

**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA RISIKO KERUSAKAN BANGUNAN  
RUMAH TINGGAL TIPE 142 AKIBAT GEMPA  
(STUDI KASUS: RUMAH TINGGAL DI SEBUAH PERUMAHAN  
DI KOTA DEPOK)**

**SKRIPSI**

**TOMMY PANDI  
0606072742**

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



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISA RISIKO KERUSAKAN BANGUNAN RUMAH  
TINGGAL TIPE 142 AKIBAT GEMPA (STUDI KASUS:  
RUMAH TINGGAL DI SEBUAH PERUMAHAN  
DI KOTA DEPOK)**

**SKRIPSI**

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

**TOMMY PANDI  
0606072742**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI  
DEPOK  
JUNI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Tommy Pandi  
NPM : 0606072742

Tanda Tangan :   
Tanggal : 01 Juli 2011


## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Tommy Pandi  
NPM : 0606072742  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisa Risiko Kerusakan Bangunan  
Rumah Tinggal Tipe 142 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 : 01 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 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, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Kontraktor PT. Alfa Asia Pasifik Primagraha yang telah meluangkan waktu dan memberikan data-data desain bangunan dalam penelitian ini;
- (4) Dosen-dosen Teknik Sipil UI, yang telah bersedia meluangkan waktunya dan memberikan pengarahan pada penyusunan skripsi ini;
- (5) Orang tua, keluarga, dan teman 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, 09 Juni 2011

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

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

Nama : Tommy Pandi  
NPM : 0606072742  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Sipil  
Fakultas : Teknik Sipil  
Jenis Karya : Skripsi

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

Analisa Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 142 Akibat Gempa (Studi Kasus: Rumah Tinggal di Sebuah Perumahan di Kota Depok)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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 : 01 Juli 2011

Yang menyatakan



(TOMMY PANDI)

## ABSTRAK

Nama : Tommy Pandi  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Analisa Risiko Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Tipe 142  
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 142 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 142 dapat di presentasikan sebagai kurva fungsi kerapatan probabilitas tipe Gamma 1, dimana risiko kerusakan dominan pada rumah tinggal tipe 142 adalah *slight damage*.

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

## ABSTRACT

Name : Tommy Pandi  
Study Program: Civil Engineering  
Title : Damage Risk Analysis of 142 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 142 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 142 type landed house could be represented as probability density function gamma 1 type, where the dominant damage risk for the 142 type of landed house is shown by slight damage category.

Key words :  
Earthquake, landed house, damage, risk



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	ii
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	5
1.2.2 Signifikansi Permasalahan .....	7
1.2.3 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	7
1.4 Batasan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
1.6 Keaslian Penelitian.....	9
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Pendahuluan.....	12
2.2 Gempa Bumi .....	12
2.2.1 Definisi.....	12
2.2.1 Jenis dan Penyebab .....	14
2.3 Skala, Intensitas, dan Energi Gempa.....	17
2.3.1 Skala Richter Sebagai Skala Gempa.....	17
2.3.2 Energi Gempa.....	19
2.3.3 Peak Ground Accelaration (PGA).....	19
2.4 Rumah Tinggal.....	21
2.5 Pengaruh Kerusakan Gempa Terhadap Bangunan.....	24
2.6 Probability Density Function .....	30
2.7 Metode HAZUS .....	32
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1 Pendahuluan .....	35

3.2 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis Penelitian.....	35
3.2.1 Kerangka Pemikiran.....	35
3.2.2 Langkah Penelitian.....	35
3.2.3 Hipotesis Penelitian.....	36
3.3 Pertanyaan Penelitian.....	37
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	37
3.4.1 Wawancara.....	37
3.4.2 Observasi.....	38
3.4.2 Alat Pengumpulan Data.....	39
3.5 Metode Analisa Data.....	40
3.6 Validasi Hasil Penelitian.....	41
3.7 Rangkuman.....	41
<b>BAB 4 PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Gambaran Umum Grand Depok City.....	42
4.2 Gambaran Kondisi Tanah Kompleks Grand Depok City.....	43
4.3 Gambaran, Probabilitas, dan Percepatan Gempa Selama 50 Tahun.....	46
4.3.1 Gambaran Gempa di Jawa Barat.....	46
4.3.2 Probabilitas Gempa Selama 50 Tahun Terakhir.....	47
4.3.3 Percepatan Gempa di Kota Depok.....	50
4.3.4 Perbandingan MMI Versus Percepatan Gempa.....	54
4.3.5 Probabilitas Gempa Skala Mercally.....	56
4.4 Metode Experts Judgement.....	60
4.5 Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tinggal Tipe 142.....	89
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>93</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Tektonik Kepulauan Indonesia.....	1
Gambar 1.2.	Peta Lokasi Grand Depok City .....	3
Gambar 1.3.	Peta Wilayah Gempa Indonesia .....	4
Gambar 2.1.	Gerak Epirogenesa Positif, terjadi di Pantai Timor .....	13
Gambar 2.2.	Gerak Epirogenesa Negatif, terjadi di Teluk Hudson .....	13
Gambar 2.3.	Lempeng Tektonik Dunia .....	15
Gambar 2.4.	Lokasi Gunung Berapi Aktif di Indonesia .....	16
Gambar 2.5.	Permodelan Jarak Gempa .....	20
Gambar 2.6.	Contoh Gambar Rumah Tidak Layak Huni .....	23
Gambar 2.7.	Permodelan Kerusakan Akibat Pergoyangan .....	24
Gambar 2.8.	Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Pergoyangan .....	25
Gambar 2.9.	Permodelan Kerusakan Akibat Geser .....	26
Gambar 2.10.	Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Geser .....	26
Gambar 2.11.	Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Momen Tumpuan .....	27
Gambar 2.12.	Contoh Kerusakan Bangunan Pada Perletakan .....	27
Gambar 2.13.	Contoh Kerusakan Bangunan Pada Sambungan Balok Kolom .....	28
Gambar 2.14.	Peta Kerusakan Gempa Jogja 26 Mei 2006 .....	29
Gambar 2.15.	Gambar Grafik Distribusi Gamma .....	32
Gambar 2.16.	Gambar Level Dalam Analisis HAZUS .....	33
Gambar 3.1.	Kerangka Pemikiran .....	36
Gambar 3.2.	Contoh Gambar Grafik Yang Akan Diisi Oleh <i>Experts</i> .....	41
Gambar 4.1.	Site Layout Cluster Alamanda .....	42
Gambar 4.2.	Peta Lokasi Pengambilan Data Tanah Di GDC .....	43
Gambar 4.3.	Hasil Pengujian CPT Titik Pertama Di Grand Depok City .....	44
Gambar 4.4.	Hasil Pengujian CPT Titik Kedua Di Grand Depok City .....	44
Gambar 4.5.	Gambar <i>Bar Chart</i> Frekuensi Gempa Selama 50 Tahun .....	47
Gambar 4.6.	Grafik <i>Probability Density Function</i> Selama 50 Tahun .....	49
Gambar 4.7.	Grafik <i>Probability Density Function (Fitting)</i> dengan XLSTAT ..	49
Gambar 4.8.	Grafik <i>Cumulative Distribution</i> dengan XLSTAT .....	50
Gambar 4.9.	Grafik Percepatan Gempa Di Kota Depok Selama 50 Tahun .....	54

Gambar 4.10. Grafik Frekuensi Gempa Skala MMI Selama 50 Tahun .....	56
Gambar 4.11. Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala MMI .....	58
Gambar 4.12. Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala MMI XLSTAT .....	59
Gambar 4.13. Grafik <i>Cumulative Distribution Skala MMI (Fitting)</i> XLSTAT .	59
Gambar 4.14. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert M</i> .....	62
Gambar 4.15. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert Y.L</i> .....	62
Gambar 4.16. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert S.A</i> .....	63
Gambar 4.17. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert T.I</i> .....	63
Gambar 4.18. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert E.T</i> .....	64
Gambar 4.19. Grafik <i>Predicted Damage</i> oleh <i>Expert J.I</i> .....	64
Gambar 4.20. Grafik <i>Probability Density Function Exponential</i> <i>Expert M</i> .....	68
Gambar 4.21. Grafik <i>Probability Density Function Normal</i> <i>Expert M</i> .....	69
Gambar 4.22. Grafik <i>Probability Density Function Gamma</i> <i>Expert M</i> .....	69
Gambar 4.23. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert M</i> .....	70
Gambar 4.24. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert M</i> .....	71
Gambar 4.25. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert M</i> .....	71
Gambar 4.26. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert Y.L</i> .....	72
Gambar 4.27. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert Y.L</i> .....	73
Gambar 4.28. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert Y.L</i> .....	73
Gambar 4.29. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert S.A</i> .....	74
Gambar 4.30. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert S.A</i> .....	75
Gambar 4.31. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert S.A</i> .....	75
Gambar 4.32. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert T.I</i> .....	76
Gambar 4.33. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert T.I</i> .....	77
Gambar 4.34. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert T.I</i> .....	77
Gambar 4.35. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert E.T</i> .....	78
Gambar 4.36. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert E.T</i> .....	79
Gambar 4.37. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert E.T</i> .....	79
Gambar 4.38. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh <i>Expert J.I</i> .....	80
Gambar 4.39. Grafik <i>Probability Density Function</i> oleh <i>Expert J.I</i> .....	81
Gambar 4.40. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> oleh <i>Expert J.I</i> .....	81
Gambar 4.41. Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi Total .....	87

Gambar 4.42. Grafik <i>Probability Density Function</i> Total .....	87
Gambar 4.43. Grafik <i>Cumulative Distribution</i> Total .....	88
Gambar 4.44. Grafik <i>Probability Density Function</i> Skala Mercally .....	91



