kurva yang cocok untuk data-data yang diberikan.



Gambar 4.41 Grafik *Probability Density Function* Skala MMI di Kota Depok



Gambar 4.42 Grafik *Cumulative Distribution* Skala MMI di Kota Depok

Tabel 4.28 Probabilitas Kerusakan Bangunan Skala MMI

Skala MMI	Probability
1	0.006
2	0.066
3	0.45
4	0.359
5	0.108
6	0.01
7	0.001
Total	1.000

Dengan melihat gambar 4.42 dan tabel 4.28, dengan mengacu data gempa yang pernah terjadi selama 50 tahun terakhir, diperkirakan risiko kerusakan yang terjadi akibat gempa selama 50 tahun yang akan datang untuk rumah tinggal tipe 70 adalah MMI 3 dengan probabilitas tertinggi yaitu 0,45, dan MMI 4 dengan probabilitas 0,359.

Terdapat perbedaan antara hasil *experts*, dengan skala MMI dimana dari hasil *experts* probabilitas risiko kerusakan yang dominan adalah *slight damage* sedangkan untuk skala MMI risiko kerusakan yang dominan adalah skala MMI 3, dimana skala MMI 3 termasuk dalam kategori *no damage* apabila dilihat pada tabel 4.4.

BAB 5

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bangunan terhadap gempa adalah :

1. Besarnya skala gempa yang terjadi
2. Jarak episenter gempa ke lokasi yang ditinjau
3. Kondisi tanah pada lokasi yang akan ditinjau
4. Kondisi struktur pada bangunan
5. Percepatan tanah (*Peak Ground Accelaration*)

Berdasarkan hasil penelitian akhir, hipotesis “*Dengan melihat gambaran gempa selama 50 tahun terakhir di Kota Depok, diperkirakan rumah tinggal tipe 70 mengalami kerusakan ringan*” adalah benar bahwa rumah tinggal tipe 70 di Perumahan Grand Depok City mengalami risiko rusak ringan dimana probabilitas untuk kategori *slight damage* adalah 0,312, lebih tinggi dibandingkan nilai kategori lainnya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa rumah tinggal tipe 70 di Perumahan Grand Depok City berada pada kategori *slight damage*.

Sedangkan menurut skala MMI (*Modified Mercally Intensity*), kategori kerusakan yang sering terjadi adalah MMI 3 dengan probabilitas tertinggi yaitu 0,45, MMI 4 dengan probabilitas 0,359.

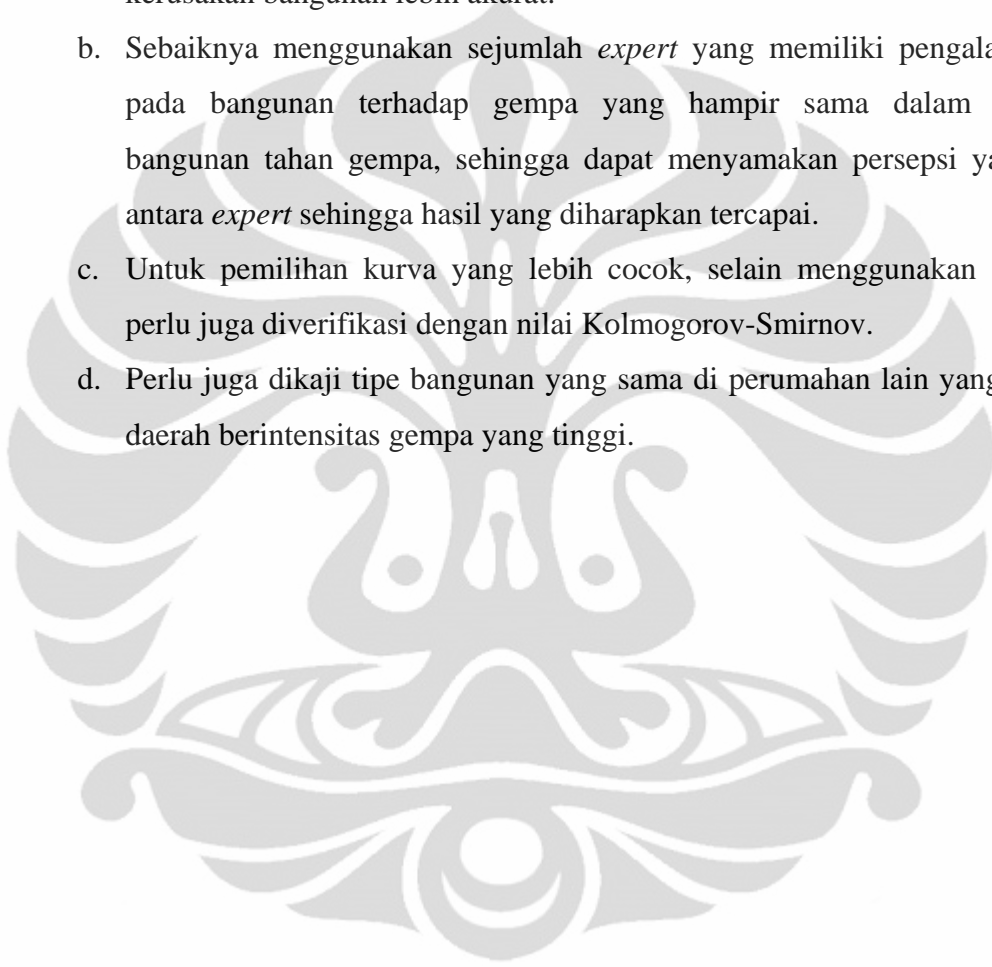
Untuk perkiraan besarnya risiko biaya kerusakan bangunan diperoleh dengan mengalikan kemungkinan kerusakan yang terjadi dengan harga bangunan tahun 2011. kemungkinan kerusakan yang terjadi adalah kerusakan ringan atau *slight damage*, yaitu sebesar 0.5 % dari bangunan tipe 70 tersebut mengalami kerusakan. Maka risiko biaya dari kerusakan bangunan tersebut adalah sebesar:

$$0.5 \% \times \text{Rp. Rp. } 159.600.000,00 = \text{Rp. } 798.000,00$$

5.2. SARAN

Saran-saran yang dapat di kemukakan untuk penelitian ini agar mencapai hasil yang lebih maksimal lagi, antara lain adalah:

- a. Sebaiknya menggunakan data gempa selama 100 tahun sehingga perkiraan kerusakan bangunan lebih akurat.
- b. Sebaiknya menggunakan sejumlah *expert* yang memiliki pengalaman kerja pada bangunan terhadap gempa yang hampir sama dalam mendesain bangunan tahan gempa, sehingga dapat menyamakan persepsi yang ada di antara *expert* sehingga hasil yang diharapkan tercapai.
- c. Untuk pemilihan kurva yang lebih cocok, selain menggunakan Chi-square perlu juga diverifikasi dengan nilai Kolmogorov-Smirnov.
- d. Perlu juga dikaji tipe bangunan yang sama di perumahan lain yang berada di daerah berintensitas gempa yang tinggi.



DAFTAR REFERENSI

- [1] Abbie, Curt, Gregory, and Jack. (2009). "Incorporating modeling uncertainties in the assessment of seismic collapse risk of buildings," *Structural Safety*, 197-211.
- [2] Amri, S. 2010. Technology On Light Wall Reinforcing Sandwich Panel for Houses and High Rise Buildings. *PORECO – K & A SYSTEM (Polystyrene Reinforcing Concrete)*.
- [3] Barnard, Martin J., "Health and Safety for Engineers", Thomas Telford, 1998, page 61.
- [4] Bustami, D. A., 2009. Disaster Management. Community Preparedness Program – LIPI.
- [5] Brauer, Roger L., "Safety and Health for Engineers", Van Nostrand Reinhold, 1990, page 527.
- [6] Evans, James R. & Olson, David L., *Introduction to Simulation and Risk Analysis*, USA:Prentice Hall, 1998.
- [7] FEMA-226. (1992). "Collocation Impacts on the Vulnerability on Lifelines During Earthquakes with Applications to the Cajon Pass, California". Washington, D.C.
- [8] FEMA-433, (2004), "Using HAZUS-MH for Risk Assessment". Washington, D.C.
- [9] Hanks, T. C., and Kanamori, H., 1979. A moment magnitude scale., *Journal of Geophysical Research*, 84, 2348-2350.
- [10] Iervolino I. and Cornell C.A. (2008). "Probability of Occurrence of Velocity Pulses in Near-Source Ground Motions," *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98, 2262-2277.
- [11] Ismail, Ah and Sulaeman, M. G, 1989. *Pendahuluan Seismologi Jilid I*. Jakarta: Badan Pendidikan Dan Latihan Meteorologi Dan Geofisika.
- [12] Jayaram, N. and Baker J.W. (2009). "Deaggregation of Lifeline Risk: Insights for Choosing Deterministic Scenario Earthquakes". *Proceedings, TCLEE2009 Conference: Lifeline Earthquake Engineering in a Multihazard Environment*, Oakland, California. 10p.

- [13] Luco, N., Cornell, C.Allin, and Yeo, G.L. (2002). "Annual Limit-State Frequencies for Partially-Inspected Earthquake Damaged Buildings," *Structural Safety*, 24, 2-4, pp. 281-296.
- [14] M. Faizian, H. R. Schalcer, dan M. H. Faber. *Consequence Assessment in Earthquake Risk Management Using Damage Indicators*.
- [15] McGuire, R. K. 2004. *Seismic Hazard and Risk Analysis*, 219 pp., EERI, Boulder Colorado.
- [16] Modarres, M., 1993. "What Every Engineer Should Know About Reliability and Risk Analysis". Marcel Dekker, inc. New York.
- [17] Natawidjaja, D. H. *Evaluasi Bahaya Patahan Aktif, Tsunami dan Goncangan Gempa*, Laboratorium Riset Bencana Alam. Geoteknologi – LIPI.
- [18] Ozmen, Nurlu, Guler, dan Kocaefe. (1999). "Seismic Risk Analysis for The City of Ankara,". Second Balkan Geophysical Congress and Exhibiton.
- [19] Richard M.B. and Jay A.P. (2007). "Design of Highway Bridges LRFD Approach". John Wiley & Sons. Canada. 127-130.
- [20] Richter, C.F. (1958). "Elementary Seismology". Freeman. California.
- [21] Rosenkrantz, Walter A. (1997). "Introduction to Probability and Statistics for Scientist and Engineers". Singapura: Mc-GrawHill
- [22] Silas, Johan, 1996, "Kampung Surabaya Menuju Metropolitan, Yayasan Keluarga Bhakti, Surabaya"
- [23] Smith, J.B. and Tirpak, D.A., 1990. *The Potential Effects of Global Climate Change on the United States*. Report to Congress, U.S. EPA, Washington, DC.
- [24] Suryani, A. T. 2007. *Analisa Komparatif Nilai Parameter Sismotektonik dari Hubungan Magnitudo-Kumulatif dan Nonkumulatif untuk Jawa Timur Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil dan Metode Maksimum Likelihood dari data BMG dan USGS Tahun 1973-2003*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- [25] Tothong, Polsak and Cornell, C. Allin. (2006). "Application of nonlinear static analyses to probabilistic seismic demand analysis," *Proceedings, 8th U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Paper No. 505, San Francisco, CA.
- [26] U.S.Geological Survey, 2004, "The Severity of an Earthquake," United States. <http://pubs.usgs.gov/gip/earthq4/severitygip.html>

- [27] Vose, David. (2000). "Risk Analysis-A Qualitative Guide". John Wiley & Sons. England.
- [28] Widodo. 2007. Kerusakan Bangunan pada Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 : Akibat Kebelumjelasan Code, Sosialisasi atau Pelaksanaan. Seminar dan Pameran HAKI 2007.
- [29] Yeo, Gee Liek and Cornell, C.Allin. (2009). "Building life-cycle cost analysis due to mainshock and aftershock occurrences," *Structural Safety*, 31, 396-408.
- [30] Yeo, Gee Liek and Cornell, C.Allin. (2009). "A Probabilistic Framework for Quantification of Aftershock Ground-Motion Hazard in California.
- [31] Yeo, Gee Liek and Cornell, C.Allin. (2003). "Building-Specific Seismic Fatality Estimation Methodology," Proceedings, The Ninth International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (ICASP9), San Francisco, California.
- [32] <http://hansenkammer.wordpress.com/2010/09/16/kategori-kerusakan/>



LAMPIRAN

Ghea Grishela M.

FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : M

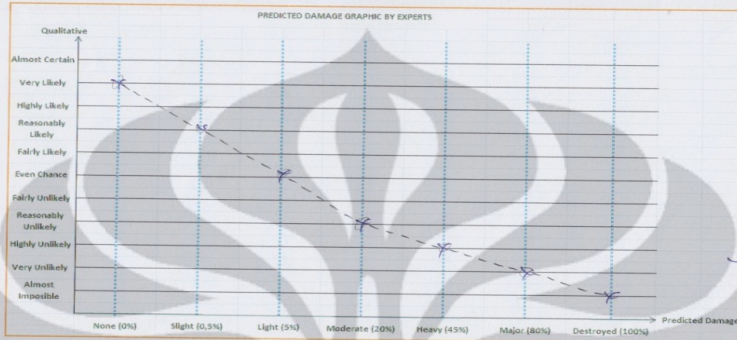
Jenis Kelamin

Ⓜ / P

Umur : Tahun

Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : Tahun

Tahun



Komentar :

Tanda Tangan

FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : YL

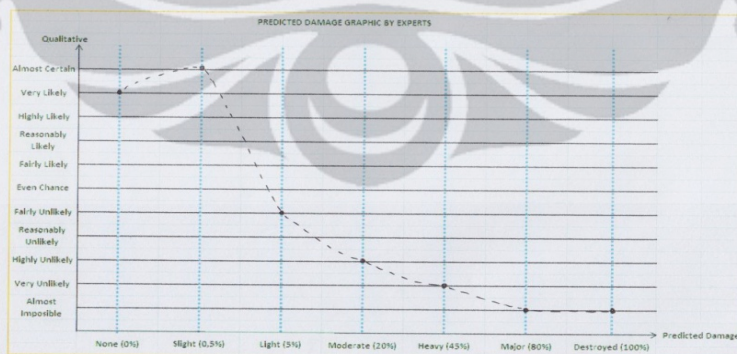
Jenis Kelamin

Ⓜ / P

Umur : Tahun

Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : Tahun

Tahun



Komentar :

Tanda Tangan

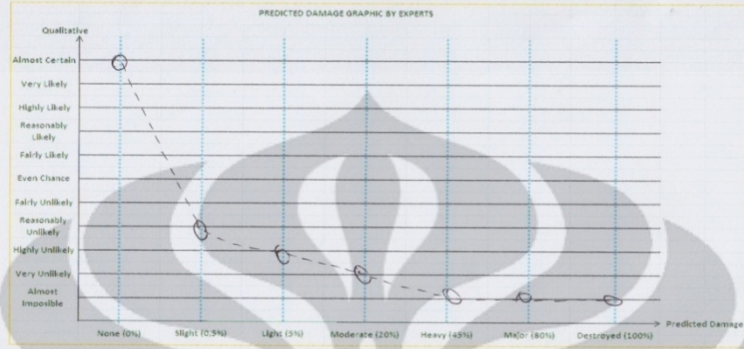
FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : SA

Jenis Kelamin : L P

Umur : 67 Tahun

Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : 32 Tahun



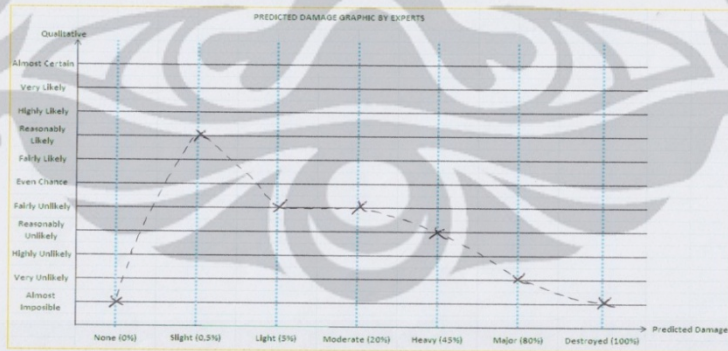
Komentar :

Tanda Tangan

FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : TI
Umur : 67 Tahun

Jenis Kelamin : L P
Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : 24 Tahun



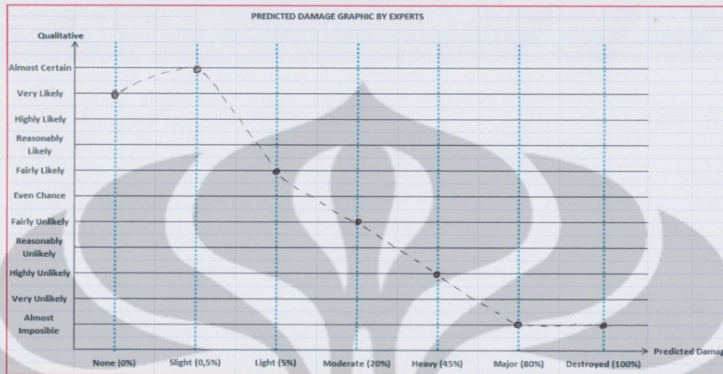
Komentar :
y/ pengukuran None (0%) tidak mungkin, sehingga sebaiknya pengukuran None (0%) diabaikan

Tanda Tangan

FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : *Elly Tjaljima*
Umur : *57* Tahun

Jenis Kelamin : *L/P*
Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : *30* Tahun



Komentar :
melihat skala gempa 4-5 & jarak episentrum yg cukup jauh maka kerusakan total & bangunan roboh tidak mungkin terjadi.

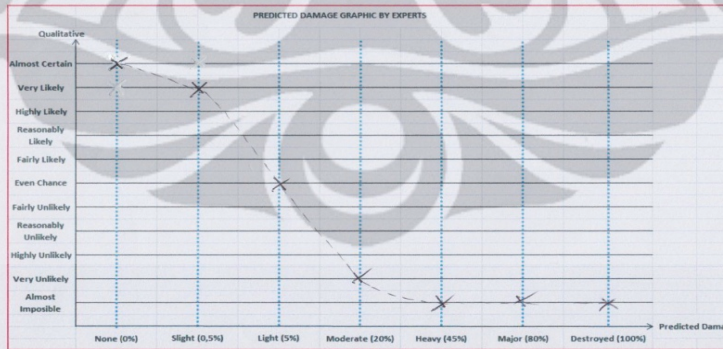
Tanda Tangan

Elly Tjaljima

FORM PERKIRAAN KERUSAKAN BANGUNAN AKIBAT GEMPA OLEH EXPERT
BANGUNAN RUMAH TINGGAL TIPE 70

Nama Expert : *Jose I. Restando*
Umur : *70* Tahun

Jenis Kelamin : *L/P*
Pengalaman di Bidang Teknik Sipil : *17* Tahun



Komentar :
pelanggaran terhadap standar & spesifikasi lateral sambungan, spesifikasi sambungan tahanan tidak ada.

Tanda Tangan

Jose I. Restando

Tabel Kriteria dan Bobot Setiap *Expert*

Kriteria	Bobot (%)	EXPERT YL			EXPERT JI			EXPERT SA			EXPERT ET			EXPERT TI			EXPERT M		
		Ya/Tidak	Jumlah	Bobot	Ya/Tidak	Jumlah	Bobot	Ya/Tidak	Jumlah	Bobot	Ya/Tidak	Jumlah	Bobot	Ya/Tidak	Jumlah	Bobot	Ya/Tidak	Jumlah	Bobot
Pengalaman Dalam Menghitung Bangunan > 3	30%	YA	> 100	0.1579	YA	40	0.0632	YA	> 15	0.0237	YA	> 20	0.0316	YA	> 10	0.0158	YA	5	0.0079
Pernah mengajar Dinamika Struktur	20%	YA	20 SEMESTER	0.1053	YA	15 SEMESTER	0.0789	TIDAK	-	0	TIDAK	-	0	YA	3 SEMESTER	0.0158	TIDAK	-	0
Pernah Mengajar Bangunan Tahan Gempa	20%	YA	20 SEMESTER	0.0851	YA	15 SEMESTER	0.0638	YA	10 SEMESTER	0.0426	TIDAK	-	0	TIDAK	-	0	YA (SWASTA)	2 SEMESTER	0.0085
Pernah Mengajar Mekanika Tanah	10%	TIDAK	-	0	TIDAK	-	0	TIDAK	-	0	TIDAK	-	0	YA	35 TAHUN	0.0946	YA (SWASTA)	2 SEMESTER	0.0054
Mengikuti Seminar yang Berhubungan Dengan Gempa	10%	YA	> 20	0.0333	YA	10	0.0167	YA	> 10	0.0167	YA	7	0.0117	YA	> 10	0.0167	YA	3	0.0050
Publikasi yang Berhubungan Dengan Gempa	10%	YA	> 80	0.0792	YA	7	0.0069	TIDAK	-	0	YA	9	0.0089	YA	5	0.0050	TIDAK	-	0
TOTAL	100%		Total	0.4608	Total	0.2295		Total	0.0829		Total	0.0522		Total	0.1478		Total	0.0268	

Tabel Besar P Value dan %H₀ Kurva Distrivusi dari *Software XLSTAT*

Jenis Distribusi	M		YL		SA		ET		TI		JI		BOBOT	
	P value	% HO	P value	% HO	P value	% HO	P value	% HO	P value	% HO	P value	% HO	P value	% HO
Beta 4	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
Normal	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
exponential	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
log-normal	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
weibull 3	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	0.000	0.05
weibull 2	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
weibull 1	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
Gumbel	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
Gamma 3	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01
Gamma 2	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	0.063	6.31
Gamma 1	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	0.000	0.02	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	0.138	13.8
Erlang	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01

Tabel Percepatan Gempa Skala 4-5 SR

Thn	Bln	Lg	Bg	Depth	Mb	Ms	Lk	Bk	Episenter (Km)	Hiposenter (Km)	Percepatan (gal)
1973	1	-7.6	107.26	88	4.9	3.8	6.4	106.81	139.14	164.6366	5.93
1973	2	-6.5	106.96	77	4.5	3.2	6.4	106.81	22.03	80.09	8.50
1973	11	-6.8	106.59	62	4.9	3.8	6.4	106.81	46.83	77.70	13.16
1974	4	-6.1	105.4	33	4.7	3.5	6.4	106.81	161.00	164.34	4.85
1974	4	-5.7	105.55	165	4.5	3.2	6.4	106.81	158.40	228.73	2.70
1974	4	-6.6	108.02	33	4.7	3.5	6.4	106.81	136.32	140.26	5.78
1974	6	-7.3	106.87	89	4.6	3.3	6.4	106.81	102.34	135.62	5.42
1974	6	-6	105.46	59	5	4	6.4	106.81	155.98	166.76	6.47
1974	9	-7.4	106.82	104	4.5	3.2	6.4	106.81	105.46	148.11	4.44
1974	9	-6.7	106.88	60	4.6	3.3	6.4	106.81	32.04	68.02	11.03
1974	10	-6.9	106.85	124	4.7	3.5	6.4	106.81	54.57	135.48	6.01
1974	11	-8.3	107.23	38	4.8	3.7	6.4	106.81	217.08	220.38	3.83
1975	6	-7.8	107.93	88	5	4	6.4	106.81	199.88	218.39	4.74
1976	1	-7.3	105.96	75	4.6	3.3	6.4	106.81	136.61	155.84	4.65
1976	3	-6.8	106.3	99	5	4	6.4	106.81	71.94	122.38	9.11
1976	3	-7.9	107.94	108	4.9	3.8	6.4	106.81	208.46	234.77	3.94
1976	6	-8	108.44	132	4.2	2.7	6.4	106.81	251.98	284.46	1.54
1976	7	-7.1	106.71	91	4.7	3.5	6.4	106.81	80.69	121.62	6.76
1977	1	-7.8	107.87	90	4.7	3.5	6.4	106.81	197.58	217.12	3.52
1977	4	-7.9	107.21	91	4.9	3.8	6.4	106.81	174.46	196.77	4.84
1977	8	-7.3	107.17	99	5	4	6.4	106.81	109.66	147.74	7.41
1977	11	-6	105.54	88	5	4	6.4	106.81	148.48	172.60	6.22
1978	1	-7.6	108.07	70	4.7	3.5	6.4	106.81	189.36	201.88	3.83
1978	4	-5.6	105.93	164	4.6	3.3	6.4	106.81	133.51	211.48	3.28
1978	7	-7.8	107.01	65	4.9	3.8	6.4	106.81	155.88	168.89	5.76
1978	8	-6.8	105.35	75	4.8	3.7	6.4	106.81	167.46	183.49	4.73
1978	9	-6.6	105.65	87	5	4	6.4	106.81	131.49	157.66	6.89
1978	11	-8	106.44	33	4.9	3.8	6.4	106.81	177.96	181.00	5.32
1978	12	-7.7	108.03	89	5	4	6.4	106.81	201.15	219.96	4.70
1979	3	-6.5	106.21	153	4.7	3.5	6.4	106.81	67.19	167.10	4.76
1979	3	-7.9	108.04	99	4.4	3	6.4	106.81	213.61	235.43	2.36
1979	5	-7.4	106.6	76	4.4	3	6.4	106.81	116.68	139.25	4.30
1979	9	-7.7	108.04	92	4.7	3.5	6.4	106.81	201.08	221.13	3.44
1979	10	-5.9	106.29	177	4.4	3	6.4	106.81	80.07	194.27	2.95
1980	1	-7	107.01	107	4.4	3	6.4	106.81	69.15	127.40	4.74
1980	3	-5.5	105.65	48	4.8	3.7	6.4	106.81	166.43	173.21	5.05
1980	3	-7.8	107.17	72	4.9	3.8	6.4	106.81	156.16	171.96	5.64
1980	5	-7.2	106.09	74	5	4	6.4	106.81	115.40	137.09	8.05
1980	6	-7.2	107.09	86	4.9	3.8	6.4	106.81	96.18	129.02	7.77
1980	8	-6.3	105.33	33	4.9	3.8	6.4	106.81	164.91	168.18	5.79
1980	10	-7.6	107.7	108	4.6	3.3	6.4	106.81	169.42	200.92	3.48
1981	9	-5.1	106.56	337	4.8	3.7	6.4	106.81	144.76	366.78	2.08
1981	10	-6	105.28	33	4.7	3.5	6.4	106.81	175.54	178.61	4.41
1982	2	-6	105.38	84	5	4	6.4	106.81	163.68	183.98	5.78
1982	2	-7.3	106.73	33	4.6	3.3	6.4	106.81	95.87	101.39	7.40
1982	2	-8	107.62	33	4.2	2.7	6.4	106.81	195.11	197.88	2.36