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, Kepadatan Penduduk, dan Penduduk Miskin Menurut Kecamatan di Kota Depok, 2009 .....	3
Tabel 1.2.	Gempa yang pernah terjadi di Indonesia.....	5
Tabel 2.1.	Skala dan Kerusakan Gempa. ....	17
Tabel 4.1.	Hasil Boring di Grand Depok City. ....	45
Tabel 4.2.	Gempa yang pernah terjadi selama 50 tahun di Jawa Barat.....	46
Tabel 4.3.	Percepatan Gempa Pada Skala 3 – 4 SR Di Kota Depok.....	52
Tabel 4.4.	Tabel Perbandingan Skala Mercally dan Percepatan. ....	54
Tabel 4.5.	Besaran Frekuensi Untuk Setiap Kategori. ....	65
Tabel 4.6.	Nilai Distribusi Kerapatan Exponential oleh <i>Expert M.</i> .....	68
Tabel 4.7.	Nilai Distribusi Kerapatan Normal oleh <i>Expert M.</i> .....	69
Tabel 4.8.	Nilai Distribusi Kerapatan Gamma oleh <i>Expert M.</i> .....	69
Tabel 4.9.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert M.</i> .....	72
Tabel 4.10.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert Y.L.</i> .....	74
Tabel 4.11.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert S.A.</i> .....	76
Tabel 4.12.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert T.I</i> .....	78
Tabel 4.13.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert E.T.</i> .....	80
Tabel 4.14.	Nilai Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert J.I.</i> .....	82
Tabel 4.15.	Nilai Bobot Untuk Setiap <i>Expert.</i> .....	82
Tabel 4.16.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert M.</i> .....	83
Tabel 4.17.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert Y.L.</i> .....	83
Tabel 4.18.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert S.A.</i> .....	84
Tabel 4.19.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert T.I.</i> .....	84
Tabel 4.20.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert E.T.</i> .....	85
Tabel 4.21.	Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh <i>Expert J.I.</i> .....	85
Tabel 4.22.	Tabel Bobot Total Distribusi Kerapatan Dari Semua <i>Expert</i> .....	88
Tabel 4.23.	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Rumah Tipe 70. ....	89
Tabel 4.24.	Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tipe 142 dan Probabilitasnya Untuk Harga Tahun 2011.....	90
Tabel 4.25.	Perkiraan Probabilitas Kerusakan Skala Mercally.....	91

## DAFTAR LAMPIRAN

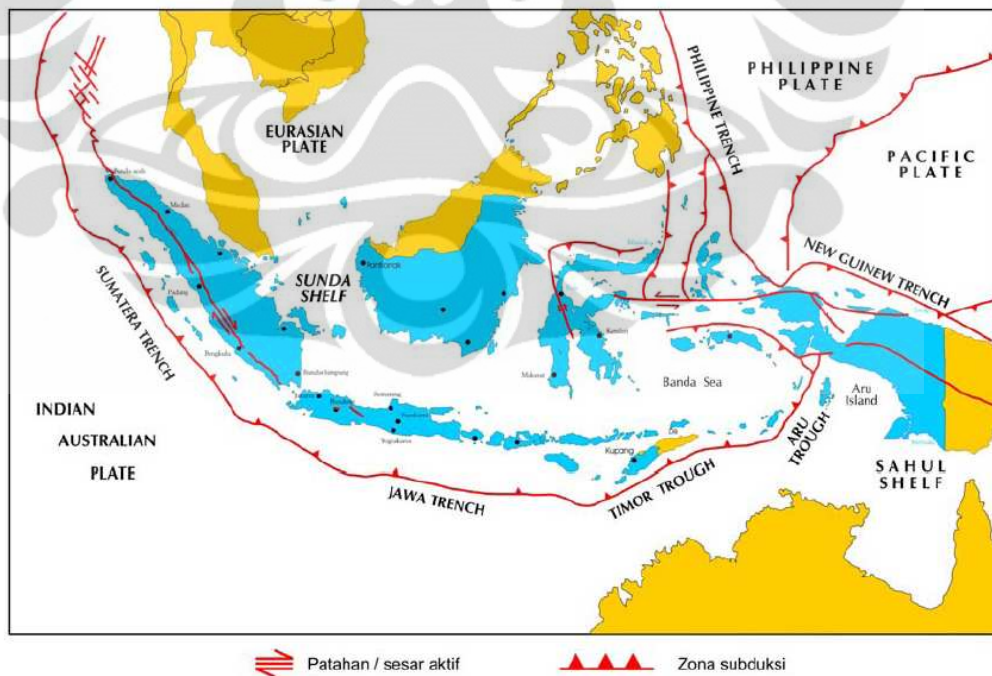
1. Hasil Kuisisioner Perkiraan Kerusakan Bangunan Oleh *Expert*
2. Hasil Kuisisioner Kriteria *Experts*
2. Tabel Kriteria dan Bobot Setiap *Expert*
3. Tabel *P value* dan % *Ho* Untuk Setiap Permodelan Grafik
4. Hasil Kuisisioner Oleh *Security*
5. Data Percepatan Gempa Skala 4-5 SR
6. Data Percepatan Gempa Skala 5-6 SR
7. Data Percepatan Gempa Skala 6-7 SR
8. Data Percepatan Gempa Skala 7-8 SR
9. Denah dan Detail Bangunan Rumah Tinggal Tipe 142
10. Data Tanah di Perumahan Grand Depok City
10. Gambar Foto Rumah Tipe 142 di Perumahan Grand Depok City
11. *Site Layout Cluster* Alamanda

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Secara geografis, negara Indonesia berada di antara 6° LU dan 11°LS serta di antara 95° BT dan 141° BT dan terletak pada perbenturan tiga lempeng tektonik yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Indo-Australia yang bergerak satu sama lainnya. Ditinjau secara geologis, kepulauan Indonesia berada pada pertemuan dua jalur gempa utama, yaitu gempa Sirkum Pasifik dan jalur gempa Alpide Transasiatic. Lokasi aktif gempa secara sepintas sudah dapat dipastikan berada di perbatasan lempeng tektonik. Namun efeknya bisa dirasakan pada jarak tertentu tergantung pada atenuasi (peluruhan energi) dan geologi setempat. Kondisi lingkungan alam ini membuat Indonesia sering dilanda bencana gempa dan tsunami yang makin hari makin meningkat karena perkembangan penduduk, perkotaan dan umur bangunan.



Sumber : Pusat Litbang, 1996

Gambar 1.1 Peta Tektonik Kepulauan Indonesia



Dari gambar 1.1, dapat diketahui bahwa ternyata 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 lempeng Australia yang terjadi di lepas pantai barat Pulau Sumatera, lepas pantai selatan Pulau Jawa, lepas pantai Selatan kepulauan Nusatenggara, dan berbelok ke arah utara perairan Maluku sebelah selatan. Sedangkan subduksi kedua adalah tumbukan antara lempeng Australia dan Pasifik yang terjadi di sekitar Pulau Papua serta subduksi ketiga yang merupakan tumbukan antara ketiga lempeng tersebut yang terjadi di sekitar Sulawesi. Selain itu, Indonesia juga berada dalam zona patahan aktif yaitu di sekitar Pulau Sumatera dan di Sulawesi bagian utara.

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.

Kota Depok merupakan bagian dari wilayah Indonesia yang juga termasuk dalam daerah rawan gempa terletak di sebelah Selatan Kota DKI Jakarta, 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. Selain itu, “Kota Depok merupakan kota yang berfungsi sebagai kota penyangga kehidupan dan kegiatan ekonomi Kota Jakarta atau yang disebut juga sebagai daerah *sub-urban*” (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  $10.492,53 \text{ jiwa/Km}^2$  (Pemkot Depok, 2010).

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

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Kepadatan Penduduk (jiwa/Km <sup>2</sup> )	Penduduk Miskin (KK)
Sawangan	173.362	45,69	3794,31	5.173
Pancoran Mas	281.005	29,83	9420,21	6.496
Sukmajaya	358.110	34,13	10492,53	5.148
Cimanggis	421.630	53,54	7875,05	7.576
Beji	146.441	14,30	10240,63	2.595
Limo	156.432	22,80	6861,05	2.455

Sumber : Pemkot Depok, 2010

Dari tabel 1.1 dapat dilihat bahwa kepadatan penduduk di Kecamatan Sukmajaya paling besar daripada Kecamatan lainnya di Kota Depok. Adapun objek penelitian yang diambil di Kecamatan Sukmajaya adalah Kompleks Perumahan Grand Depok City yang memiliki luas kurang lebih 350 Ha dan Cluster Alamanda sebagai objek penelitiannya. Adapun site plan dari Cluster Alamanda di Kompleks Perumahan Grand Depok City dapat dilihat seperti dibawah ini.

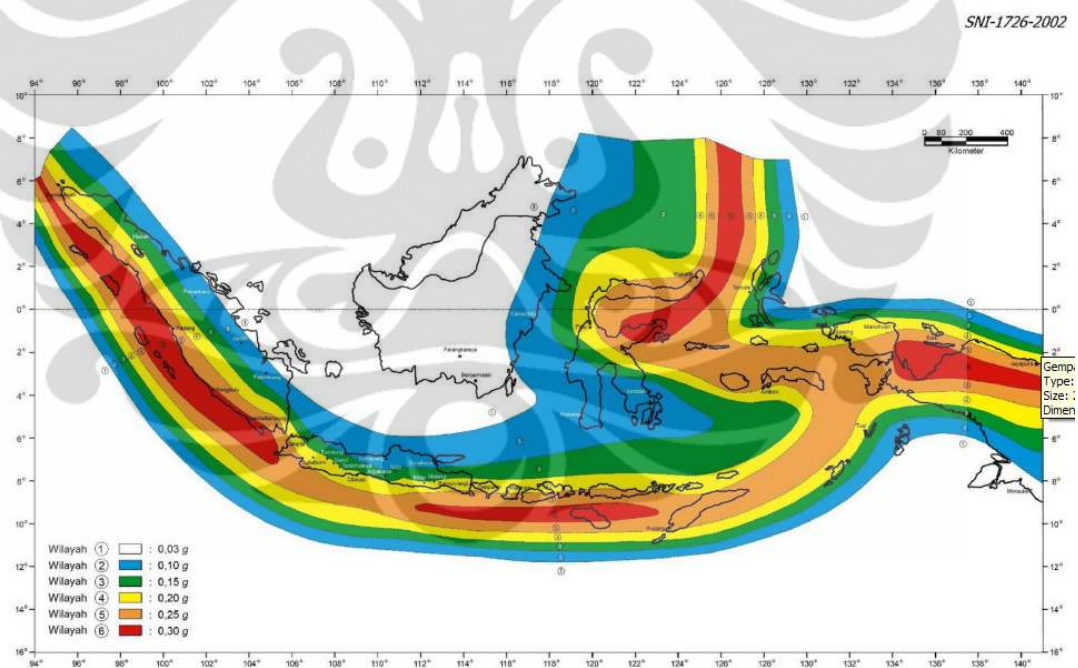


Gambar 1.2 Peta Lokasi Grand Depok City

Kompleks Grand Depok City memiliki 3 tipe jenis rumah dengan ukuran yang berbeda-beda yaitu jenis rumah kecil, rumah menengah, dan rumah besar dengan konstruksi dan material yang hampir sama.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pada beberapa tahun terakhir ini bencana alam akibat gempa bumi di Indonesia makin sering terjadi, 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.



Sumber : SNI 2002

Gambar 1.3 Peta Wilayah Gempa Indonesia

Dari gambar 1.3 dapat dilihat bahwa Kota Depok berada dalam wilayah 3 dengan koefisien gempa yang cukup besar yaitu 0,15 g.

### 1.2.1 Identifikasi Masalah

Pada beberapa tahun terakhir ini, Indonesia sering kali dilanda bencana gempa yang mengakibatkan berbagai macam kerusakan baik dari segi materil seperti kerusakan pada infrastruktur jalan raya, jembatan, gedung, rumah dan sebagainya tetapi gempa juga dapat menyebabkan kerusakan non-materil seperti kondisi lingkungan, kondisi mental masyarakat dan kondisi sosial masyarakat. Berikut ini adalah tabel gempa dengan skala yang cukup besar yang pernah terjadi di Indonesia selama beberapa tahun terakhir.

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)
1	1 Oktober 2009	Jambi	7,0	600 rumah rusak dan 500 rusak ringan (AntaraNews.com)
2	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)
3	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)
4	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)

(sambungan Tabel 1.2)

Nomor	Tanggal	Lokasi	Skala (Richter)	Kerusakan
5	17 Juli 2006	Pangandaran	6,8	450 orang korban jiwa (Media Indonesia, 20 juli 2006).
6	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)
7	26 Desember 2004	Aceh dan Nias	8,5	283.100 korban jiwa dan 1.126.900 orang kehilangan tempat tinggal (USGS)

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

yang rusak, bagaimana jika seandainya gempa tersebut terjadi di Kompleks Grand Depok City? Tentunya akan banyak kerugian yang akan ditimbulkan akibat gempa tersebut karena Kompleks ini memiliki jumlah rumah tinggal yang cukup banyak dibandingkan dengan kompleks lainnya sehingga perlu dilakukan analisis terlebih dahulu tentang kerusakan yang terjadi apabila terjadi gempa nantinya.

### **1.2.2 Signifikansi Masalah**

Dari tabel 1.2 dapat disimpulkan bahwa kerugian yang diakibatkan oleh gempa bumi sangatlah besar dengan melihat jumlah rumah yang rusak dan jumlah korban gempa, sehingga masalah ini sangat perlu untuk diperhatikan dengan seksama untuk mengurangi kerugian-kerugian baik dari segi material maupun non-material apabila terjadi gempa mendatang.

### **1.2.3 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana gambaran desain rumah tinggal tipe 142 di Kompleks Grand Depok City?
2. Bagaimana gambaran frekuensi gempa yang pernah terjadi di sekitar Jawa Barat?
3. Seberapa besar risiko kerusakan rumah tinggal tipe 142 yang ditimbulkan akibat gempa?
4. Berapa besar risiko biaya yang timbul akibat rusaknya rumah tinggal tersebut?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui desain rumah tinggal tipe 142 yang di Kompleks Grand Depok City.
2. Mengetahui data-data dan gambaran gempa yang pernah terjadi di wilayah Jawa Barat, khususnya Depok.
3. Mengetahui besarnya risiko kerusakan rumah tinggal tipe 142 yang ditimbulkan akibat gempa tersebut.

4. Mengetahui besarnya risiko kisaran biaya yang diakibatkan dengan membandingkan probabilitas dan kerusakan akibat gempa

#### **1.4 BATASAN PENELITIAN**

Ruang lingkup yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi *experts judgement* dan menggunakan data historis.
- Materi yang diteliti hanya berupa bangunan rumah tinggal tidak termasuk perabotan rumah dan manusianya.
- Kerusakan yang dianalisa merupakan kerusakan akibat dari gempa tektonik.
- Umur bangunan untuk rumah tinggal tipe 142 diperkirakan sampai dengan 50 tahun.
- Penelitian dilakukan dengan menggunakan *software XLSTAT* untuk membuat kurva fungsi kerapatan probabilitas.
- Kondisi tanah, eksitasi gempa, fungsi bangunan, dan kekuatan bangunan serta harga bangunan dianggap sama untuk keseluruhan rumah tinggal tipe 142 di Kompleks Grand Depok City
- Semua rumah tinggal tipe 142 di Kompleks Grand Depok City dianggap sama.
- Bangunan rumah tinggal tipe 142 telah dihitung sesuai standar SNI gempa 2002.

#### **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran kepada masyarakat dan pemerintah besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat gempa yang mungkin terjadi di Kompleks Grand Depok City yang juga merupakan bagian dalam Kecamatan Sukmajaya.
2. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat sehingga masyarakat menyadari bahwa pembangunan rumah tinggal yang tahan gempa sangat penting untuk diterapkan.



3. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, Pemerintah Kota Depok lebih memperhatikan bangunan rumah tinggal yang tidak layak huni untuk menghindari kerusakan yang lebih besar pada saat gempa nanti.

## 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. [27]

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 ( $T_0$ ). [28]

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). [22]



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. [29]

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). Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan kurva Annual Exceedance Frequency sebelum terjadi gempa dan sesudah terjadinya gempa. [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. [8]

Jurnal “Incorporating Modeling Uncertainties in the Assessment of Seismic Collapse Risk of Buildings” oleh Abbie, Cur, 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 “Probabilistic Structural Response Assessment Using Vektor-Valued Intensity Measures” oleh Baker J.W tahun 2007. Tujuan dari jurnal ini adalah mengestimasi hubungan antara intensitas pergerakan tanah dan respons terhadap struktur bangunan. Metodologi yang digunakan adalah scalar ground motion dan vector ground motion intensity parameter. Kesimpulan dari jurnal ini adalah mendapatkan kemungkinan respons struktur yang berupa tabel dengan berbagai macam metode. [9]

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. [10]

Jurnal “Seismic Risk Analysis for the City of Ankara” oleh Ozmen, Nurlu, Guler, dan Kocafe 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. [14]

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.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. PENDAHULUAN**

Pada bagian Bab 2 ini akan dipaparkan konsep serta teori yang relevan dengan maksud dan tujuan penelitian ini, sebagai alat pendukung studi penelitian. Landasan teori ini memberikan gambaran pengertian gempa bumi serta cara menghitung probabilitas dan intensitas gempa yang mungkin terjadi kemudian dikaitkan dengan manajemen risiko. Awal pembahasan yaitu Sub-bab 2.2 berisi mengenai definisi, jenis, dan penyebab gempa bumi. Pada Sub-bab 2.3 dibahas mengenai skala, intensitas, dan energi gempa. Pada Sub-bab 2.4 dibahas mengenai pengertian rumah dan tipe-tipe rumah. Pada Sub-bab 2.5 dibahas mengenai pengaruh kerusakan gempa terhadap bangunan. *Probability Density Function* dan Metode HAZUS dibahas pada Sub-bab 2.6 dan 2.7.

#### **2.2. GEMPA BUMI**

##### **2.2.1 Definisi**

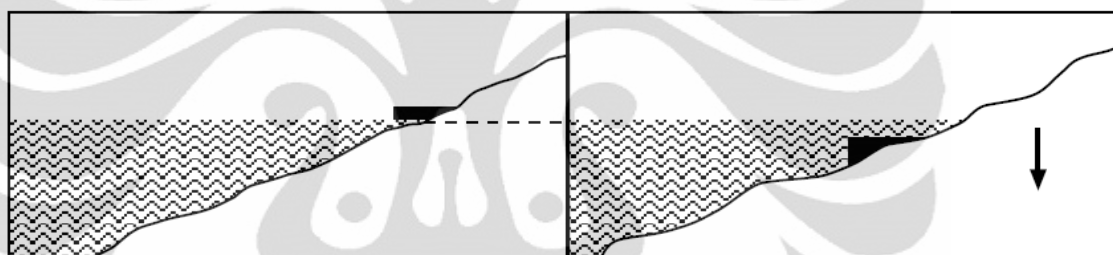
Sebelum masuk ke definisi gempa, hal yang harus diketahui adalah proses terbentuknya kulit bumi. Kulit bumi terbentuk oleh tenaga endogen, yaitu tenaga yang berasal dari dalam bumi yang menyebabkan perubahan pada kulit bumi. Secara umum tenaga endogen dibagi dalam tiga jenis yaitu tektonisme, vulkanisme dan seisme atau gempa.