1982	3	-6	105.58	66	4.6	3.3	6.4	106.81	142.90	157.40	4.59
1982	4	-8.1	107.97	79	4.9	3.8	6.4	106.81	230.28	243.46	3.77
1982	5	-5.9	105.87	113	4.9	3.8	6.4	106.81	116.66	162.41	6.02
1982	5	-6.9	106.86	57	5	4	6.4	106.81	60.20	82.90	13.67
1982	7	-7.8	108.03	90	4.7	3.5	6.4	106.81	202.80	221.87	3.43
1982	8	-7.9	107.97	78	5	4	6.4	106.81	213.12	226.95	4.53
1982	8	-7.4	106.54	78	4.8	3.7	6.4	106.81	113.90	138.05	6.52
1982	10	-7.4	105.87	33	4.2	2.7	6.4	106.81	149.14	152.74	3.16
1982	10	-6	105.51	68	4.9	3.8	6.4	106.81	150.03	164.72	5.92
1982	11	-7.9	106.95	33	4.6	3.3	6.4	106.81	166.12	169.36	4.23
1983	1	-6.4	107.76	270	4.3	2.9	6.4	106.81	105.45	289.86	1.66
1983	3	-5.9	105.61	79	5	4	6.4	106.81	146.07	166.06	6.50
1983	3	-7.7	107.1	33	4.7	3.5	6.4	106.81	146.76	150.43	5.35
1983	4	-7.4	107.03	86	5	4	6.4	106.81	117.99	146.01	7.51
1983	4	-7.9	107.43	42	4.3	2.9	6.4	106.81	182.22	186.99	2.78
1983	6	-7.2	106.02	64	4.9	3.8	6.4	106.81	128.00	143.11	6.93
1983	7	-6.7	106.35	111	5	4	6.4	106.81	61.57	126.93	8.76
1983	7	-7.5	108.24	122	4.7	3.5	6.4	106.81	201.62	235.66	3.20
1983	7	-7.8	106.45	33	4.1	2.5	6.4	106.81	156.16	159.61	2.72
1983	7	-5.9	105.68	104	4.8	3.7	6.4	106.81	138.07	172.86	5.07
1983	9	-7.4	106.42	67	4.6	3.3	6.4	106.81	117.08	134.89	5.45
1983	9	-8.1	108.02	79	4.6	3.3	6.4	106.81	230.71	243.87	2.77
1983	11	-6.1	105.42	68	5	4	6.4	106.81	158.33	172.31	6.23
1984	2	-6	105.18	56	4.8	3.7	6.4	106.81	187.12	195.32	4.40
1984	2	-5.7	105.25	33	4.5	3.2	6.4	106.81	188.90	191.76	3.32
1984	3	-6.6	105.17	33	4.4	3	6.4	106.81	183.13	186.08	3.10
1984	4	-7	106.14	49	5	4	6.4	106.81	101.33	112.55	9.97
1984	5	-7.5	106.65	33	4.8	3.7	6.4	106.81	118.99	123.48	7.36
1984	5	-6.4	105.33	33	4.8	3.7	6.4	106.81	164.29	167.58	5.25
1984	8	-6.2	105.37	55	4.9	3.8	6.4	106.81	161.23	170.35	5.70
1984	8	-6.4	105.86	95	4.2	2.7	6.4	106.81	105.47	141.95	3.43
1984	9	-5.7	105.35	84	4.8	3.7	6.4	106.81	178.78	197.53	4.35
1984	9	-5.6	105.15	140	5	4	6.4	106.81	206.01	249.08	4.06
1984	10	-6	105.66	33	5	4	6.4	106.81	135.15	139.12	7.92
1984	11	-6.2	107.93	33	4.7	3.5	6.4	106.81	125.58	129.85	6.29
1984	12	-7.6	107.15	75	4.8	3.7	6.4	106.81	139.51	158.39	5.59
1985	3	-6.5	106.18	114	4.8	3.7	6.4	106.81	70.81	134.20	6.72
1985	4	-8.2	107.01	33	4.6	3.3	6.4	106.81	196.62	199.37	3.51
1985	6	-6.2	105.53	33	4.6	3.3	6.4	106.81	143.98	147.71	4.93
1985	7	-7.1	106.32	88	4.9	3.8	6.4	106.81	91.24	126.76	7.92
1985	8	-7	107.47	146	4.9	3.8	6.4	106.81	102.05	178.13	5.42
1985	8	-5.7	105.86	33	4.6	3.3	6.4	106.81	132.99	137.02	5.36
1985	8	-7	106.17	90	4.9	3.8	6.4	106.81	98.14	133.16	7.51
1985	8	-8	107.74	33	4.3	2.9	6.4	106.81	206.38	209.00	2.45
1985	8	-8	107.9	33	4.7	3.5	6.4	106.81	215.81	218.32	3.50
1985	9	-7.2	106.87	53	4.8	3.7	6.4	106.81	87.94	102.68	8.96
1985	12	-6.7	108.18	251	5	4	6.4	106.81	156.16	295.61	3.31
1986	5	-7.9	106.79	33	4.7	3.5	6.4	106.81	168.73	171.93	4.60
1986	6	-8.1	105.7	33	4.5	3.2	6.4	106.81	225.36	227.77	2.71
1986	7	-8	105.99	33	4.6	3.3	6.4	106.81	199.57	202.28	3.45

1986	8	-6.7	106.05	137	4.9	3.8	6.4	106.81	90.69	164.30	5.94
1986	9	-6.4	108.3	285	4.6	3.3	6.4	106.81	165.42	329.53	1.94
1986	10	-6.6	105.19	61	4.8	3.7	6.4	106.81	181.78	191.74	4.50
1986	11	-7.1	106.52	118	4.1	2.5	6.4	106.81	85.13	145.50	3.02
1986	11	-7.2	108.46	145	4.3	2.9	6.4	106.81	204.52	250.71	1.98
1986	11	-6.8	105.56	33	4.2	2.7	6.4	106.81	144.39	148.11	3.27
1986	11	-7	106.19	86	4.6	3.3	6.4	106.81	93.48	127.02	5.82
1986	12	-6.9	106.34	78	5	4	6.4	106.81	72.23	106.30	10.59
1987	1	-7.3	105.96	33	4.9	3.8	6.4	106.81	135.01	138.98	7.16
1987	1	-7.3	106.67	33	4.6	3.3	6.4	106.81	97.81	103.23	7.27
1987	3	-8	107.75	33	4.3	2.9	6.4	106.81	209.82	212.40	2.40
1987	5	-8	107.73	33	4.7	3.5	6.4	106.81	207.76	210.36	3.65
1987	6	-6.1	105.96	131	5	4	6.4	106.81	99.00	164.20	6.58
1987	7	-7.8	108	80	4.7	3.5	6.4	106.81	203.11	218.30	3.50
1987	7	-6.1	105.54	55	4.8	3.7	6.4	106.81	146.23	156.23	5.68
1987	8	-6.6	105.68	89	4.7	3.5	6.4	106.81	127.19	155.24	5.17
1987	8	-8.3	107.32	33	4.5	3.2	6.4	106.81	220.51	222.97	2.78
1987	10	-7.9	105.13	33	4.7	3.5	6.4	106.81	249.99	252.16	2.95
1987	10	-7.3	105.32	33	4.4	3	6.4	106.81	193.22	196.02	2.92
1987	11	-6	105.53	33	5	4	6.4	106.81	150.24	153.82	7.08
1987	11	-8.1	107.57	33	4.1	2.5	6.4	106.81	210.76	213.33	1.95
1988	4	-6.6	105.11	33	4.4	3	6.4	106.81	190.57	193.41	2.97
1988	4	-6.7	105.47	33	5	4	6.4	106.81	153.45	156.96	6.93
1988	4	-6.9	106.49	111	4.1	2.5	6.4	106.81	66.83	129.57	3.43
1988	8	-6.5	105.92	165	4.9	3.8	6.4	106.81	98.95	192.39	4.96
1988	10	-6	105.5	89	5	4	6.4	106.81	152.70	176.74	6.05
1988	10	-6.2	107.36	177	4.6	3.3	6.4	106.81	65.75	188.82	3.74
1988	10	-7.1	106.08	91	4.9	3.8	6.4	106.81	113.81	145.72	6.80
1988	11	-6.4	107.28	215	4.9	3.8	6.4	106.81	52.46	221.31	4.22
1988	12	-7.2	107.16	79	5	4	6.4	106.81	97.94	125.83	8.84
1988	12	-8.4	106.67	33	4.9	3.8	6.4	106.81	217.01	219.50	4.26
1988	12	-8.4	106.72	33	4.6	3.3	6.4	106.81	222.22	224.66	3.05
1988	12	-8.1	107.84	77	4.7	3.5	6.4	106.81	220.63	233.68	3.23
1989	1	-7	106.18	84	4.9	3.8	6.4	106.81	95.81	127.42	7.88
1989	1	-7	105.94	53	4.8	3.7	6.4	106.81	118.58	129.89	6.97
1989	2	-7.4	106.46	33	4.7	3.5	6.4	106.81	113.42	118.12	6.97
1989	2	-7.3	108.01	160	4.9	3.8	6.4	106.81	166.50	230.92	4.01
1989	3	-7.4	107.94	33	4.4	3	6.4	106.81	165.30	168.57	3.47
1989	4	-8.1	107.72	33	4.6	3.3	6.4	106.81	214.03	216.56	3.19
1989	4	-5.9	107.81	33	4.8	3.7	6.4	106.81	122.65	127.01	7.14
1989	4	-7.8	107.92	33	4.7	3.5	6.4	106.81	196.58	199.33	3.89
1989	6	-5.9	105.44	104	4.8	3.7	6.4	106.81	160.41	191.18	4.52
1989	7	-7.3	107.08	33	4.9	3.8	6.4	106.81	106.43	111.43	9.10
1989	8	-6.7	105.76	126	4.3	2.9	6.4	106.81	121.84	175.28	3.00
1989	11	-6.3	108.02	298	4.9	3.8	6.4	106.81	135.21	327.24	2.65
1989	12	-6.2	108.23	286	4	2.4	6.4	106.81	158.88	327.17	1.06
1989	12	-5.8	107.55	312	4.5	3.2	6.4	106.81	103.01	328.56	1.75
1990	2	-6.8	108.02	265	4.3	2.9	6.4	106.81	140.78	300.07	1.60
1990	4	-7.1	106.69	33	5	4	6.4	106.81	81.02	87.49	12.95
1990	5	-7.8	106.98	33	4.4	3	6.4	106.81	158.75	162.14	3.63

1990	6	-7.4	106.69	33	4.7	3.5	6.4	106.81	114.00	118.68	6.94
1990	6	-6.8	106.42	106	4.8	3.7	6.4	106.81	60.44	122.02	7.46
1990	7	-6.2	105.52	156	4.5	3.2	6.4	106.81	144.90	212.91	2.94
1990	8	-8.3	108.35	69	4.5	3.2	6.4	106.81	268.90	277.61	2.15
1990	8	-7	106.37	33	4.9	3.8	6.4	106.81	80.81	87.29	11.72
1990	9	-6.9	107.01	168	4.2	2.7	6.4	106.81	57.72	177.64	2.67
1990	10	-7.1	106.49	53	4.7	3.5	6.4	106.81	82.42	97.99	8.49
1990	11	-7.1	106.82	87	4.2	2.7	6.4	106.81	76.60	115.91	4.28
1990	12	-5.5	105.98	33	4.9	3.8	6.4	106.81	138.36	142.24	6.98
1991	1	-5.6	105.69	33	4.8	3.7	6.4	106.81	152.13	155.67	5.70
1991	1	-5.8	105.47	33	4.7	3.5	6.4	106.81	161.64	164.97	4.82
1991	1	-7.3	106.73	33	5	4	6.4	106.81	102.51	107.69	10.44
1991	2	-5.8	105.68	182	4.8	3.7	6.4	106.81	142.01	230.85	3.63
1991	4	-7.4	107.45	77	4.9	3.8	6.4	106.81	135.55	155.89	6.30
1991	4	-7.6	108.08	60	5	4	6.4	106.81	195.48	204.48	5.12
1991	5	-8	107.52	33	4.5	3.2	6.4	106.81	189.24	192.10	3.31
1991	6	-5.2	107.43	310	4.2	2.7	6.4	106.81	153.89	346.09	1.21
1991	10	-6.8	105.82	85	4.6	3.3	6.4	106.81	118.11	145.52	5.02
1991	12	-7.8	106.54	53	4.8	3.7	6.4	106.81	158.26	166.90	5.27
1992	1	-6.4	105.19	60	4.6	3.3	6.4	106.81	179.85	189.60	3.72
1992	2	-8.4	105.51	33	4.8	3.7	6.4	106.81	262.92	264.98	3.08
1992	3	-6.2	105.34	80	4.8	3.7	6.4	106.81	164.67	183.08	4.75
1992	7	-7.4	106.66	33	4.9	3.8	6.4	106.81	106.76	111.74	9.07
1992	9	-6	105.71	99	4.8	3.7	6.4	106.81	130.31	163.65	5.39
1992	9	-7	105.65	35	4.9	3.8	6.4	106.81	146.52	150.65	6.55
1992	9	-7.4	105.28	33	4.4	3	6.4	106.81	201.68	204.36	2.78
1992	9	-8	107.84	33	4.8	3.7	6.4	106.81	208.43	211.02	4.03
1992	9	-7.7	106.31	33	4.8	3.7	6.4	106.81	150.47	154.05	5.77
1992	12	-8.2	107.17	33	5	4	6.4	106.81	203.76	206.41	5.07
1992	12	-8.2	105.84	33	4.4	3	6.4	106.81	227.94	230.32	2.42
1993	1	-8	107.71	33	4.9	3.8	6.4	106.81	205.71	208.34	4.53
1993	3	-6.5	106.65	123	4.5	3.2	6.4	106.81	18.61	124.40	5.38
1993	3	-7.8	108.04	96	4.9	3.8	6.4	106.81	204.37	225.79	4.12
1993	4	-8.3	108.18	77	4.4	3	6.4	106.81	261.81	272.90	1.98
1993	4	-7.6	107.24	108	4.6	3.3	6.4	106.81	140.45	177.17	4.02
1993	4	-8.2	107.26	33	4.8	3.7	6.4	106.81	204.87	207.51	4.11
1993	6	-8.3	107.54	47	4.7	3.5	6.4	106.81	224.89	229.75	3.29
1993	7	-6.5	106.23	120	4.9	3.8	6.4	106.81	65.74	136.83	7.29
1993	8	-7.5	105.74	33	4.7	3.5	6.4	106.81	168.75	171.95	4.60
1994	2	-5.4	106.57	288	4.7	3.5	6.4	106.81	113.07	309.40	2.31
1994	3	-7.3	106.16	77	4.7	3.5	6.4	106.81	122.33	144.55	5.59
1994	5	-7.5	107.1	98	4.8	3.7	6.4	106.81	124.13	158.15	5.60
1994	5	-5.9	107.31	297	4.6	3.3	6.4	106.81	80.88	307.82	2.10
1994	7	-6.2	105.44	33	5	4	6.4	106.81	153.68	157.19	6.91
1994	8	-8	107.96	35	4.8	3.7	6.4	106.81	216.02	218.84	3.86
1994	9	-8.1	107.65	33	4.7	3.5	6.4	106.81	211.47	214.03	3.58
1994	10	-7.5	107.14	33	4.8	3.7	6.4	106.81	126.41	130.65	6.92
1995	2	-6.6	105.38	118	4.4	3	6.4	106.81	159.85	198.68	2.87
1995	3	-7.5	106.65	50	4.7	3.5	6.4	106.81	118.99	129.07	6.34
1995	6	-7.8	108.15	87	4.7	3.5	6.4	106.81	214.31	231.30	3.27