##### a. Tektonisme

Tektonisme merupakan tenaga yang berasal dari dalam bumi yang mengakibatkan perubahan letak (*dislokasi*) patahan dan retakan kulit pada bumi dan batuan. Berdasarkan jenis gerakan dan luas wilayah yang mempengaruhinya, tenaga tektonik dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu gerak orogenesis dan gerak epirogenesa. Gerak orogenesis adalah gerakan tenaga endogen yang relatif cepat

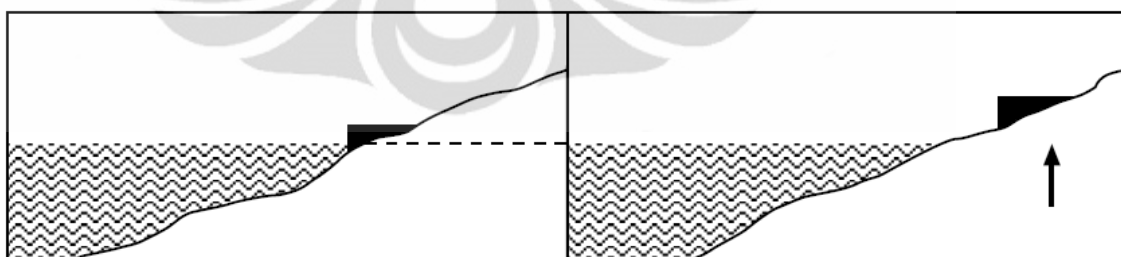
dan meliputi daerah yang relatif sempit, gerakan ini menyebabkan terbentuknya pegunungan contohnya terbentuknya daerah lipatan pegunungan muda Sirkum Pasifik, sedangkan gerakan epirogenesa adalah gerakan sebaliknya.

Gerak epirogenesa dibagi lagi menjadi 2 bagian yaitu gerak positif dan gerak epirogenesa negatif, yang disebut sebagai gerak epirogenesa positif adalah apabila permukaan bumi bergerak turun sehingga seolah-olah permukaan laut tampak naik, sedangkan yang disebut gerak epirogenesa negatif adalah apabila permukaan bumi bergerak naik sehingga seolah-olah permukaan laut tampak turun.



Sumber : Anwas, 2008 [2]

Gambar 2.1 Gerak Epirogenesa Positif, terjadi di Pantai Timor



Sumber : Anwas, 2008 [2]

Gambar 2.2 Gerak Epirogenesa Negatif, terjadi di Teluk Hudson

#### b. Vulkanisme

Vulkanisme adalah semua gejala alam yang terjadi akibat adanya aktivitas magma. Vulkanisme terjadi akibat adanya tektonisme,

kegiatan tektonisme ini yang akan menyebabkan aliran lava dalam litosfer ke lapisan atasnya bahkan sampai ke permukaan bumi. Kegiatan magma inilah yang dinamakan sebagai vulkanisme.

c. Seisme (Gempa)

Gempa bumi merupakan gejala alam yang ditimbulkan oleh adanya aktivitas alamiah di permukaan atau di bawah permukaan bumi, oleh sebab itu sebagai fenomena alam, gempa bumi tidak dapat dipisahkan dengan fenomena alam lainnya seperti aktivitas gunung berapi (*vulkanik*).

Kedua fenomena ini akan berkaitan dengan proses-proses internal bumi, khususnya proses dinamis pada kerak bumi dan berhubungan dengan interaksi lempeng tektonik, lempeng-lempeng tersebut dapat berupa perpindahan (*dilatasi*), perputaran atau gabungan dari keduanya. Gerakan-gerakan itulah yang akan menyebabkan tumbukan atau perenggangan antara lempeng-lempeng yang berbatasan.

Selain disebabkan oleh sumber tektonik (gempa tektonik), gempa bumi juga dapat ditimbulkan akibat penyebab-penyebab yang lain, walaupun tidak sekuat gempa tektonik. Penyebab tersebut dapat berupa aktivitas gunung berapi, tanah longsor, ledakan bom dan lain sebagainya.

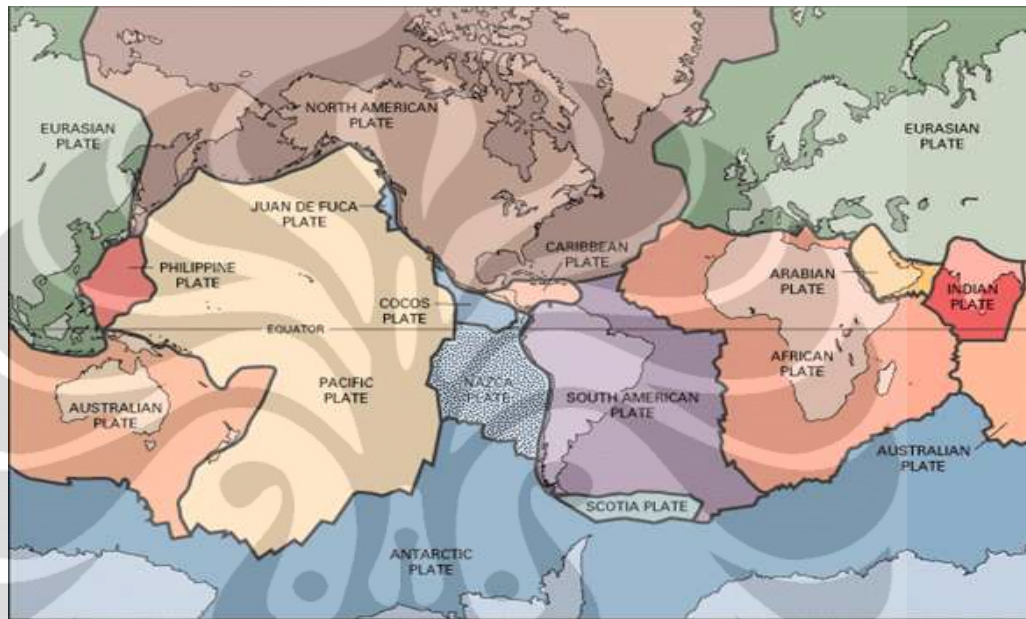
### 2.2.2 Jenis dan Penyebab

Sebenarnya gempa bumi terjadi setiap hari, namun kebanyakan tidak dirasakan oleh manusia, hanya alat seismograph saja yang dapat mencatatnya dan tidak semuanya menyebabkan kerusakan. Di Indonesia gempa merusak terjadi 3 sampai 5 kali dalam setahun. Proses terjadinya gempa dapat dilihat dari penyebab utama terjadinya gempa. Menurut Anwas (2008), Ada 3 jenis gempa bumi yang dapat dibedakan menurut terjadinya, yaitu : [2]

a. Gempa Tektonik

Seperti diketahui bahwa kulit bumi terdiri dari lempeng tektonik yang terdiri dari lapisan-lapisan batuan. Tiap lapisan ini memiliki kekerasan dan massa jenis yang berbeda satu sama lain, lapisan kulit bumi

tersebut mengalami pergeseran akibat arus konveksi yang terjadi di dalam bumi. Contoh gempa tektonik ialah seperti yang terjadi di Yogyakarta, Indonesia pada Sabtu, 27 Mei 2006 dengan skala 6,3 SR.



Sumber : U.S. Geology Survey (USGS) terakhir diperbaharui tahun 2008

Gambar 2.3 Lempeng Tektonik Dunia

#### b. Gempa Vulkanik

Gempa vulkanik merupakan peristiwa gempa bumi yang disebabkan oleh tekanan magma dalam gunung berapi, gempa ini dapat terjadi sebelum dan saat letusan gunung api. Getarannya dapat dirasakan oleh manusia dan hewan sekitar gunung berapi tersebut dan perkiraan meletusnya gunung berapi dapat ditandai dengan sering terjadinya gempa-gempa vulkanik. Contoh gempa vulkanik yang pernah terjadi di Indonesia adalah gempa akibat meletusnya Gunung Krakatau tahun 1883 dengan skala 9,3 SR.





## 2.3. SKALA, INTENSITAS, DAN ENERGI GEMPA

### 2.3.1 Skala Richter Sebagai Skala Gempa

Skala Richter merupakan skala yang sangat umum digunakan untuk mengukur besaran gempa, skala ini diambil dari nama seorang ahli fisikan yang bernama Charles Richter. 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.

Skala Richter pada mulanya hanya dibuat untuk gempa-gempa yang terjadi di daerah Kalifornia Selatan saja. Namun dalam perkembangannya skala ini banyak diadopsi untuk gempa-gempa yang terjadi di tempat lainnya. Skala Richter ini hanya cocok dipakai untuk gempa-gempa dekat dengan magnitudo gempa di bawah 6,0. Di atas magnitudo itu, perhitungan dengan teknik Richter ini menjadi tidak representatif lagi.

Hubungan besaran skala gempa beserta kerusakannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Skala dan Kerusakan Gempa

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



Sambungan Tabel 2.1

Tabel 2.1 Skala dan Kerusakan Gempa

<b>Skala Richter</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Efek</b>	<b>Frekuensi</b>
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 kerusakan besar pada bangunan yang tidak layak huni	800 kali per tahun
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 [23]

### 2.3.2 Energi Gempa

Energi gempa dapat dihitung dengan menggunakan rumus Guttenberg-Richter (1949) seperti dibawah ini :

$$\text{Log } E = 12 + 1.8 M \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

E = Energi yang dihasilkan (erg)

M = Magnitudo gempa (SR)

Misalkan terjadi gempa berkekuatan 6 SR, maka dengan menggunakan rumus diatas didapat  $\text{Log } E = 12 + 1.8 (6) = 22.8$  sehingga energi yang dihasilkan sebesar  $10^{22.8}$  erg.

### 2.3.3 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:

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

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

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

$$\Delta = 111 \times \sqrt{(b_k - b_g)^2 + (l_k - l_g)^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

$b_k$  = bujur kota

$l_k$  = lintang kota

$b_g$  = bujur gempa

$l_g$  = lintang gempa

Dengan menggunakan persamaan 2.3, didapat jarak dari sumber gempa ke daerah yang ditinjau dalam satuan kilometer. Kemudian mencari jarak hiposenter dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

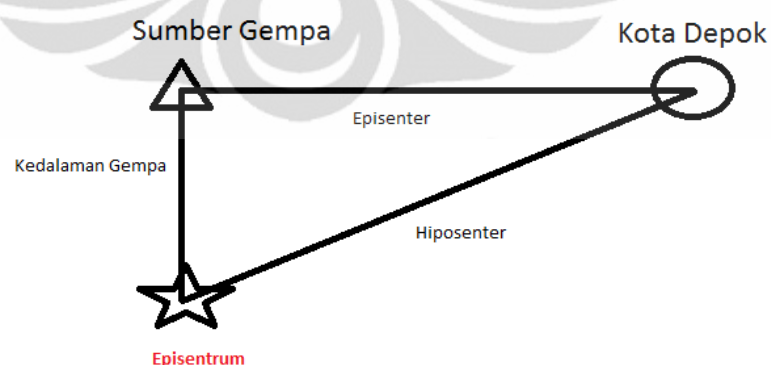
$$R = \sqrt{(\Delta)^2 + (h)^2} \dots\dots\dots(2.4)$$

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

$$\alpha = \frac{472.3 \times 10^{0.278M}}{(R + 25)^{1.301}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

- $\alpha$  = percepatan tanah pada permukaan (gal)
- $M$  = magnitudo permukaan (SR)
- $R$  = jarak hiposenter (Km)
- $\Delta$  = jarak episenter (Km)
- $h$  = kedalaman sumber gempa (Km)



Gambar 2.5 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 :

$$\begin{aligned}
 M_b &= 2,5 + 0,63M_s \\
 \text{atau} & \dots\dots\dots(2.6) \\
 M_s &= 1,59M_b - 3,97
 \end{aligned}$$

#### 2.4. RUMAH TINGGAL

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.

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.” [19]

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  $200 \text{ M}^2$ ), dengan luas kaveling antara  $54 \text{ M}^2$  sampai dengan  $200 \text{ M}^2$  dengan harga lebih besar dari harga per  $\text{m}^2$  tertinggi untuk rumah dinas (HST) lebih besar dari tipe A, atau luas kaveling antara  $600 \text{ M}^2$  sampai dengan  $2000 \text{ M}^2$  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  $70 \text{ M}^2$  sampai dengan  $150 \text{ M}^2$  dengan luas kaveling  $54 \text{ M}^2$  sampai dengan HST tipe C atau sampai dengan tipe A atau dengan luas kaveling  $200 \text{ M}^2$  sampai dengan  $600 \text{ M}^2$  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  $70 \text{ M}^2$  yang dibangun dengan luas kaveling  $54 \text{ M}^2$  sampai dengan  $200 \text{ M}^2$  dan biaya pembangunan per  $\text{M}^2$  tidak melebihi dari harga per  $\text{M}^2$  tertinggi untuk pembangunan rumah dinas (HST) tipe C yang berlaku, yang meliputi rumah sederhana tipe besar, rumah sederhana, dan kaveling 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).

Kategori rumah berdasarkan kelayakannya menurut Kurniasih (2007) dibagi menjadi 2 yaitu [11] :

1. Rumah layak huni
2. Rumah tidak layak huni

Rumah tidak layak huni adalah kondisi dimana rumah beserta lingkungannya tidak memenuhi persyaratan yang layak untuk tempat tinggal baik secara fisik, kesehatan maupun sosial, dengan kriteria antara lain :

1. Luas lantai perkapita, di kota kurang dari 4 M<sup>2</sup> sedangkan di desa kurang dari 10 M<sup>2</sup>
2. Jenis atap rumah terbuat dari daun dan lainnya
3. Jenis dinding rumah terbuat dari anyaman bambu yang belum diproses
4. Jenis lantai tanah
5. Tidak mempunyai fasilitas untuk mandi, cuci, dan kakus (MCK)



Sumber : Kurniasih Tahun, 2007 [11]

Gambar 2.6 Contoh Gambar Rumah Tidak Layak Huni

Dari gambar 2.6 dapat dilihat bahwa rumah yang tidak layak huni tidak memiliki sambungan balok kolom sehingga dikhawatirkan apabila gempa terjadi rumah tersebut akan rusak berat atau bahkan bisa rubuh.

## 2.5. PENGARUH KERUSAKAN GEMPA TERHADAP BANGUNAN

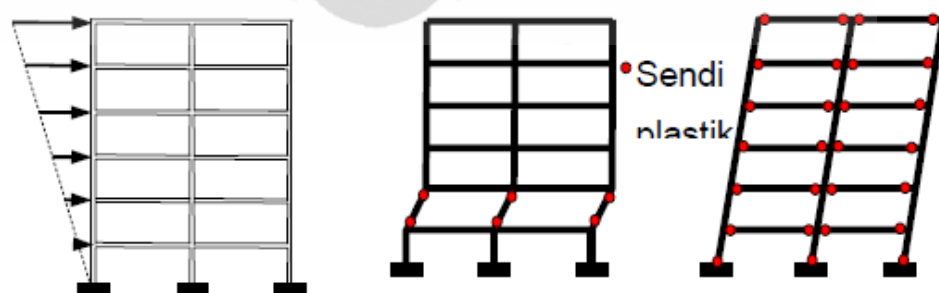
Menurut Nugroho dan Sukendro (2004), terdapat 8 faktor yang mempengaruhi kerusakan gempa bumi akibat bangunan, faktor tersebut adalah :

1. Kekuatan gempa bumi
2. Hiposenter (titik dalam perut bumi yang menjadi sumber gempa)
3. Jarak dan medium yang dilalui gelombang gempa
4. Faktor perbesaran getaran tanah oleh lapisan tanah setempat
5. Orientasi bangunan
6. Resonansi antara tanah dan bangunan
7. Durasi gelombang seismik (gelombang permukaan)
8. Konstruksi dan material 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.

Adapun kerusakan-kerusakan bangunan akibat gempa Yogyakarta yang berkekuatan 6,3 SR adalah sebagai berikut.

1. Keruntuhan akibat pergoyangan



Sumber : Seminar dan Pameran HAKI 2007 [26]

Gambar 2.7 Permodelan Kerusakan Akibat Pergoyangan



Gaya gempa dimodelkan sebagai gaya beban terbagi rata yang arahnya horizontal, sehingga apabila portal mendapat gaya horizontal dalam hal ini adalah gaya gempa maka portal tersebut akan mengalami pergoyangan seperti gambar 2.7.



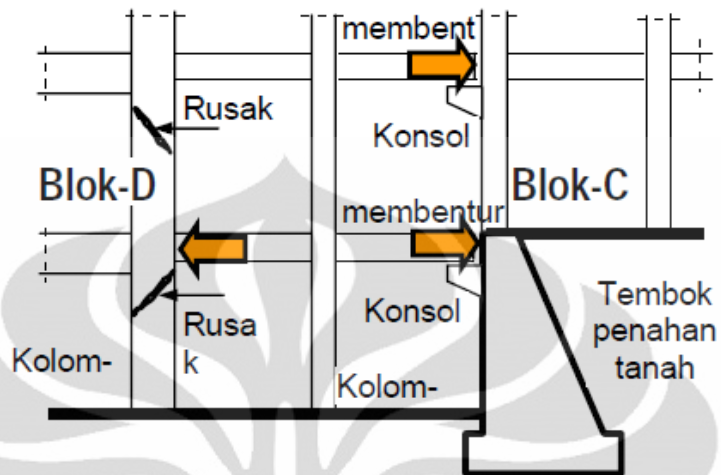
Sumber : Widodo, 2007 [26]

Gambar 2.8 Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Pergoyangan

Dari gambar 2.8 dapat dilihat bahwa kerusakan akibat pergoyangan terletak pada bagian kolom, tentunya kerusakan seperti ini sangat membahayakan karena bisa menyebabkan bangunan tersebut roboh.



## 2. Kerusakan pada daerah benturan akibat geser



Sumber : Widodo, 2007 [26]

Gambar 2.9 Permodelan Kerusakan Akibat Geser

Dari gambar 2.9 bangunan mengalami kerusakan pada bagian kolom yaitu mengalami retak-retak pada kolom akibat gaya horizontal gempa sehingga diperlukan tulangan geser atau sengkang untuk menahan gaya geser akibat gempa tersebut



Sumber : Widodo, 2007 [26]

Gambar 2.10 Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Geser

Dari gambar 2.10 dapat dilihat kerusakan pada kolom yaitu patah pada kolom hal ini diakibatkan kesalahan pada tulangan geser atau tidak adanya tulangan geser sehingga kolom tidak mampu menahan gaya geser yang diakibatkan dari gempa.

### 3. Kerusakan akibat momen pada ujung balok



Sumber : Widodo, 2007 [26]

### Gambar 2.11 Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Momen Tumpuan

Dari gambar 2.11 terlihat bangunan mengalami retak-retak pada balok dan kolom karena pengaruh momen tumpuan hal ini karena kurangnya tulangan tumpuan pada balok ataupun kolom.

### 4. Kerusakan pada perletakan



Sumber : Widodo, 2007 [26]

### Gambar 2.12 Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Geser

Dari gambar 2.12 dapat dilihat bangunan rubuh karena akibat geser sehingga kolom tidak dapat menopang bangunan tentunya kerusakan ini sangat berbahaya terutama bagi pengguna bangunan, sehingga diperlukan adanya desain yang khusus terutama berhubungan dengan gempa yang sudah diatur dalam SNI 2002.

#### 5. Kerusakan pada sambungan kolom dan balok



Sumber : Widodo, 2007 [26]

Gambar 2.13 Contoh Kerusakan Bangunan Pada Sambungan Balok Kolom

Dari gambar 2.13 dapat dilihat kerusakan pada bangunan yaitu patahnya sambungan balok dan kolom hal ini disebabkan karena kurang adanya kekuatan sambungan balok kolom pada saat desain





## 2.6. Probability Density Function

*Probability density function* atau fungsi kerapatan probabilitas adalah fungsi kerapatan yang memiliki karakteristik dimana luasan total dibawah fungsi tersebut adalah 1. Ada berbagai macam distribusi kurva fungsi kerapatan probabilitas seperti distribusi normal, distribusi log-normal, distribusi exponential, distribusi beta, dan sebagainya.