1995	6	-7.6	107.08	88	4.6	3.3	6.4	106.81	138.70	164.26	4.38
1995	6	-6.6	106.37	169	4.4	3	6.4	106.81	52.77	177.05	3.28
1995	6	-7.8	108.04	81	4.8	3.7	6.4	106.81	202.72	218.30	3.87
1995	7	-6	105.56	56	4.5	3.2	6.4	106.81	145.68	156.07	4.19
1995	8	-6.6	106.68	140	4.3	2.9	6.4	106.81	30.30	143.24	3.76
1995	8	-8	107.62	77	4.4	3	6.4	106.81	194.13	208.84	2.71
1995	8	-5.8	107.12	270	4.8	3.7	6.4	106.81	73.00	279.69	2.89
1995	8	-5.7	106.69	252	4.3	2.9	6.4	106.81	81.02	264.70	1.85
1995	9	-7.3	106.77	33	4.7	3.5	6.4	106.81	103.33	108.47	7.64
1995	9	-7.1	106.21	33	4.4	3	6.4	106.81	104.03	109.14	5.59
1995	9	-7.9	108.04	87	4.4	3	6.4	106.81	213.61	230.65	2.42
1995	10	-5.9	105.47	33	4.5	3.2	6.4	106.81	157.99	161.40	4.03
1995	10	-7	107.82	170	4.5	3.2	6.4	106.81	131.55	214.95	2.90
1995	10	-6.9	106.32	69	4.6	3.3	6.4	106.81	77.71	103.92	7.22
1995	10	-5.7	105.45	139	4.2	2.7	6.4	106.81	170.29	219.82	2.09
1995	12	-6.1	105.42	33	4.7	3.5	6.4	106.81	158.33	161.73	4.93
1995	12	-7.1	106.44	146	4.3	2.9	6.4	106.81	86.91	169.91	3.11
1996	1	-7.7	107.6	102	4.1	2.5	6.4	106.81	172.66	200.54	2.10
1996	2	-6.5	105.96	100	4.4	3	6.4	106.81	95.00	137.93	4.34
1996	3	-6.5	105.33	33	4.2	2.7	6.4	106.81	164.58	167.86	2.84
1996	4	-5.9	105.83	133	4.6	3.3	6.4	106.81	122.12	180.56	3.93
1996	5	-7	106.6	33	4.5	3.2	6.4	106.81	73.71	80.76	8.43
1996	7	-8.3	107.74	33	4.1	2.5	6.4	106.81	236.80	239.09	1.71
1996	8	-7.3	107.07	33	4.8	3.7	6.4	106.81	102.92	108.08	8.49
1996	10	-6.1	105.44	33	4.7	3.5	6.4	106.81	155.67	159.13	5.02
1996	11	-6.2	105.32	33	4.1	2.5	6.4	106.81	167.52	170.74	2.52
1996	12	-6.8	105.48	38	4.7	3.5	6.4	106.81	155.15	159.74	5.00
1996	12	-6.3	105.77	100	4.6	3.3	6.4	106.81	116.21	153.31	4.73
1996	12	-6.6	105.39	33	4.6	3.3	6.4	106.81	159.33	162.72	4.43
1997	1	-6.1	105.25	100	4.6	3.3	6.4	106.81	176.33	202.71	3.44
1997	1	-5.9	105.58	33	5	4	6.4	106.81	147.80	151.44	7.21
1997	1	-7.5	106.54	50	4.5	3.2	6.4	106.81	123.57	133.30	4.99
1997	2	-7.9	108.15	33	4.5	3.2	6.4	106.81	219.97	222.43	2.79
1997	2	-7.2	106.79	33	4.6	3.3	6.4	106.81	86.61	92.68	8.13
1997	3	-8	107.29	33	4.8	3.7	6.4	106.81	187.55	190.43	4.54
1997	3	-6.8	105.36	33	4.4	3	6.4	106.81	166.11	169.35	3.45
1997	3	-6.9	105.63	33	4.6	3.3	6.4	106.81	141.40	145.20	5.03
1997	3	-7.7	108.04	75	4.7	3.5	6.4	106.81	200.27	213.85	3.58
1997	3	-7.7	108.17	100	4.8	3.7	6.4	106.81	208.83	231.54	3.61
1997	4	-7.5	107.42	100	4.1	2.5	6.4	106.81	140.59	172.53	2.49
1997	4	-6.5	105.25	33	4.8	3.7	6.4	106.81	173.25	176.36	4.95
1997	5	-6.8	105.43	33	4.9	3.8	6.4	106.81	158.31	161.71	6.05
1997	5	-6.8	105.94	33	4.9	3.8	6.4	106.81	106.29	111.29	9.11
1997	7	-7.7	108.06	90	4.6	3.3	6.4	106.81	203.41	222.43	3.09
1997	7	-6.7	105.24	61	4.2	2.7	6.4	106.81	177.42	187.62	2.51
1997	8	-7.2	106.84	89	4.1	2.5	6.4	106.81	85.53	123.44	3.61
1997	8	-7.8	107.24	103	4.6	3.3	6.4	106.81	166.81	196.05	3.58
1997	8	-7.9	107.74	108	4.8	3.7	6.4	106.81	195.90	223.70	3.76
1997	8	-7.4	106.7	33	4.6	3.3	6.4	106.81	111.67	116.44	6.40
1997	10	-5.7	105.87	131	4.9	3.8	6.4	106.81	129.43	184.16	5.22

1997	10	-6.6	107.02	10	4.7	3.5	6.4	106.81	35.40	36.78	20.80
1997	11	-6.5	108.47	261	4.1	2.5	6.4	106.81	184.66	319.72	1.21
1997	11	-6.1	105.38	33	4.9	3.8	6.4	106.81	162.42	165.74	5.88
1997	11	-7.4	106.8	80	4.5	3.2	6.4	106.81	108.79	135.03	4.92
1997	11	-7.3	106.88	74	4.6	3.3	6.4	106.81	96.88	121.91	6.09
1997	11	-5.8	105.28	148	4.8	3.7	6.4	106.81	183.24	235.55	3.54
1997	12	-7.9	107.77	33	4.7	3.5	6.4	106.81	195.81	198.57	3.90
1997	12	-7.5	106.6	50	4.9	3.8	6.4	106.81	127.58	137.03	7.27
1997	12	-7.1	106.55	108	4.5	3.2	6.4	106.81	80.81	134.89	4.93
1997	12	-6.2	106.18	150	4.2	2.7	6.4	106.81	73.71	167.13	2.86
1998	1	-7.3	106.65	68	4.9	3.8	6.4	106.81	100.37	121.24	8.31
1998	2	-6	105.52	33	5	4	6.4	106.81	149.59	153.19	7.12
1998	2	-5.6	105.39	50	4.9	3.8	6.4	106.81	182.01	188.76	5.07
1998	2	-7.9	107.36	52	4.5	3.2	6.4	106.81	180.47	187.81	3.40
1998	2	-8	106.87	42	4.5	3.2	6.4	106.81	177.72	182.62	3.51
1998	2	-7.9	106.91	33	4	2.4	6.4	106.81	169.08	172.27	2.25
1998	3	-7	106.92	100	4.9	3.8	6.4	106.81	67.71	120.77	8.35
1998	6	-5.9	105.63	164	4	2.4	6.4	106.81	144.04	218.28	1.72
1998	7	-7	106.84	92	4.8	3.7	6.4	106.81	66.68	113.63	8.05
1998	8	-5.9	105.41	33	5	4	6.4	106.81	163.92	167.21	6.45
1998	8	-8.2	106.74	33	4.1	2.5	6.4	106.81	203.28	205.94	2.03
1998	9	-6.8	107.71	33	4.4	3	6.4	106.81	109.32	114.19	5.33
1998	9	-5.9	105.63	24	4	2.4	6.4	106.81	143.59	145.58	2.72
1998	9	-8.1	107.98	76	4.5	3.2	6.4	106.81	224.52	237.04	2.59
1998	11	-6.2	105.4	33	5	4	6.4	106.81	158.40	161.80	6.69
1998	12	-5.8	105.72	126	4.6	3.3	6.4	106.81	138.65	187.35	3.77
1998	12	-7.6	107.86	85	5	4	6.4	106.81	177.83	197.10	5.34
1999	1	-7.2	105.19	33	4.2	2.7	6.4	106.81	198.62	201.35	2.31
1999	2	-7	105.47	33	4.2	2.7	6.4	106.81	162.52	165.84	2.88
1999	2	-7	106.73	100	4.2	2.7	6.4	106.81	71.59	122.99	4.01
1999	3	-5.5	105.86	204	4.2	2.7	6.4	106.81	144.50	249.99	1.79
1999	3	-7.3	107.05	68	4.6	3.3	6.4	106.81	107.69	127.36	5.81
1999	3	-6.9	105.58	98	4.4	3	6.4	106.81	147.80	177.34	3.28
1999	4	-7.3	105.91	33	4.3	2.9	6.4	106.81	141.28	145.08	3.71
1999	4	-6.8	105.59	33	4.4	3	6.4	106.81	143.59	147.33	4.04
1999	5	-7.8	107.99	33	4.8	3.7	6.4	106.81	203.24	205.90	4.14
1999	5	-7.1	106.11	33	4.7	3.5	6.4	106.81	110.67	115.49	7.14
1999	5	-7.3	106.07	49	4.9	3.8	6.4	106.81	128.48	137.50	7.25
1999	6	-6.9	105.14	33	4.5	3.2	6.4	106.81	193.82	196.61	3.22
1999	6	-7.3	107.08	33	4.6	3.3	6.4	106.81	102.17	107.37	6.97
1999	7	-6.3	105.46	33	4.7	3.5	6.4	106.81	150.65	154.23	5.20
1999	7	-7	106.93	33	4.8	3.7	6.4	106.81	65.74	73.56	12.54
1999	7	-6.7	106.84	171	4.4	3	6.4	106.81	35.68	174.68	3.33
1999	8	-6.9	107.13	135	4.6	3.3	6.4	106.81	65.89	150.22	4.84
1999	11	-7.7	108.04	80	5	4	6.4	106.81	199.46	214.91	4.83
1999	11	-6.2	106.67	165	4.4	3	6.4	106.81	28.95	167.52	3.49
1999	11	-6.8	105.47	33	4.1	2.5	6.4	106.81	153.73	157.23	2.77
1999	12	-7.9	107.43	33	4.6	3.3	6.4	106.81	175.05	178.13	3.99
1999	12	-6.8	107.2	114	4.6	3.3	6.4	106.81	65.26	131.36	5.61
1999	12	-7.1	105.35	33	4	2.4	6.4	106.81	177.85	180.89	2.13

2000	2	-7.3	106.74	83	4.2	2.7	6.4	106.81	94.67	125.90	3.91
2000	2	-5.9	106.25	136	4.8	3.7	6.4	106.81	85.59	160.69	5.50
2000	2	-6.2	105.19	51	4.9	3.8	6.4	106.81	181.05	188.10	5.09
2000	3	-7	106.23	33	4.2	2.7	6.4	106.81	88.72	94.66	5.29
2000	3	-7.9	108	33	4	2.4	6.4	106.81	216.03	218.53	1.71
2000	4	-8	108.3	88	4.4	3	6.4	106.81	242.68	258.15	2.12
2000	4	-7.1	105.4	33	4.2	2.7	6.4	106.81	176.76	179.81	2.63
2000	4	-7.8	107.77	33	4.4	3	6.4	106.81	184.78	187.70	3.07
2000	6	-7.9	108.16	33	4.5	3.2	6.4	106.81	224.83	227.24	2.72
2000	6	-7.9	107.88	66	4.4	3	6.4	106.81	203.62	214.05	2.64
2000	6	-8	107.24	33	4.4	3	6.4	106.81	179.62	182.62	3.17
2000	6	-7.9	107.59	113	4.7	3.5	6.4	106.81	182.76	214.87	3.56
2000	8	-5.6	105.55	51	4.6	3.3	6.4	106.81	163.91	171.66	4.17
2000	8	-5.7	105.5	33	4.5	3.2	6.4	106.81	162.82	166.13	3.91
2000	8	-6.3	105.45	33	4.9	3.8	6.4	106.81	151.55	155.10	6.34
2000	9	-6.7	107.88	33	4.9	3.8	6.4	106.81	121.97	126.35	7.95
2000	10	-6.9	106.45	150	4.2	2.7	6.4	106.81	64.84	163.41	2.93
2000	10	-6.7	106.96	33	4.5	3.2	6.4	106.81	41.25	52.83	12.57
2000	10	-7.5	106.62	33	4.5	3.2	6.4	106.81	118.44	122.95	5.45
2000	10	-6.7	105.37	33	4.2	2.7	6.4	106.81	164.23	167.52	2.85
2000	10	-6.8	105.51	33	4.6	3.3	6.4	106.81	151.31	154.86	4.68
2000	11	-7.1	107.7	33	4.8	3.7	6.4	106.81	128.48	132.65	6.81
2000	11	-5.8	105.73	33	4.6	3.3	6.4	106.81	138.79	142.65	5.13
2000	11	-8	106.86	33	4.6	3.3	6.4	106.81	173.25	176.36	4.04
2000	11	-6.8	105.57	33	4.1	2.5	6.4	106.81	143.02	146.78	2.99
2000	12	-6.7	106.77	33	4.3	2.9	6.4	106.81	29.20	44.06	11.98
2001	2	-6	105.52	33	4.8	3.7	6.4	106.81	151.65	155.20	5.72
2001	2	-7.5	107.32	33	4.1	2.5	6.4	106.81	137.61	141.51	3.11
2001	2	-7.2	107.18	75	4.6	3.3	6.4	106.81	95.83	121.69	6.10
2001	3	-6.8	106.34	50	5	4	6.4	106.81	67.09	83.67	13.54
2001	3	-7	106.84	33	4.6	3.3	6.4	106.81	67.79	75.40	9.99
2001	3	-7.5	107.18	33	4.5	3.2	6.4	106.81	131.98	136.05	4.88
2001	3	-7.8	107.97	33	4.4	3	6.4	106.81	200.96	203.65	2.79
2001	4	-7.7	108.01	33	4.7	3.5	6.4	106.81	198.84	201.56	3.84
2001	4	-8	107.64	33	4.1	2.5	6.4	106.81	196.14	198.90	2.12
2001	5	-6.4	108.48	263	4.1	2.5	6.4	106.81	185.37	321.76	1.20
2001	6	-5.9	105.41	33	4.8	3.7	6.4	106.81	166.96	170.19	5.16
2001	6	-7	108.28	36	5	4	6.4	106.81	175.82	179.47	5.95
2001	9	-7.7	106.98	33	4.9	3.8	6.4	106.81	141.13	144.93	6.84
2001	9	-7.9	107.47	33	4.4	3	6.4	106.81	181.90	184.87	3.12
2001	9	-7.9	106.97	33	4.4	3	6.4	106.81	170.76	173.92	3.35
2001	11	-7.5	107.07	33	4.8	3.7	6.4	106.81	122.23	126.60	7.16
2001	11	-7.9	106.8	33	4.2	2.7	6.4	106.81	162.06	165.39	2.89
2001	12	-7.1	106.48	33	4.5	3.2	6.4	106.81	89.94	95.80	7.09
2001	12	-7.8	108.15	60	4.4	3	6.4	106.81	215.91	224.10	2.50
2002	1	-6.4	105.17	10	4.4	3	6.4	106.81	182.04	182.32	3.17
2002	1	-5.7	105.59	10	4.4	3	6.4	106.81	153.97	154.29	3.83
2002	1	-6.2	105.24	10	4.9	3.8	6.4	106.81	176.29	176.58	5.47
2002	1	-6.2	105.37	10	4.6	3.3	6.4	106.81	162.04	162.35	4.44
2002	1	-6.5	105.23	33	4.7	3.5	6.4	106.81	175.51	178.58	4.41