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

$$\text{Mean} \\ \bar{x} = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots(2.7)$$

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

$$\text{Variansi} = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(x_i - \bar{x})^2 N]}{N}} \dots\dots\dots(2.9)$$

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

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2\right] \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

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

$x$  = kelompok data

$\sigma$  = standar deviasi

$m$  = rata-rata

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

$$f(x) = \begin{cases} \left( \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \right) x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan persamaan mean, variance, skewness, dan kurtosis :

*Mean*

$$\mu = E(X) = \alpha \beta \dots\dots\dots(2.12)$$

*Variance*

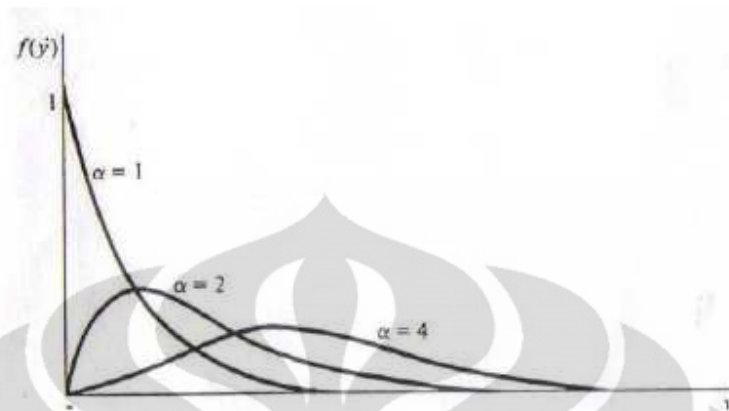
$$\sigma^2 = E(X - \mu)^2 = \alpha \beta^2 \dots\dots\dots(2.13)$$

*Skewness*

$$\gamma_1 = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \dots\dots\dots(2.14)$$

*Kurtosis*

$$\gamma_2 = \frac{6}{\alpha} + 3 \dots\dots\dots(2.15)$$



Sumber : [www.unosat.org](http://www.unosat.org)

Gambar 2.15 Grafik Distribusi Gamma

## 2.7. Metode HAZUS

Menurut FEMA 433, HAZUS merupakan sebuah *software* dan *methodology* 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 : [5]

HAZUS – LEVELS OF ANALYSIS	
To provide flexibility, users can estimate earthquake losses with HAZUS at three levels.	
<b>Analysis Using HAZUS-Supplied Data</b>	
Level 1 -	Define a study region and choose a scenario earthquake
<b>Analysis With User-Supplied Data</b>	
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 [5]

#### Gambar 2.16 Gambar Level Dalam Analisis HAZUS

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

Level 2 : Perkiraan lebih akurat oleh pendapat yang professional, 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 *methodology* pada kondisi tertentu.

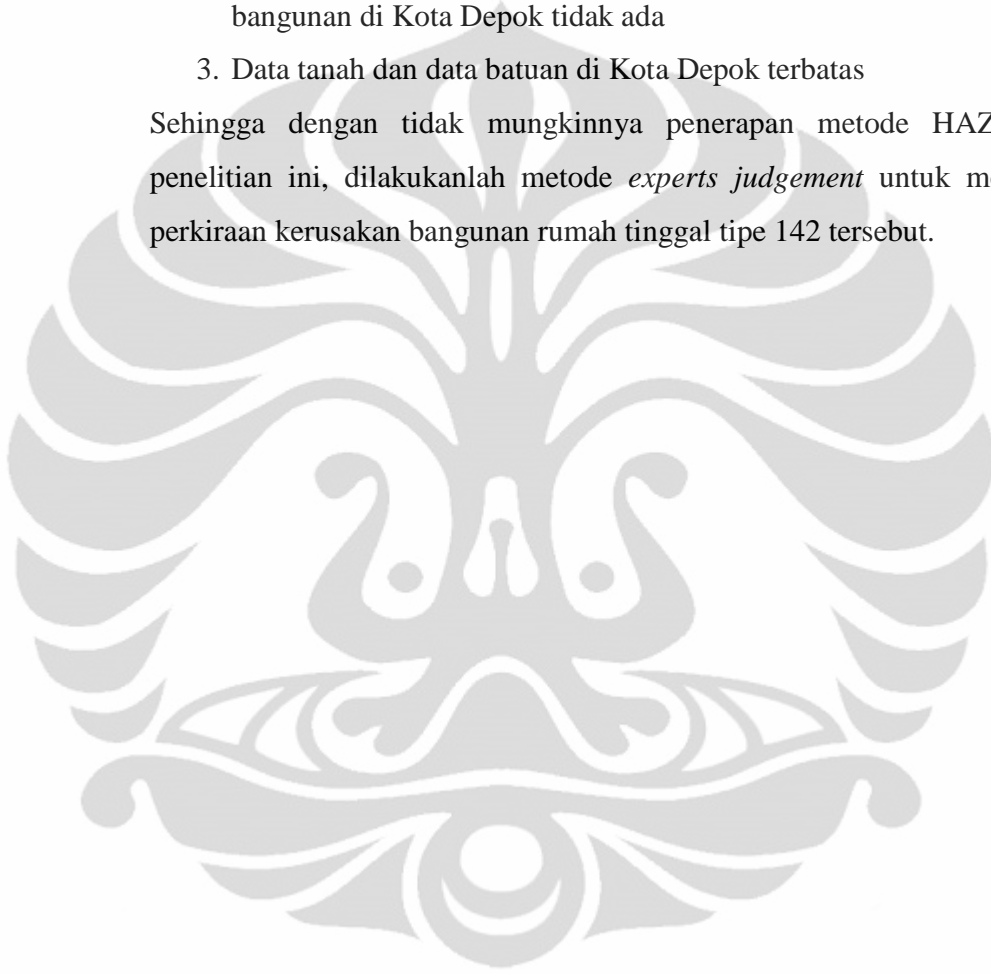
Untuk membuat peta risiko dengan menggunakan *software* HAZUS, kita harus mengetahui secara detail kondisi daerah yang akan ditinjau seperti kondisi tanah dan bangunannya, mengetahui latar belakang dari bencana yang ingin kita perkirakan dan kerusakan akibat bencana tersebut sebagai yang akan digunakan sebagai input dari *software* HAZUS.



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

1. Tidak adanya *software* HAZUS-MH
2. Data-data tentang sejarah gempa, korban jiwa, dan kerusakan bangunan di Kota Depok tidak ada
3. Data tanah dan data batuan di Kota Depok terbatas

Sehingga dengan tidak mungkin penerapan metode HAZUS pada penelitian ini, dilakukanlah metode *experts judgement* untuk menentukan perkiraan kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 142 tersebut.



## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 PENDAHULUAN**

Pada bab 3 ini dibahas mengenai metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian selanjutnya, yaitu pada sub-bab 3.2 membahas kerangka pemikiran yang berlanjut pada hipotesis penelitian, Sub-bab 3.3 membahas mengenai pertanyaan penelitian yang dipakai, Sub-bab 3.4 membahas metode pengumpulan data, serta sub-bab 3.5 yang membahas tentang metode analisa data.

### **3.2 KERANGKA PEMIKIRAN, LANGKAH PENELITIAN, DAN HIPOTESIS PENELITIAN**

#### **3.2.1 Kerangka Pemikiran**

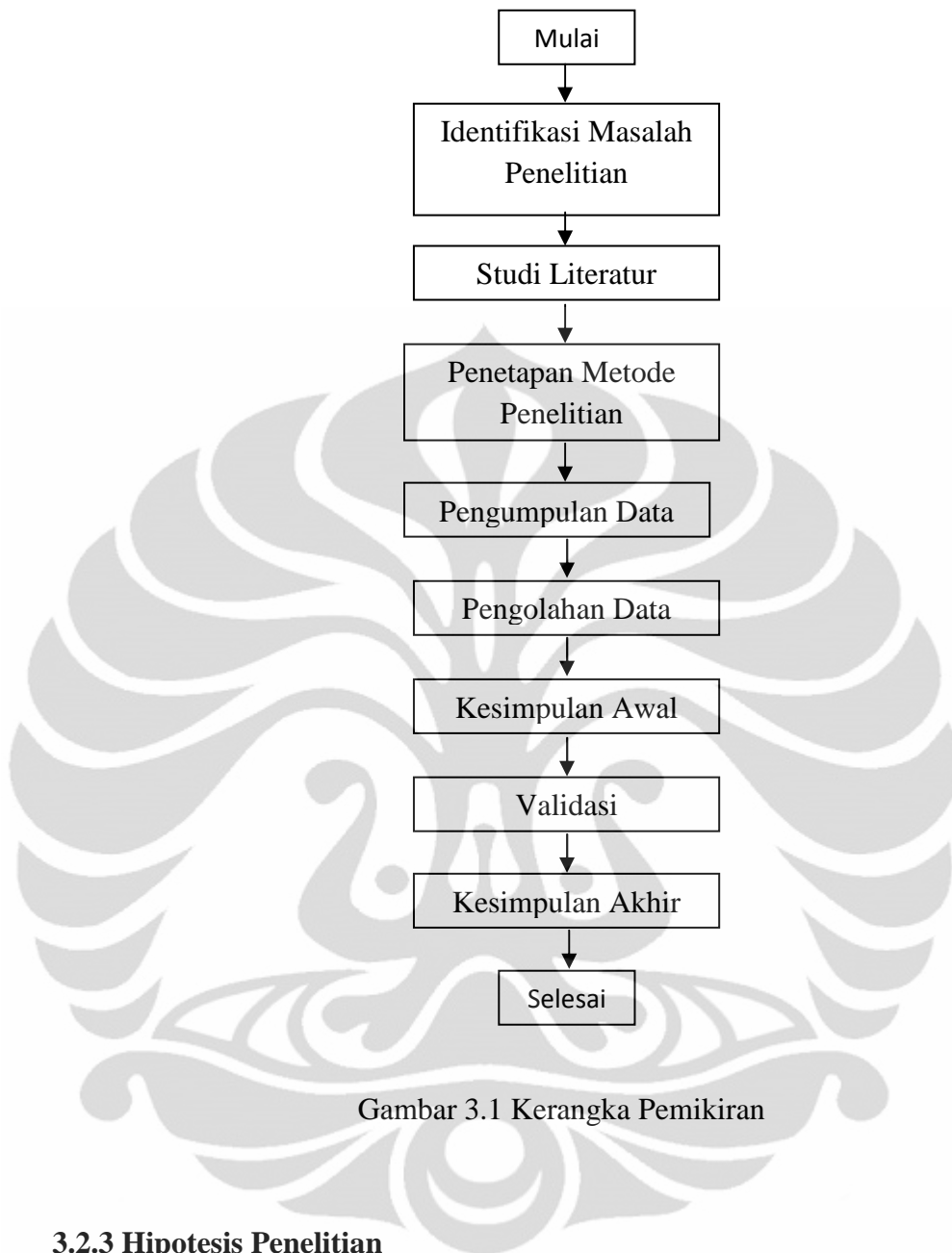
Berdasarkan pembahasan dan teori-teori yang relevan mengenai risiko bencana gempa bumi maka dapat disusun sebagai berikut:

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

#### **3.2.2 Langkah penelitian**

Usaha pencarian dan penyelidikan terhadap pengetahuan baru atas permasalahan yang terjadi merupakan kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam sebuah penelitian. Sebuah penelitian dilakukan dalam suatu hubungan, karena merupakan hal penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor hubungan tersebut dengan data-data yang diperoleh.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan dalam diagram alur sebagai berikut, seperti yang disajikan pada gambar 3.1 dibawah ini. Untuk lebih jelasnya, alur pemikiran dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

### 3.2.3 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 142 mengalami kerusakan yang kecil.*

### 3.3 PERTANYAAN PENELITIAN

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

1. Bagaimana gambaran desain rumah tinggal tipe 142 di Kompleks Grand Depok City?
2. Bagaimana gambaran gempa yang pernah terjadi di sekitar Jawa Barat?
3. Seberapa besar risiko kerusakan rumah tinggal yang ditimbulkan akibat gempa?
4. Berapa risiko biaya yang dapat dicapai akibat rusaknya rumah tinggal tersebut?

### 3.4 METODE PENGUMPULAN DATA

#### 3.4.1 Wawancara

Menurut Prabowo (1996) wawancara adalah metode pengambilan data dengan cara menanyakan sesuatu kepada seseorang responden, caranya adalah dengan bercakap-cakap secara tatap muka.

Pada penelitian ini wawancara akan dilakukan dengan menggunakan pedoman wawancara. Menurut Patton (Poerwandari 1998) dalam proses wawancara dengan menggunakan pedoman umum wawancara ini, interview dilengkapi pedoman wawancara yang sangat umum, serta mencantumkan isu-isu yang harus diliput tanpa menentukan urutan pertanyaan, bahkan mungkin tidak terbentuk pertanyaan yang eksplisit.

Pedoman wawancara digunakan untuk mengingatkan *interviewer* mengenai aspek-aspek apa yang harus dibahas, juga menjadi daftar pengecek (*check list*) apakah aspek-aspek relevan tersebut telah dibahas atau ditanyakan. Dengan pedoman demikian interviwer harus memikirkan bagaimana pertanyaan tersebut akan dijabarkan secara kongkrit dalam kalimat tanya, sekaligus menyesuaikan pertanyaan dengan konteks actual saat wawancara berlangsung (Patton dalam poerwandari, 1998).

Kerlinger (dalam Hasan 2000) menyebutkan 3 hal yang menjadi kekuatan metode wawancara :

- a. Mampu mendeteksi kadar pengertian subjek terhadap pertanyaan yang diajukan. Jika mereka tidak mengerti bisa diantisipasi oleh interviewer dengan memberikan penjelasan.
- b. Fleksibel, pelaksanaannya dapat disesuaikan dengan masing-masing individu.
- c. Menjadi satu-satunya hal yang dapat dilakukan disaat teknik lain sudah tidak dapat dilakukan.

Menurut Yin (2003) disamping kekuatan, metode wawancara juga memiliki kelemahan, yaitu :

- a. Rentan terhadap bias yang ditimbulkan oleh konstruksi pertanyaan yang penyusunannya kurang baik.
- b. Rentan terhadap terhadap bias yang ditimbulkan oleh respon yang kurang sesuai.
- c. *Probling* yang kurang baik menyebabkan hasil penelitian menjadi kurang akurat.
- d. Ada kemungkinan subjek hanya memberikan jawaban yang ingin didengar oleh *interviewer*.

### 3.4.2 Observasi

Disamping wawancara, penelitian ini juga melakukan metode observasi. Menurut Nawawi & Martini (1991) observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang tampak dalam suatu gejala atau gejala-gejala dalam objek penelitian.

Dalam penelitian ini observasi dibutuhkan untuk dapat memahami proses terjadinya wawancara dan hasil wawancara dapat dipahami dalam konteksnya. Observasi yang akan dilakukan adalah observasi terhadap subjek, perilaku subjek selama wawancara, interaksi subjek dengan peneliti dan hal-hal yang dianggap relevan sehingga dapat memberikan data tambahan terhadap hasil 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.

### **3.4.3 Alat Pengumpulan Data**

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

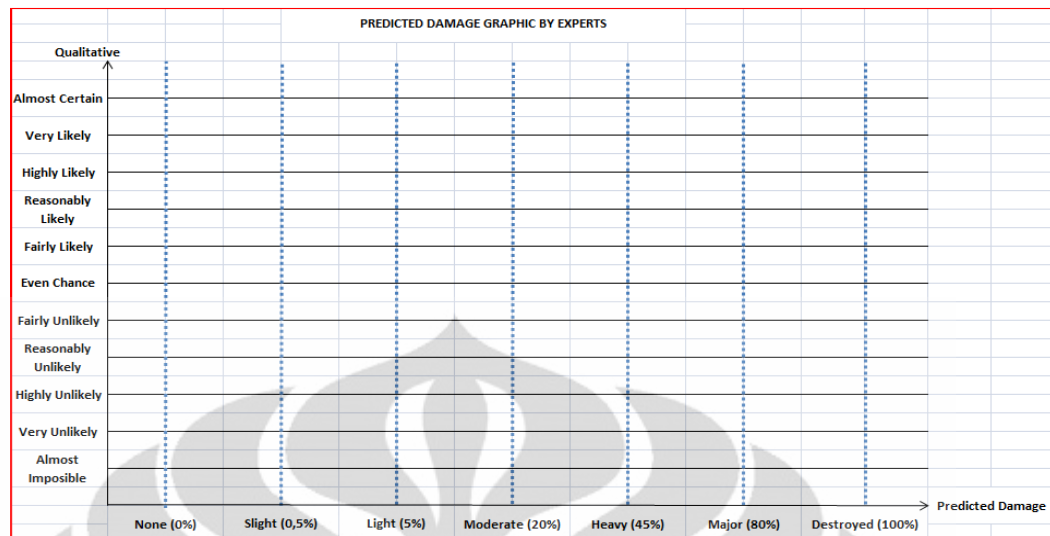
berdasarkan tujuan penelitian, tetapi juga berdasarkan teori yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.

## 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.

### 3.5 METODE ANALISIS DATA

Data-data sekunder yang diperoleh baik melalui wawancara ke Kantor Pemasaran Kompleks Grand Depok City, PT. Asia Pasifik Primagraha selaku sebagai Kontraktor, dan BMKG Ciputat serta berdasarkan hasil observasi lapangan dirangkum sedemikian rupa sehingga didapatkan kesimpulan dari data sekunder tersebut. Untuk memperoleh kesimpulan penelitian, teknik yang digunakan adalah teknik *experts judgement* dimana mengumpulkan pendapat beberapa ahli terutama pakar-pakar ketahanan struktur terhadap gempa (6 pakar), dengan menggunakan wawancara lebih dalam didapatkan besarnya nilai kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 142 akibat gempa dari pakar-pakar tersebut, dari berbagai pendapat pakar tersebut dibuatlah rangkuman jawaban dengan menggunakan program *XLSTAT* untuk mendapatkan kurva *probability density function* yang nantinya akan dibawa ke pakar-pakar tersebut hingga pada akhirnya semua pakar yang berperan disana menyetujui rangkuman jawaban tersebut.



Gambar 3.2 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”, sedangkan Sumbu ordinat merupakan kategori kualitatif yang akan digunakan sebagai frekuensi yang diambil dari “Risk Analysis - A Quantitative Guide” tahun 2000 oleh David Vose.

### 3.6. VALIDASI HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan analisis data penelitian, maka tahap selanjutnya adalah melakukan validasi hasil penelitian kepada keenam pakar ahli struktur tersebut untuk memastikan apakah hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan perkiraan kerusakan bangunan terhadap gempa sampai pada akhirnya keenam pakar tersebut menyetujui hasil akhir dari penelitian ini.

### 3.7 RANGKUMAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode wawancara dan observasi untuk mendapatkan data sekunder yang nantinya menjadi patokan oleh *expert* dalam mengisi grafik perkiraan kerusakan, pengolahan data menggunakan metode *experts judgement* dimana menghadirkan 6 pakar ahli struktur yang nantinya akan dimintai pendapatnya terhadap kemungkinan kerusakan bangunan rumah tinggal tipe 142 terhadap gempa.