2002	1	-6.9	106.87	33	4.5	3.2	6.4	106.81	53.69	63.02	10.71
2002	2	-6.1	105.22	33	4.8	3.7	6.4	106.81	179.60	182.61	4.76
2002	2	-6.1	105.68	33	4.4	3	6.4	106.81	129.22	133.37	4.50
2002	3	-5.9	105.59	33	4.6	3.3	6.4	106.81	147.21	150.86	4.82
2002	4	-7.2	106.57	100	4.3	2.9	6.4	106.81	90.59	134.93	4.02
2002	5	-7.5	108.16	33	4.8	3.7	6.4	106.81	194.00	196.79	4.37
2002	7	-7.2	106.04	33	4.5	3.2	6.4	106.81	123.25	127.59	5.23
2002	7	-6.9	106.33	88	4.8	3.7	6.4	106.81	73.03	114.36	7.99
2002	7	-8.1	105.73	33	4.5	3.2	6.4	106.81	223.56	225.98	2.74
2002	7	-8.1	105.8	33	4.8	3.7	6.4	106.81	214.74	217.26	3.89
2002	8	-6.6	106	106	4.9	3.8	6.4	106.81	93.77	141.53	7.02
2002	9	-7.7	108.14	102	4.4	3	6.4	106.81	204.89	228.88	2.44
2002	9	-6.1	107.95	300	4.2	2.7	6.4	106.81	131.43	327.53	1.30
2002	9	-7.2	108.27	38	4.3	2.9	6.4	106.81	186.97	190.79	2.72
2002	10	-6.4	105.7	33	4.8	3.7	6.4	106.81	123.21	127.56	7.11
2002	11	-8.1	107.19	33	4.5	3.2	6.4	106.81	193.36	196.15	3.23
2002	11	-6.9	105.61	87	4.6	3.3	6.4	106.81	142.65	167.09	4.30
2002	12	-5.9	106.99	250	4.5	3.2	6.4	106.81	64.24	258.12	2.34
2002	12	-7.6	108.16	100	4.2	2.7	6.4	106.81	202.72	226.04	2.02
2003	1	-7.8	107.48	33	4.5	3.2	6.4	106.81	176.29	179.36	3.58
2003	1	-7.2	106.47	33	4.7	3.5	6.4	106.81	98.53	103.91	7.99
2003	1	-6.8	106.77	33	4.5	3.2	6.4	106.81	49.04	59.11	11.36
2003	1	-7.3	105.94	33	4.8	3.7	6.4	106.81	137.36	141.27	6.35
2003	2	-8.1	107.6	33	4	2.4	6.4	106.81	205.06	207.70	1.82
2003	2	-7	107.47	100	4	2.4	6.4	106.81	95.36	138.18	2.88
2003	3	-7	108.47	33	4.6	3.3	6.4	106.81	195.18	197.95	3.54
2003	3	-6.1	106.56	171	4.4	3	6.4	106.81	43.35	176.41	3.29
2003	4	-7	107.8	145	4.7	3.5	6.4	106.81	130.85	195.31	3.98
2003	4	-6.7	107.56	166	4.7	3.5	6.4	106.81	88.11	187.93	4.16
2003	4	-8.1	107.5	33	4.1	2.5	6.4	106.81	203.65	206.31	2.03
2003	5	-7.5	106.15	33	4.6	3.3	6.4	106.81	139.55	143.40	5.10
2003	5	-8	107.69	33	4.7	3.5	6.4	106.81	205.61	208.25	3.69
2003	6	-7	106.26	33	4	2.4	6.4	106.81	86.34	92.43	4.42
2003	7	-5.8	105.63	33	4.8	3.7	6.4	106.81	146.44	150.11	5.94
2003	7	-6.7	107.96	33	4.7	3.5	6.4	106.81	131.12	135.21	6.02
2003	7	-6.6	105.2	33	4.8	3.7	6.4	106.81	180.22	183.22	4.74
2003	7	-6.8	106.4	33	4.6	3.3	6.4	106.81	63.58	71.63	10.50
2003	8	-8.3	105.9	33	4.5	3.2	6.4	106.81	235.85	238.14	2.58
2003	8	-7.7	106.09	33	4.5	3.2	6.4	106.81	166.90	170.13	3.80
2003	9	-6.2	106.44	163	4.5	3.2	6.4	106.81	48.36	170.02	3.80
2003	9	-6.2	105.3	33	4.7	3.5	6.4	106.81	169.54	172.72	4.58
2003	9	-8.1	107.71	33	4.8	3.7	6.4	106.81	216.46	218.96	3.86
2003	9	-7.7	106.02	42	4.4	3	6.4	106.81	172.66	177.70	3.27
2003	9	-7.7	106.07	46	4.3	2.9	6.4	106.81	163.15	169.52	3.11
2003	11	-6.6	106.87	33	4.4	3	6.4	106.81	22.12	39.73	14.43
2003	11	-6.4	105.54	73	4.3	2.9	6.4	106.81	141.04	158.81	3.35
2003	11	-8.1	107.37	33	4.4	3	6.4	106.81	194.46	197.24	2.90
2003	11	-6.7	106.41	33	4.6	3.3	6.4	106.81	56.17	65.15	11.49
2003	12	-6.8	106.36	100	4.4	3	6.4	106.81	69.09	121.54	4.98
2003	12	-7.8	108.27	33	4.4	3	6.4	106.81	224.53	226.94	2.46

2004	2	-7.7	106.43	50	4.6	3.3	6.4	106.81	145.02	153.40	4.73
2004	2	-7.2	106.6	75	4.3	2.9	6.4	106.81	90.74	117.72	4.66
2004	2	-7.1	107.03	112	4.4	3	6.4	106.81	77.22	136.04	4.41
2004	3	-7.1	106.14	83	4.6	3.3	6.4	106.81	103.62	132.76	5.55
2004	5	-6.8	105.62	74	4.7	3.5	6.4	106.81	139.35	157.78	5.07
2004	5	-6.1	105.9	119	4.4	3	6.4	106.81	105.05	158.74	3.71
2004	5	-7.8	107.09	76	4.7	3.5	6.4	106.81	156.30	173.80	4.55
2004	5	-8	107.69	55	4.5	3.2	6.4	106.81	199.78	207.21	3.03
2004	5	-6.7	108.45	219	4.5	3.2	6.4	106.81	184.31	286.24	2.07
2004	6	-5.8	105.96	193	4.2	2.7	6.4	106.81	118.10	226.27	2.02
2004	6	-7.8	108	78	4.4	3	6.4	106.81	201.43	216.00	2.61
2004	7	-6.6	105.27	68	4.2	2.7	6.4	106.81	172.24	185.17	2.54
2004	7	-6.2	108.03	306	4	2.4	6.4	106.81	138.23	335.77	1.03
2004	7	-5.7	105.25	18	4.5	3.2	6.4	106.81	191.18	192.03	3.31
2004	8	-5.7	105.56	178	4.3	2.9	6.4	106.81	157.95	237.98	2.10
2004	8	-5.6	105.27	20	4.5	3.2	6.4	106.81	191.62	192.66	3.30
2004	8	-5.7	105.29	60	4.6	3.3	6.4	106.81	184.83	194.33	3.61
2004	8	-5.7	105.36	43	4.3	2.9	6.4	106.81	180.70	185.74	2.81
2004	8	-7	105.32	50	4.3	2.9	6.4	106.81	180.00	186.82	2.79
2004	8	-5.7	105.32	10	4.6	3.3	6.4	106.81	180.89	181.17	3.92
2004	9	-6.4	107.17	193	4.3	2.9	6.4	106.81	40.10	197.12	2.62
2004	10	-7.4	106.2	50	4.9	3.8	6.4	106.81	133.83	142.87	6.95
2004	10	-7	107.3	61	4.1	2.5	6.4	106.81	86.85	106.13	4.24
2004	10	-8.3	105.7	35	4.4	3	6.4	106.81	246.17	248.65	2.21
2004	11	-7.3	107.94	106	4.2	2.7	6.4	106.81	160.35	192.22	2.44
2004	11	-6.6	105.72	15	4.1	2.5	6.4	106.81	123.21	124.12	3.59
2004	12	-7.7	108.18	104	4.6	3.3	6.4	106.81	212.72	236.78	2.87
2004	12	-6.2	105.93	75	4.5	3.2	6.4	106.81	99.28	124.43	5.38
2005	2	-7	107.82	15	4.8	3.7	6.4	106.81	132.72	133.57	6.76
2005	3	-8.4	106.16	40	4.2	2.7	6.4	106.81	231.32	234.75	1.93
2005	4	-7	107.55	96	4.6	3.3	6.4	106.81	105.05	142.31	5.14
2005	4	-5.9	105.48	30	4.8	3.7	6.4	106.81	159.33	162.13	5.45
2005	4	-5.9	105.58	35	4.1	2.5	6.4	106.81	146.97	151.08	2.89
2005	4	-6.9	107.46	10	4.4	3	6.4	106.81	90.35	90.91	6.76
2005	4	-7.4	106.96	66	4.7	3.5	6.4	106.81	115.54	133.06	6.13
2005	5	-7.9	106.93	75	4.1	2.5	6.4	106.81	162.61	179.07	2.39
2005	6	-7.7	107.61	98	4.6	3.3	6.4	106.81	165.67	192.48	3.65
2005	6	-7.4	106.97	102	4.1	2.5	6.4	106.81	115.70	154.24	2.83
2005	6	-7.1	107.3	107	4.1	2.5	6.4	106.81	92.14	141.20	3.12
2005	6	-6.9	106.24	41	4.9	3.8	6.4	106.81	82.00	91.68	11.15
2005	7	-7.6	106.96	40	4.3	2.9	6.4	106.81	137.54	143.24	3.76
2005	7	-6.7	105.87	55	4.8	3.7	6.4	106.81	109.52	122.56	7.42
2005	7	-8.2	105.98	35	4.2	2.7	6.4	106.81	223.05	225.78	2.02
2005	8	-5.8	105.21	15	4.1	2.5	6.4	106.81	190.47	191.06	2.22
2005	8	-8.1	106.96	30	4.8	3.7	6.4	106.81	188.33	190.70	4.53
2005	8	-6.9	106.09	10	4	2.4	6.4	106.81	97.30	97.81	4.17
2005	8	-8.2	106.03	30	4.5	3.2	6.4	106.81	217.75	219.81	2.83
2005	8	-7	106.62	102	4.1	2.5	6.4	106.81	67.75	122.45	3.64
2005	9	-6.6	105.84	10	4.7	3.5	6.4	106.81	109.93	110.39	7.50
2005	9	-5.8	105.5	57	5	4	6.4	106.81	158.14	168.10	6.41

2005	10	-7.9	107.03	35	4.9	3.8	6.4	106.81	167.18	170.81	5.69
2005	10	-8	106.95	90	4.6	3.3	6.4	106.81	174.96	196.75	3.56
2005	10	-6.8	105.58	15	4.7	3.5	6.4	106.81	142.57	143.36	5.65
2005	10	-6.9	105.55	23	4.6	3.3	6.4	106.81	151.73	153.46	4.73
2005	10	-7.1	105.48	30	4.5	3.2	6.4	106.81	168.94	171.59	3.76
2005	10	-7.8	108.06	35	4.3	2.9	6.4	106.81	206.68	209.62	2.44
2005	11	-7.4	106.99	108	4.8	3.7	6.4	106.81	110.60	154.58	5.75
2005	12	-5.9	105.49	15	4.7	3.5	6.4	106.81	155.16	155.89	5.14
2006	1	-6	105.14	15	4.2	2.7	6.4	106.81	190.36	190.95	2.46
2006	1	-5.9	105.15	35	4.4	3	6.4	106.81	193.76	196.90	2.90
2006	1	-5.6	105.45	30	4.5	3.2	6.4	106.81	176.85	179.38	3.58
2006	2	-6.9	105.36	15	4.3	2.9	6.4	106.81	169.89	170.55	3.09
2006	3	-6.7	105.16	15	4.6	3.3	6.4	106.81	185.96	186.56	3.79
2006	3	-7.8	107.76	69	4.9	3.8	6.4	106.81	184.14	196.65	4.84
2006	3	-6.9	105.6	122	4.5	3.2	6.4	106.81	145.33	189.75	3.36
2006	3	-7.4	106.72	20	5	4	6.4	106.81	108.13	109.97	10.21
2006	4	-7.4	106.07	29	4.5	3.2	6.4	106.81	141.68	144.62	4.56
2006	5	-5.5	105.68	10	4.3	2.9	6.4	106.81	159.66	159.98	3.32
2006	5	-7.5	106.09	49	4.8	3.7	6.4	106.81	143.16	151.31	5.89
2006	6	-7.5	106.11	10	4.3	2.9	6.4	106.81	146.60	146.94	3.66
2006	6	-5.6	105.57	208	4.1	2.5	6.4	106.81	163.20	264.38	1.52
2006	6	-7.1	105.56	30	4.9	3.8	6.4	106.81	160.68	163.45	5.98
2006	6	-5.6	106.02	174	4.4	3	6.4	106.81	121.68	212.33	2.66
2006	7	-7.5	106.13	10	4.5	3.2	6.4	106.81	144.49	144.84	4.55
2006	7	-6	105.57	117	4.3	2.9	6.4	106.81	144.62	186.02	2.80
2006	7	-6	107.3	256	4.1	2.5	6.4	106.81	73.10	266.23	1.50
2006	7	-7.7	106	10	4.6	3.3	6.4	106.81	165.33	165.64	4.34
2006	7	-7.3	105.58	10	4.5	3.2	6.4	106.81	167.87	168.17	3.85
2006	7	-8.4	108.29	10	4.3	2.9	6.4	106.81	271.73	271.92	1.80
2006	7	-7.4	106.36	28	4.2	2.7	6.4	106.81	124.77	127.87	3.85
2006	7	-6.6	107.33	10	4.3	2.9	6.4	106.81	60.07	60.90	9.02
2006	8	-8.4	107.5	10	4.4	3	6.4	106.81	229.60	229.82	2.43
2006	8	-7.7	108.02	10	4.8	3.7	6.4	106.81	197.13	197.39	4.35
2006	8	-7.9	106.82	10	4.6	3.3	6.4	106.81	160.95	161.26	4.47
2006	8	-7.6	107.97	10	4.3	2.9	6.4	106.81	187.67	187.94	2.77
2006	8	-6.9	106.14	111	4.5	3.2	6.4	106.81	92.14	144.26	4.57
2006	9	-8.1	107.08	10	4.7	3.5	6.4	106.81	191.07	191.33	4.07
2006	9	-7.2	106.74	35	4.4	3	6.4	106.81	83.61	90.64	6.78
2006	9	-7.7	107.78	10	4.4	3	6.4	106.81	180.04	180.32	3.21
2006	10	-7	106.1	10	4.6	3.3	6.4	106.81	99.69	100.19	7.50
2006	10	-7.8	107.93	49	4.1	2.5	6.4	106.81	199.88	205.80	2.03
2006	10	-6.2	105.38	150	4	2.4	6.4	106.81	159.72	219.11	1.71
2006	10	-6.8	106.45	154	4.4	3	6.4	106.81	57.30	164.32	3.57
2006	10	-7.2	106.14	68	4.2	2.7	6.4	106.81	113.30	132.14	3.71
2006	10	-5.2	106.09	10	4.2	2.7	6.4	106.81	155.34	155.66	3.10
2006	10	-6.7	106.62	109	4.2	2.7	6.4	106.81	43.23	117.26	4.23
2006	10	-7	106.75	10	4.7	3.5	6.4	106.81	66.93	67.68	12.28
2006	11	-8.1	107.45	23	4.5	3.2	6.4	106.81	197.48	198.82	3.18
2006	12	-6	107.35	35	4.4	3	6.4	106.81	72.66	80.65	7.63
2006	12	-7.1	107.29	30	4.3	2.9	6.4	106.81	92.39	97.14	5.70

2007	1	-7.9	107.01	48	4.6	3.3	6.4	106.81	166.87	173.64	4.11
2007	1	-7	108.16	10	4.5	3.2	6.4	106.81	165.84	166.14	3.90
2007	1	-7	105.51	35	4.6	3.3	6.4	106.81	157.56	161.40	4.47
2007	1	-8	107.57	32	4.4	3	6.4	106.81	191.62	194.27	2.95
2007	1	-5.4	105.72	100	4	2.4	6.4	106.81	161.96	190.35	2.01
2007	2	-7.7	107.91	10	4.7	3.5	6.4	106.81	190.73	190.99	4.08
2007	2	-6.5	105.19	10	4.5	3.2	6.4	106.81	180.40	180.68	3.55
2007	2	-7.9	107.11	35	4.3	2.9	6.4	106.81	173.06	176.57	2.97
2007	3	-8	106.66	10	4.6	3.3	6.4	106.81	177.27	177.56	4.01
2007	4	-5.9	107.46	310	4.2	2.7	6.4	106.81	89.04	322.53	1.32
2007	4	-6	106.53	136	4.8	3.7	6.4	106.81	52.39	145.74	6.14
2007	4	-5.6	105.87	181	4.4	3	6.4	106.81	136.30	226.58	2.47
2007	5	-8.3	107.58	47	4.1	2.5	6.4	106.81	228.59	233.37	1.76
2007	5	-6.6	105.22	16	5	4	6.4	106.81	177.62	178.34	5.99
2007	6	-5.9	105.54	59	4.4	3	6.4	106.81	152.33	163.36	3.59
2007	7	-7.2	106.37	98	4.4	3	6.4	106.81	99.41	139.59	4.28
2007	7	-7	106.24	54	4.8	3.7	6.4	106.81	87.92	103.18	8.91
2007	8	-6.4	107.33	201	4.8	3.7	6.4	106.81	57.82	209.15	4.07
2007	8	-6.5	105.14	51	5	4	6.4	106.81	185.85	192.72	5.48
2007	8	-7.3	106.01	21	4.8	3.7	6.4	106.81	137.01	138.61	6.49
2007	8	-7.8	107.78	15	4.1	2.5	6.4	106.81	187.23	187.83	2.26
2007	8	-8.1	107.1	8	4.9	3.8	6.4	106.81	191.43	191.59	4.99
2007	8	-5.8	107.28	317	4.1	2.5	6.4	106.81	81.15	327.22	1.17
2007	8	-7.4	108.36	52	4.5	3.2	6.4	106.81	206.57	213.02	2.94
2007	9	-7.7	106.88	35	4.2	2.7	6.4	106.81	142.29	146.53	3.31
2007	9	-5.7	105.53	10	5	4	6.4	106.81	160.37	160.68	6.75
2007	9	-7.8	107.85	28	4.1	2.5	6.4	106.81	196.27	198.26	2.12
2007	9	-7.9	107.82	40	4.6	3.3	6.4	106.81	196.15	200.18	3.49
2007	9	-5.9	105.57	35	5	4	6.4	106.81	149.25	153.30	7.11
2007	9	-8	107.6	14	4.9	3.8	6.4	106.81	193.11	193.61	4.93
2007	10	-7.8	107.75	35	4.3	2.9	6.4	106.81	189.03	192.24	2.70
2007	10	-7.1	106.62	10	4.4	3	6.4	106.81	84.80	85.39	7.20
2007	11	-7.9	107.96	10	4.6	3.3	6.4	106.81	205.42	205.67	3.39
2007	11	-6.7	107.19	74	4.8	3.7	6.4	106.81	53.06	91.06	10.14
2007	11	-7.6	106.95	35	4.7	3.5	6.4	106.81	137.41	141.80	5.71
2007	12	-7.1	105.99	87	5	4	6.4	106.81	117.54	146.23	7.49
2007	12	-6.8	105.72	35	4.2	2.7	6.4	106.81	127.42	132.14	3.71
2008	1	-8.2	107.85	35	4.3	2.9	6.4	106.81	230.75	233.39	2.15
2008	2	-7.7	107	35	4.5	3.2	6.4	106.81	141.44	145.71	4.52
2008	2	-8.2	105.57	35	4.6	3.3	6.4	106.81	239.89	242.43	2.79
2008	2	-7.1	106.75	35	4.2	2.7	6.4	106.81	72.46	80.47	6.24
2008	3	-7.1	106.84	46	4.6	3.3	6.4	106.81	75.55	88.46	8.52
2008	3	-7.6	106.67	35	4.3	2.9	6.4	106.81	134.10	138.60	3.90
2008	3	-5.8	105.4	35	4.1	2.5	6.4	106.81	170.97	174.52	2.46
2008	3	-5.8	105.53	35	4.5	3.2	6.4	106.81	156.45	160.31	4.07
2008	3	-7.8	108.1	103	4.5	3.2	6.4	106.81	211.31	235.08	2.62
2008	4	-6.7	105.57	10	4.6	3.3	6.4	106.81	141.88	142.23	5.14
2008	4	-5.9	105.49	21	4.9	3.8	6.4	106.81	156.29	157.69	6.22
2008	4	-8.2	106.71	35	4.2	2.7	6.4	106.81	202.32	205.33	2.26
2008	4	-6.7	106.99	152	4.3	2.9	6.4	106.81	40.75	157.37	3.39

2008	4	-7.1	105.38	51	4.3	2.9	6.4	106.81	174.36	181.66	2.88
2008	4	-7.8	107.88	40	5	4	6.4	106.81	193.83	197.92	5.32
2008	4	-7.2	105.99	49	4.7	3.5	6.4	106.81	130.30	139.21	5.83
2008	5	-7.5	106.14	60	4.1	2.5	6.4	106.81	138.26	150.71	2.90
2008	5	-7.1	107.14	35	4	2.4	6.4	106.81	89.94	96.51	4.23
2008	5	-8	106.95	35	4.9	3.8	6.4	106.81	176.07	179.51	5.37
2008	5	-5.7	107.73	407	4	2.4	6.4	106.81	126.99	426.35	0.77
2008	6	-7.7	108.09	110	4.3	2.9	6.4	106.81	198.59	227.02	2.22
2008	6	-7.1	107.83	35	4	2.4	6.4	106.81	134.25	138.74	2.87
2008	7	-6.9	106.04	100	4.8	3.7	6.4	106.81	99.00	140.71	6.38
2008	7	-8.3	105.32	35	4.4	3	6.4	106.81	266.27	268.56	2.02
2008	7	-8	107.81	35	4.6	3.3	6.4	106.81	207.56	210.49	3.30
2008	7	-8	107.96	35	4.4	3	6.4	106.81	214.23	217.07	2.59
2008	7	-7.9	106.75	67	4.5	3.2	6.4	106.81	161.09	174.47	3.69
2008	7	-8.4	105.39	35	4.3	2.9	6.4	106.81	270.46	272.71	1.79
2008	7	-8.4	105.31	34	4.4	3	6.4	106.81	276.61	278.69	1.93
2008	7	-7.2	105.98	35	4	2.4	6.4	106.81	127.19	131.92	3.03
2008	7	-6.7	106.93	143	4.1	2.5	6.4	106.81	37.94	147.95	2.96
2008	8	-6.8	106.19	21	4.4	3	6.4	106.81	82.51	85.14	7.23
2008	8	-8.1	107.65	77	4.8	3.7	6.4	106.81	210.48	224.12	3.75
2008	8	-7.7	106.24	36	4.3	2.9	6.4	106.81	159.60	163.61	3.24
2008	9	-6	106.32	76	4	2.4	6.4	106.81	68.83	102.53	3.97
2008	9	-7.7	108.07	94	4.4	3	6.4	106.81	200.16	221.13	2.54
2008	10	-7.6	108.02	10	4.5	3.2	6.4	106.81	191.52	191.78	3.32
2008	10	-6.8	106.72	10	4.1	2.5	6.4	106.81	43.35	44.49	9.69
2008	10	-7.5	107.23	38	4.9	3.8	6.4	106.81	134.85	140.11	7.10
2008	11	-8.4	107.08	27	4.5	3.2	6.4	106.81	219.61	221.27	2.81
2008	11	-5.7	105.7	63	4.7	3.5	6.4	106.81	147.47	160.36	4.98
2008	11	-7.4	106.13	35	4.1	2.5	6.4	106.81	133.32	137.83	3.20
2008	11	-7.2	106.64	59	4.5	3.2	6.4	106.81	89.70	107.36	6.30
2008	11	-5.7	106.81	278	4.3	2.9	6.4	106.81	83.25	290.20	1.66
2008	12	-8.4	107.63	35	4.5	3.2	6.4	106.81	238.91	241.46	2.53
2008	12	-7.9	108.22	47	4.5	3.2	6.4	106.81	227.70	232.50	2.65
2008	12	-5.9	105.37	10	4.7	3.5	6.4	106.81	168.49	168.78	4.70
2008	12	-6.3	108.27	329	4.2	2.7	6.4	106.81	162.30	366.86	1.13
2009	1	-7.8	107.92	44	4.1	2.5	6.4	106.81	195.72	200.60	2.09
2009	1	-5.8	106.05	186	4.1	2.5	6.4	106.81	110.29	216.24	1.92
2009	1	-7.7	108.13	10	4.3	2.9	6.4	106.81	202.56	202.80	2.54
2009	1	-7.9	106.09	35	4.5	3.2	6.4	106.81	179.70	183.08	3.50
2009	3	-7.3	106.04	10	4.3	2.9	6.4	106.81	134.02	134.39	4.03
2009	3	-7	106.15	47	5	4	6.4	106.81	96.08	106.96	10.52
2009	5	-8.2	108	35	4.8	3.7	6.4	106.81	234.91	237.50	3.51
2009	6	-7.7	107.47	18	4.6	3.3	6.4	106.81	165.80	166.78	4.30
2009	6	-5.4	105.59	183	4.6	3.3	6.4	106.81	173.70	252.31	2.66
2009	6	-6.8	105.12	34	4.6	3.3	6.4	106.81	192.03	195.02	3.60
2009	7	-6.7	106.02	71	4.6	3.3	6.4	106.81	93.80	117.64	6.33
2009	9	-7.9	107.29	35	4.8	3.7	6.4	106.81	170.59	174.15	5.02
2009	9	-8	107.28	59	4.9	3.8	6.4	106.81	180.85	190.23	5.03
2009	9	-7.9	107.27	35	4.5	3.2	6.4	106.81	173.09	176.60	3.64
2009	9	-7.9	107.22	55	4.9	3.8	6.4	106.81	170.47	179.12	5.39

2009	10	-7.8	107.33	13	4.2	2.7	6.4	106.81	165.77	166.28	2.87
2009	10	-7.8	107.3	35	4.7	3.5	6.4	106.81	166.74	170.37	4.65
2009	10	-8.1	107.65	35	4.2	2.7	6.4	106.81	214.47	217.31	2.11
2009	10	-7.8	107.31	35	4.4	3	6.4	106.81	160.84	164.60	3.56
2009	10	-8.1	107.3	35	4.7	3.5	6.4	106.81	192.12	195.28	3.98
2009	10	-7.8	108.28	15	4.3	2.9	6.4	106.81	228.41	228.91	2.20
2009	10	-7.1	106.5	15	4.7	3.5	6.4	106.81	79.94	81.33	10.27
2009	11	-7.9	107.14	34	4.4	3	6.4	106.81	167.23	170.65	3.42
2009	12	-6.9	106.24	10	4.6	3.3	6.4	106.81	82.72	83.32	9.05
2009	12	-6	105.1	35	4.7	3.5	6.4	106.81	195.19	198.30	3.91
2010	1	-7.2	105.15	38	4.6	3.3	6.4	106.81	204.06	207.57	3.35
2010	1	-8.3	107.98	57	4.2	2.7	6.4	106.81	242.97	249.57	1.80
2010	1	-7.9	107.82	58	4.4	3	6.4	106.81	198.89	207.17	2.74
2010	1	-8.1	107.39	89	4.7	3.5	6.4	106.81	200.43	219.30	3.48
2010	2	-7.3	105.93	50	4.9	3.8	6.4	106.81	138.14	146.91	6.73
2010	4	-7.4	106.49	60	4.3	2.9	6.4	106.81	114.43	129.21	4.21
2010	4	-7.9	107.79	61	4.5	3.2	6.4	106.81	196.11	205.37	3.06
2010	5	-8	107.78	71	4.5	3.2	6.4	106.81	211.50	223.10	2.78
2010	5	-6.6	105.16	38	5	4	6.4	106.81	185.08	188.94	5.61
2010	5	-7.1	105.15	35	4.5	3.2	6.4	106.81	200.85	203.87	3.09
2010	5	-6.2	106.33	134	4.3	2.9	6.4	106.81	56.16	145.29	3.70
2010	5	-7.5	106.34	35	4.1	2.5	6.4	106.81	131.76	136.33	3.24
2010	6	-7.6	105.96	35	4.4	3	6.4	106.81	165.96	169.61	3.45
2010	7	-6.2	105.96	110	4.7	3.5	6.4	106.81	96.44	146.29	5.52
2010	8	-8	107.8	70	4.2	2.7	6.4	106.81	206.96	218.48	2.10
2010	8	-7.4	105.86	48	4.9	3.8	6.4	106.81	153.10	160.45	6.10
2010	8	-8.4	105.88	35	4.9	3.8	6.4	106.81	239.81	242.35	3.79

Tabel Percepatan Gempa Skala 5-6 SR

Thn	Bln	Lg	Bg	Depth	Mb	Ms	Lk	Bk	Episenter (Km)	Hiposenter (Km)	Percepatan (gal)
1973	7	-6.67	105.61	75	5.4	4.62	6.4	106.81	136.53	155.77	10.49
1974	5	-6.49	105.34	88	5.3	4.46	6.4	106.81	163.48	185.66	7.77
1974	5	-6.51	106.84	131	6	5.57	6.4	106.81	12.66	131.61	23.29
1974	6	-6.01	105.46	59	5	3.98	6.4	106.81	155.98	166.76	6.47
1974	6	-7.91	106.87	83	5.1	4.14	6.4	106.81	167.74	187.15	6.28
1974	9	-7.52	108.15	106	5.2	4.30	6.4	106.81	193.85	220.94	5.74
1974	9	-7.58	107.23	93	5.5	4.78	6.4	106.81	139.03	167.27	10.72
1974	9	-6.13	105.52	54	5.1	4.14	6.4	106.81	146.29	155.94	7.72
1974	11	-6.78	105.34	95	5.1	4.14	6.4	106.81	168.53	193.46	6.04
1975	2	-6.69	106.68	27	5.6	4.93	6.4	106.81	35.28	44.42	44.68
1975	2	-5.96	105.74	62	5.2	4.30	6.4	106.81	128.42	142.60	9.45
1975	5	-7.4	107.5	106	5.2	4.30	6.4	106.81	134.86	171.53	7.68
1975	6	-7.81	107.93	88	5	3.98	6.4	106.81	199.88	218.39	4.74
1975	12	-7.12	106.07	77	5.6	4.93	6.4	106.81	114.60	138.07	14.71
1976	1	-7.82	108.2	101	5.8	5.25	6.4	106.81	220.57	242.59	9.47
1976	2	-6.99	106.95	111	5.1	4.14	6.4	106.81	67.31	129.81	9.46
1976	2	-5.66	105.54	58	5.2	4.30	6.4	106.81	163.15	173.16	7.60

1976	3	-6.84	106.32	103	5.2	4.30	6.4	106.81	73.10	126.30	10.79
1976	3	-6.8	106.3	99	5	3.98	6.4	106.81	71.94	122.38	9.11
1976	7	-6.1	106.51	100	5.1	4.14	6.4	106.81	47.09	110.53	11.25
1977	8	-7.32	107.17	99	5	3.98	6.4	106.81	109.66	147.74	7.41
1977	8	-8.17	107.64	52	5.7	5.09	6.4	106.81	217.00	223.14	9.43
1977	8	-7.76	107.57	33	5.7	5.09	6.4	106.81	172.93	176.05	12.40
1977	9	-6.57	107.09	105	5.9	5.41	6.4	106.81	36.36	111.12	25.25
1977	11	-5.93	105.79	100	5.3	4.46	6.4	106.81	124.66	159.81	9.21
1977	11	-5.98	105.54	88	5	3.98	6.4	106.81	148.48	172.60	6.22
1978	2	-7.71	107.05	85	5.4	4.62	6.4	106.81	147.83	170.52	9.48
1978	5	-8.29	106.16	33	5.1	4.14	6.4	106.81	221.85	224.29	5.09
1978	8	-7.37	107.43	100	5.1	4.14	6.4	106.81	127.79	162.26	7.39
1978	9	-5.84	105.55	33	5.2	4.30	6.4	106.81	153.05	156.57	8.51
1978	9	-7.77	106.8	33	5.2	4.30	6.4	106.81	152.07	155.61	8.57
1978	9	-6.67	105.58	63	5.5	4.78	6.4	106.81	139.78	153.32	11.83
1978	9	-6.64	105.65	87	5	3.98	6.4	106.81	131.49	157.66	6.89
1978	11	-7.34	106.66	76	5.2	4.30	6.4	106.81	105.66	130.15	10.44
1978	12	-7.74	108.03	89	5	3.98	6.4	106.81	201.15	219.96	4.70
1978	12	-6.59	105.34	51	5.4	4.62	6.4	106.81	164.53	172.25	9.37
1979	3	-8.33	107.61	65	5.1	4.14	6.4	106.81	231.91	240.84	4.68
1979	5	-7.72	107.15	91	5.1	4.14	6.4	106.81	151.30	176.56	6.71
1979	5	-6.31	105.96	117	5.9	5.41	6.4	106.81	94.88	150.63	18.12
1979	5	-6.16	105.33	57	5.1	4.14	6.4	106.81	166.43	175.92	6.74
1979	9	-6.83	106.75	95	5.2	4.30	6.4	106.81	48.19	106.52	12.95
1979	10	-7.21	106.04	33	5.9	5.41	6.4	106.81	124.05	128.37	21.62
1979	12	-6.76	105.36	92	5.1	4.14	6.4	106.81	165.84	189.65	6.18
1980	3	-7.04	106.17	33	5.3	4.46	6.4	106.81	100.47	105.75	14.45
1980	5	-7.15	106.09	74	5	3.98	6.4	106.81	115.40	137.09	8.05
1980	7	-7.57	106.39	33	5.3	4.46	6.4	106.81	137.98	141.88	10.52
1980	9	-7.13	107.65	141	5.4	4.62	6.4	106.81	123.53	187.46	8.51
1982	2	-6.04	105.38	84	5	3.98	6.4	106.81	163.68	183.98	5.78
1982	2	-6.86	106.94	39	5.5	4.78	6.4	106.81	53.06	65.85	28.44
1982	5	-8.05	107.92	78	5.3	4.46	6.4	106.81	220.74	234.11	5.93
1982	5	-6.94	106.86	57	5	3.98	6.4	106.81	60.20	82.90	13.67
1982	8	-7.93	107.97	78	5	3.98	6.4	106.81	213.12	226.95	4.53
1982	9	-8.13	107.24	60	5.1	4.14	6.4	106.81	197.87	206.77	5.60
1982	10	-8.09	107.18	33	5.2	4.30	6.4	106.81	192.03	194.85	6.64
1982	11	-6	105.42	61	5.3	4.46	6.4	106.81	160.55	171.75	8.49
1983	2	-7.29	107.17	68	5.1	4.14	6.4	106.81	106.57	126.41	9.74
1983	3	-5.86	105.61	79	5	3.98	6.4	106.81	146.07	166.06	6.50
1983	3	-7.19	107.76	121	5.3	4.46	6.4	106.81	137.15	182.89	7.90
1983	4	-7.44	107.03	86	5	3.98	6.4	106.81	117.99	146.01	7.51
1983	4	-6.43	105.42	79	5.3	4.46	6.4	106.81	154.33	173.37	8.40
1983	7	-6.71	106.35	111	5	3.98	6.4	106.81	61.57	126.93	8.76
1983	7	-6.73	105.59	33	5.4	4.62	6.4	106.81	140.29	144.12	11.44
1983	10	-8.14	105.54	33	5.1	4.14	6.4	106.81	239.11	241.38	4.67
1983	11	-6.08	105.42	68	5	3.98	6.4	106.81	158.33	172.31	6.23
1984	3	-6.82	105.48	84	5.1	4.14	6.4	106.81	154.82	176.14	6.73
1984	3	-7.64	106.96	52	5.7	5.09	6.4	106.81	138.64	148.07	15.07
1984	3	-5.9	105.31	73	5.1	4.14	6.4	106.81	175.51	190.08	6.17

1984	3	-6.61	105.33	67	5.5	4.78	6.4	106.81	165.93	178.94	9.93
1984	4	-7.02	106.14	49	5	3.98	6.4	106.81	101.33	112.55	9.97
1984	4	-7.05	106.17	77	5.3	4.46	6.4	106.81	101.25	127.21	11.86
1984	7	-8.21	106.22	33	5.2	4.30	6.4	106.81	211.31	213.88	5.96
1984	9	-5.87	105.54	61	5.1	4.14	6.4	106.81	152.75	164.48	7.27
1984	9	-5.57	105.15	140	5	3.98	6.4	106.81	206.01	249.08	4.06
1984	10	-6	105.66	33	5	3.98	6.4	106.81	135.15	139.12	7.92
1984	11	-7.55	106.52	33	5.2	4.30	6.4	106.81	131.65	135.72	9.98
1984	12	-7.88	108.02	76	5.6	4.93	6.4	106.81	212.20	225.40	8.42
1984	12	-6.04	105.51	60	5.2	4.30	6.4	106.81	149.73	161.30	8.23
1985	1	-6.13	105.96	157	5.1	4.14	6.4	106.81	99.00	185.60	6.34
1985	2	-5.98	105.39	68	5.2	4.30	6.4	106.81	164.37	177.88	7.37
1985	3	-6.58	105.42	69	5.7	5.09	6.4	106.81	155.58	170.19	12.89
1985	4	-7.76	107.97	33	5.2	4.30	6.4	106.81	198.41	201.14	6.40
1985	4	-5.99	105.57	66	5.1	4.14	6.4	106.81	144.97	159.29	7.54
1985	4	-7.72	108.04	82	5.3	4.46	6.4	106.81	200.27	216.41	6.51
1985	6	-7.38	107.46	61	5.1	4.14	6.4	106.81	130.53	144.08	8.44
1985	8	-6.01	105.39	93	5.3	4.46	6.4	106.81	163.46	188.06	7.65
1985	10	-6.79	107.08	153	5.9	5.41	6.4	106.81	52.65	161.81	16.73
1985	12	-5.65	105.82	148	5.1	4.14	6.4	106.81	137.86	202.26	5.74
1985	12	-6.72	108.18	251	5	3.98	6.4	106.81	156.16	295.61	3.31
1986	3	-6.11	105.34	33	5.1	4.14	6.4	106.81	166.31	169.56	7.03
1986	5	-7.3	106.49	60	5.6	4.93	6.4	106.81	106.03	121.83	16.86
1986	5	-8.21	105.61	21	5.1	4.14	6.4	106.81	241.05	241.97	4.66
1986	8	-6.22	105.14	76	5.2	4.30	6.4	106.81	186.44	201.34	6.39
1986	9	-6.07	105.53	33	5.1	4.14	6.4	106.81	146.73	150.39	8.04
1986	10	-7.5	107.23	81	5.6	4.93	6.4	106.81	130.70	153.76	13.05
1986	12	-6.85	106.34	78	5	3.98	6.4	106.81	72.23	106.30	10.59
1986	12	-7.11	107.39	89	5.2	4.30	6.4	106.81	101.76	135.19	10.02
1987	5	-6.47	105.44	70	5.1	4.14	6.4	106.81	152.27	167.59	7.12
1987	6	-6.13	105.96	131	5	3.98	6.4	106.81	99.00	164.20	6.58
1987	10	-7.87	105.26	30	5.5	4.78	6.4	106.81	237.12	239.01	7.10
1987	11	-5.96	105.53	33	5	3.98	6.4	106.81	150.24	153.82	7.08
1988	2	-5.97	105.53	46	5.2	4.30	6.4	106.81	149.88	156.78	8.50
1988	4	-6.74	105.47	33	5	3.98	6.4	106.81	153.45	156.96	6.93
1988	10	-5.98	105.5	89	5	3.98	6.4	106.81	152.70	176.74	6.05
1988	12	-7.21	107.16	79	5	3.98	6.4	106.81	97.94	125.83	8.84
1989	3	-6.01	105.36	33	5.3	4.46	6.4	106.81	166.67	169.91	8.59
1989	4	-6.54	105.83	74	5.1	4.14	6.4	106.81	109.88	132.48	9.25
1989	8	-6.84	106.13	33	5.2	4.30	6.4	106.81	89.90	95.77	14.47
1989	9	-6.7	108.43	221	5.3	4.46	6.4	106.81	182.88	286.85	4.66
1989	11	-6.39	105.14	91	5.1	4.14	6.4	106.81	185.37	206.50	5.60
1990	1	-6.65	105.91	64	5.3	4.46	6.4	106.81	103.68	121.84	12.42
1990	1	-5.88	105.67	104	5.3	4.46	6.4	106.81	139.08	173.67	8.38
1990	4	-6.82	105.14	33	5.6	4.93	6.4	106.81	191.14	193.97	10.02
1990	4	-7.12	106.69	33	5	3.98	6.4	106.81	81.02	87.49	12.95
1990	7	-6.9	108.12	13	5.5	4.78	6.4	106.81	155.64	156.18	11.58
1990	8	-6.46	105.4	47	5.4	4.62	6.4	106.81	156.65	163.55	9.93
1990	9	-6.79	106.18	115	5.1	4.14	6.4	106.81	82.24	141.38	8.61
1991	1	-7.32	106.73	33	5	3.98	6.4	106.81	102.51	107.69	10.44

1991	4	-7.62	108.08	60	5	3.98	6.4	106.81	195.48	204.48	5.12
1991	6	-6.61	105.58	112	5.3	4.46	6.4	106.81	138.51	178.12	8.14
1991	10	-6.99	105.4	61	5.4	4.62	6.4	106.81	169.66	180.29	8.89
1992	3	-5.95	106.16	144	5.3	4.46	6.4	106.81	87.75	168.63	8.67
1992	5	-6.05	105.28	33	5.7	5.09	6.4	106.81	174.22	177.31	12.30
1992	9	-7.07	105.48	33	5.3	4.46	6.4	106.81	165.30	168.57	8.67
1992	9	-6.61	105.85	84	5.1	4.14	6.4	106.81	109.08	137.67	8.87
1992	10	-6.51	105.36	40	5.2	4.30	6.4	106.81	161.41	166.29	7.95
1992	10	-6.74	105.6	37	5.8	5.25	6.4	106.81	139.51	144.33	17.17
1992	10	-5.83	106.78	104	5.3	4.46	6.4	106.81	63.36	121.78	12.43
1992	10	-7.88	107.05	64	5.2	4.30	6.4	106.81	166.43	178.31	7.35
1992	11	-7.27	106.19	48	5.3	4.46	6.4	106.81	118.58	127.93	11.78
1992	12	-8.2	107.17	33	5	3.98	6.4	106.81	203.76	206.41	5.07
1993	2	-7.74	105.26	32	5.8	5.25	6.4	106.81	227.43	229.67	10.09
1993	3	-7.29	106.8	73	5.1	4.14	6.4	106.81	98.80	122.84	10.05
1993	11	-7.03	106.1	74	5.2	4.30	6.4	106.81	105.36	128.75	10.57
1994	7	-6.2	105.44	33	5	3.98	6.4	106.81	153.68	157.19	6.91
1994	7	-5.94	107.51	314	5.2	4.30	6.4	106.81	92.98	327.48	3.59
1995	1	-7.2	106.59	78	5.2	4.30	6.4	106.81	92.10	120.69	11.34
1995	2	-8.11	105.72	38	5.1	4.14	6.4	106.81	225.09	228.28	4.99
1995	4	-6.31	105.19	78	5.1	4.14	6.4	106.81	180.10	196.26	5.94
1995	5	-6.78	107.28	115	5.1	4.14	6.4	106.81	67.09	133.14	9.20
1995	10	-6.89	106.32	67	5.2	4.30	6.4	106.81	76.92	102.01	13.55
1996	11	-7.76	106.98	33	5.4	4.62	6.4	106.81	152.13	155.67	10.50
1996	12	-6.2	105.57	55	5.1	4.14	6.4	106.81	139.42	149.88	8.07
1997	1	-5.89	105.58	33	5	3.98	6.4	106.81	147.80	151.44	7.21
1998	2	-6.01	105.52	33	5	3.98	6.4	106.81	149.59	153.19	7.12
1998	8	-5.93	105.41	33	5	3.98	6.4	106.81	163.92	167.21	6.45
1998	8	-7.58	107.2	76	5.4	4.62	6.4	106.81	137.95	157.50	10.36
1998	9	-7.77	106.95	67	5.5	4.78	6.4	106.81	152.86	166.90	10.75
1998	10	-6.38	106.87	147	5.2	4.30	6.4	106.81	7.02	147.17	9.12
1998	11	-6.18	105.4	33	5	3.98	6.4	106.81	158.40	161.80	6.69
1998	12	-7.61	107.86	85	5	3.98	6.4	106.81	177.83	197.10	5.34
1998	12	-7.53	107.13	58	5.3	4.46	6.4	106.81	130.36	142.68	10.45
1999	3	-5.81	107.56	325	5.2	4.30	6.4	106.81	105.92	341.83	3.41
1999	5	-6.32	106.46	135	5.2	4.30	6.4	106.81	39.85	140.76	9.58
1999	6	-6.58	106.14	109	5.2	4.30	6.4	106.81	77.01	133.46	10.16
1999	7	-7.09	107.09	33	5.2	4.30	6.4	106.81	82.66	89.00	15.60
1999	8	-6.01	105.41	33	5.1	4.14	6.4	106.81	161.32	164.66	7.26
1999	11	-7.71	108.04	80	5	3.98	6.4	106.81	199.46	214.91	4.83
2000	1	-6.75	105.65	61	5.6	4.93	6.4	106.81	134.49	147.68	13.65
2000	6	-7.36	106.66	33	5.1	4.14	6.4	106.81	107.85	112.79	11.01
2000	7	-6.68	106.85	33	5.4	4.62	6.4	106.81	31.40	45.55	35.69
2000	7	-5.55	105.8	140	5.5	4.78	6.4	106.81	146.53	202.66	8.61
2000	7	-6.76	105.42	33	5.3	4.46	6.4	106.81	159.38	162.76	9.02
2000	10	-7.46	107.82	33	5.3	4.46	6.4	106.81	162.52	165.84	8.83
2000	11	-6.53	105.25	29	5.3	4.46	6.4	106.81	173.76	176.16	8.25
2001	1	-8.4	108.37	33	5.3	4.46	6.4	106.81	281.55	283.47	4.73
2001	3	-6.78	106.34	50	5	3.98	6.4	106.81	67.09	83.67	13.54
2001	3	-7.21	106.12	33	5.8	5.25	6.4	106.81	118.11	122.63	20.52

2001	6	-7.74	107.21	90	5.3	4.46	6.4	106.81	155.23	179.43	8.08
2001	6	-6.99	108.28	36	5	3.98	6.4	106.81	175.82	179.47	5.95
2002	4	-7.64	107.87	43	5.2	4.30	6.4	106.81	181.08	186.11	7.00
2002	4	-5.36	108.34	450	5.1	4.14	6.4	106.81	205.35	494.64	1.96
2002	8	-6.75	105.71	62	5.8	5.25	6.4	106.81	128.13	142.34	17.43
2002	10	-7.37	107.36	65	5.1	4.14	6.4	106.81	123.77	139.80	8.72
2003	1	-6.61	105.64	33	5.2	4.30	6.4	106.81	131.95	136.01	9.95
2003	5	-8.06	107.32	79	6	5.57	6.4	106.81	192.76	208.32	13.87
2003	11	-7.56	106.2	33	5.4	4.62	6.4	106.81	145.48	149.17	11.01
2003	12	-6.96	106.27	33	5.4	4.62	6.4	106.81	86.35	92.44	18.39
2004	3	-6.65	105.44	74	5.4	4.62	6.4	106.81	154.58	171.38	9.42
2004	5	-6.94	106.18	78	5.2	4.30	6.4	106.81	92.10	120.69	11.34
2004	9	-7.75	107.96	86	5.1	4.14	6.4	106.81	196.85	214.82	5.35
2005	1	-6.46	105.24	58	6	5.57	6.4	106.81	174.40	183.79	16.02
2005	6	-7.85	107.46	38	5.3	4.46	6.4	106.81	176.38	180.43	8.03
2005	9	-5.84	105.5	57	5	3.98	6.4	106.81	158.14	168.10	6.41
2005	10	-6.88	105.46	30	5.5	4.78	6.4	106.81	159.04	161.84	11.13
2006	3	-7.37	106.72	20	5	3.98	6.4	106.81	108.13	109.97	10.21
2006	5	-5.57	105.39	17	5.5	4.78	6.4	106.81	182.57	183.36	9.66
2006	11	-7.74	107.8	38	5.1	4.14	6.4	106.81	184.93	188.79	6.22
2006	12	-6.78	105.64	30	5.5	4.78	6.4	106.81	136.55	139.80	13.10
2007	1	-7.82	107.19	51	5.5	4.78	6.4	106.81	163.17	170.95	10.46
2007	5	-6.58	105.22	16	5	3.98	6.4	106.81	177.62	178.34	5.99
2007	8	-6.52	105.14	51	5	3.98	6.4	106.81	185.85	192.72	5.48
2007	9	-5.73	105.53	10	5	3.98	6.4	106.81	160.37	160.68	6.75
2007	9	-5.88	105.57	35	5	3.98	6.4	106.81	149.25	153.30	7.11
2007	12	-7.07	105.99	87	5	3.98	6.4	106.81	117.54	146.23	7.49
2008	4	-7.78	107.88	40	5	3.98	6.4	106.81	193.83	197.92	5.32
2008	12	-5.84	105.33	35	5.2	4.30	6.4	106.81	175.65	179.10	7.31
2008	12	-6.02	105.32	40	5.1	4.14	6.4	106.81	170.68	175.31	6.77
2009	3	-6.96	106.15	47	5	3.98	6.4	106.81	96.08	106.96	10.52
2009	9	-7.82	107.39	51	5.5	4.78	6.4	106.81	170.26	177.74	10.01
2009	9	-7.76	107.45	54	5.3	4.46	6.4	106.81	166.84	175.36	8.29
2009	10	-6.45	105.18	35	5.2	4.30	6.4	106.81	181.02	184.37	7.07
2010	1	-7.91	107.88	65	5.1	4.14	6.4	106.81	205.42	215.46	5.33
2010	5	-7.84	107.22	34	5.1	4.14	6.4	106.81	166.19	169.63	7.02
2010	5	-6.64	105.16	38	5	3.98	6.4	106.81	185.08	188.94	5.61
2010	6	-8.02	108.09	90	5.9	5.41	6.4	106.81	229.18	246.22	10.30
2010	7	-6.04	105.5	67	5.1	4.14	6.4	106.81	150.80	165.01	7.25
2010	8	-7.49	107.06	37	5.4	4.62	6.4	106.81	124.13	129.53	12.87

Tabel Percepatan Gempa Skala 6-7 SR

Thn	Bln	Lg	Bg	Depth	Mb	Ms	Lk	Bk	Episenter (Km)	Hiposenter (Km)	Percepatan (gal)
1974	5	-6.51	106.84	131	6	5.57	6.4	106.8	12.66	131.61	23.29
1974	11	-6.5	105.34	51	6.1	5.729	6.4	106.8	163.55	171.31	19.22
1979	11	-7.66	108.25	62	6.1	5.729	6.4	106.8	212.39	221.25	14.31
1988	8	-7.7	107.15	27	6.1	5.729	6.4	106.8	149.15	151.58	22.06

1996	12	-7.94	107.49	50	6.1	5.729	6.4	106.8	186.86	193.44	16.73
1997	3	-6.61	105.51	33	6.4	6.206	6.4	106.8	146.17	149.85	30.32
1999	12	-6.84	105.56	56	6.5	6.365	6.4	106.8	147.09	157.39	31.78
2000	10	-6.55	105.63	38	6.8	6.842	6.4	106.8	132.03	137.39	50.16
2002	1	-6.31	105.21	10	6.1	5.729	6.4	106.8	177.88	178.16	18.38
2003	5	-8.06	107.32	79	6	5.57	6.4	106.8	192.76	208.32	13.87
2005	1	-6.46	105.24	58	6	5.57	6.4	106.8	174.40	183.79	16.02
2006	7	-6.53	105.39	45	6.1	5.729	6.4	106.8	158.28	164.55	20.12
2007	8	-5.93	107.68	291	6.1	5.729	6.4	106.8	109.76	311.01	9.55
2009	9	-7.78	107.3	46	7	7.16	6.4	106.8	162.55	168.93	48.80
2009	10	-6.53	105.22	38	6.1	5.729	6.4	106.8	177.08	181.11	18.04

Tabel Percepatan Gempa Skala 7-8 SR

Thn	Bln	Lg	Bg	Depth	Mb	Ms	Lk	Bk	Episenter (Km)	Hiposenter (Km)	Percepatan (gal)
2007	8	-5.86	107.4	280	7.5	7.96	6.4	106.8	90.43	294.24	42.45
2009	9	-7.78	107.3	46	7	7.16	6.4	106.8	162.55	168.93	48.80

Gambar Foto Rumah Tipe 70 Di Perumahan Grand Depok City