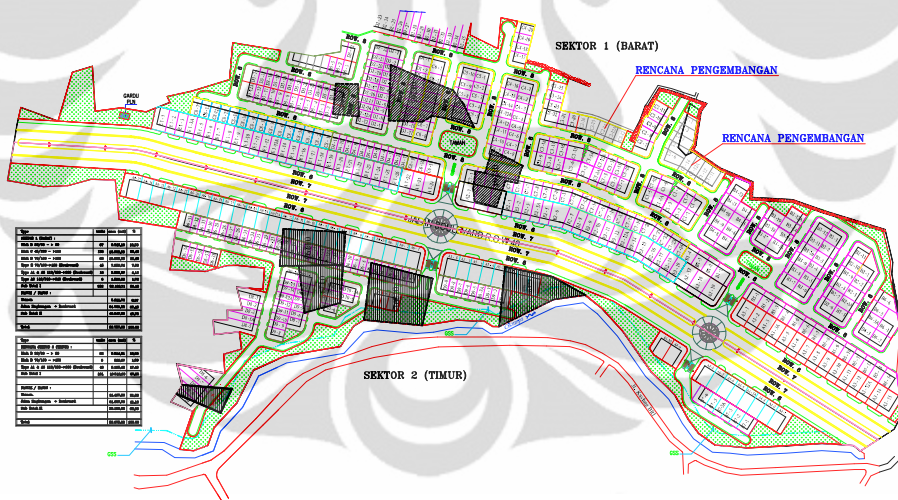
## BAB 4

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Umum Grand Depok City

Kompleks perumahan Grand Depok City memiliki luas kurang lebih 350 Ha dengan 4000 KK, Kompleks 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 72 untuk contoh rumah tinggal tipe menengah, dan rumah tipe 142 untuk contoh rumah tinggal tipe besar.



SEKTOR ALAMANDA

Skala 1 : 1000

Sumber : PT.Alfia Asia Pasifik Primagraha sebagai kontraktor GDC

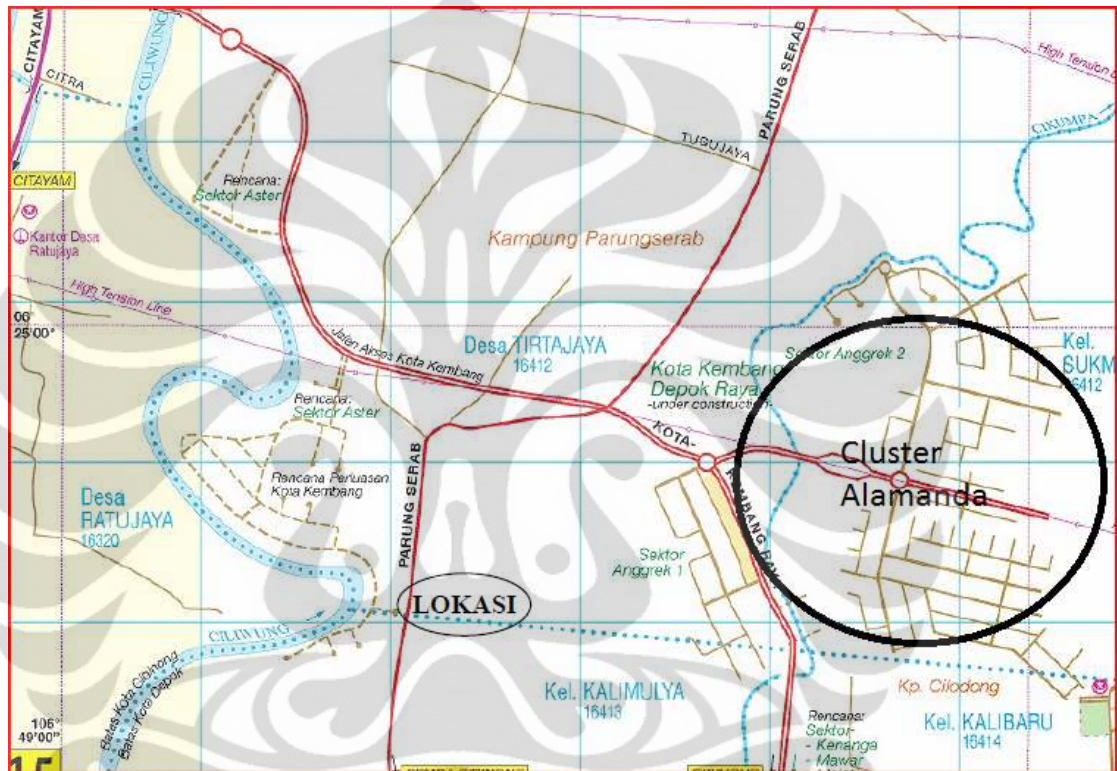
Gambar 4.1 Site Layout Cluster Alamanda

Dalam hal ini, yang menjadi objek penelitian adalah rumah tinggal tipe 142 dengan luas bangunan 142 M<sup>2</sup> dan luas tanah 240 M<sup>2</sup>, dengan harga jual kurang lebih Rp.300 jutaan.

#### 4.2. Gambaran Kondisi Tanah Kompleks Grand Depok City

Data tanah Kompleks Grand Depok city diambil dari lab mekanika tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia, lokasi yang ditinjau berada di Jalan Cilembu Raya Kecamatan Sukmajaya Depok.

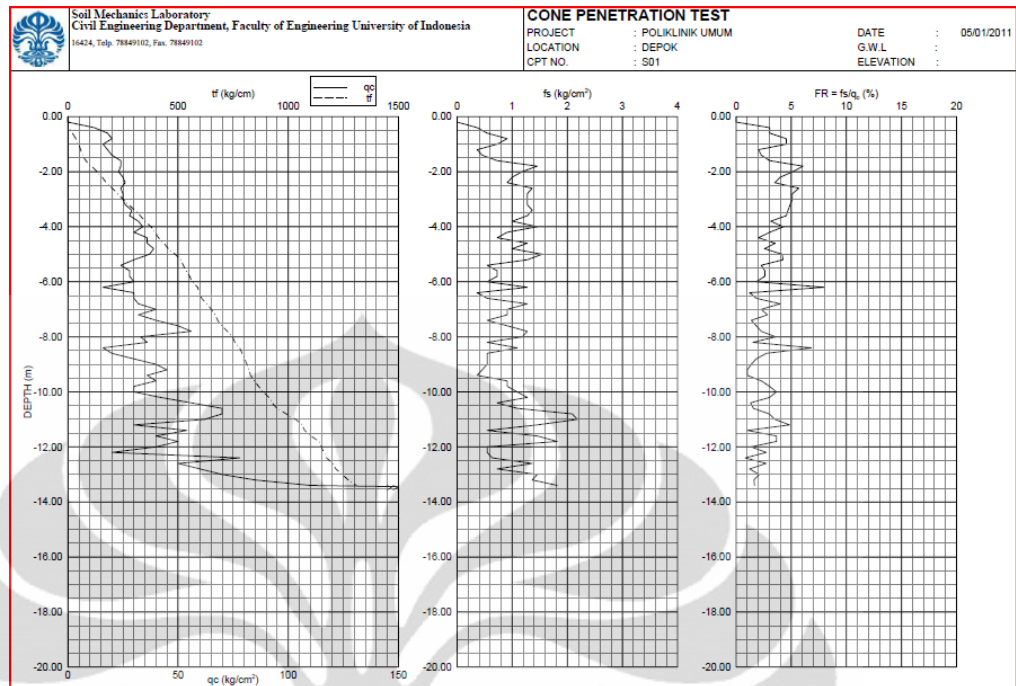
Berikut adalah gambar lokasi dan kondisi tanah di Grand Depok City



Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Univ. Indonesia

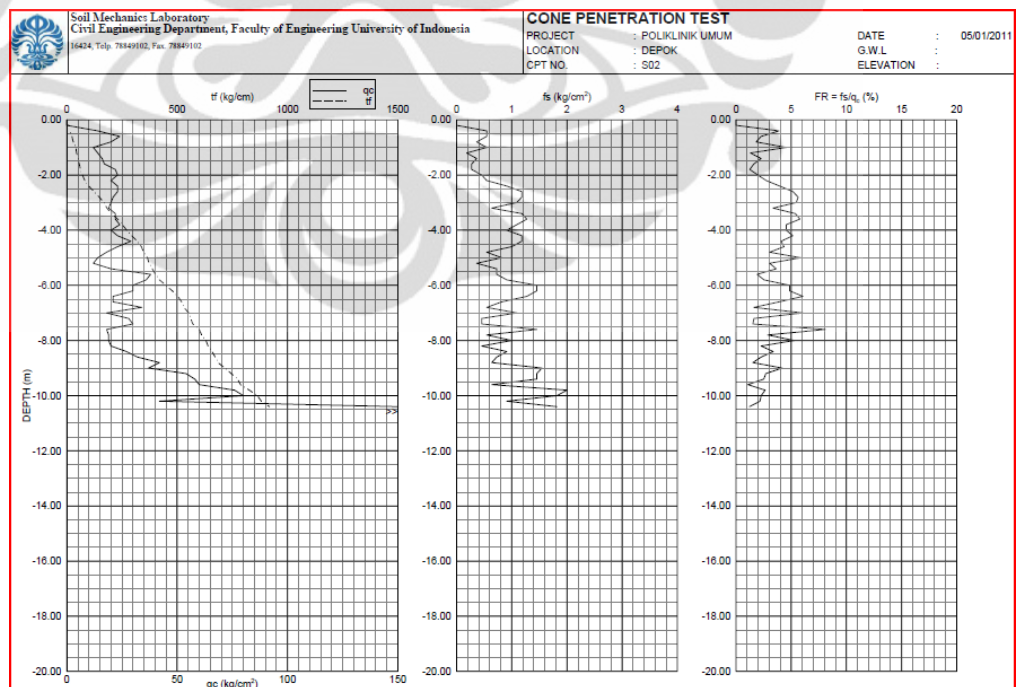
Gambar 4.2 Peta Lokasi Pengambilan Data Tanah Di GDC

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



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 Kompleks 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

<b>Kedalaman (meter)</b>	<b>Jenis Tanah</b>
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>

(Data Terlampir)

### 4.3. Gambaran, Probabilitas, dan Percepatan Gempa Selama 50 Tahun Terakhir

#### 4.3.1. Gambaran Gempa Di Jawa Barat Selama 50 Tahun Terakhir

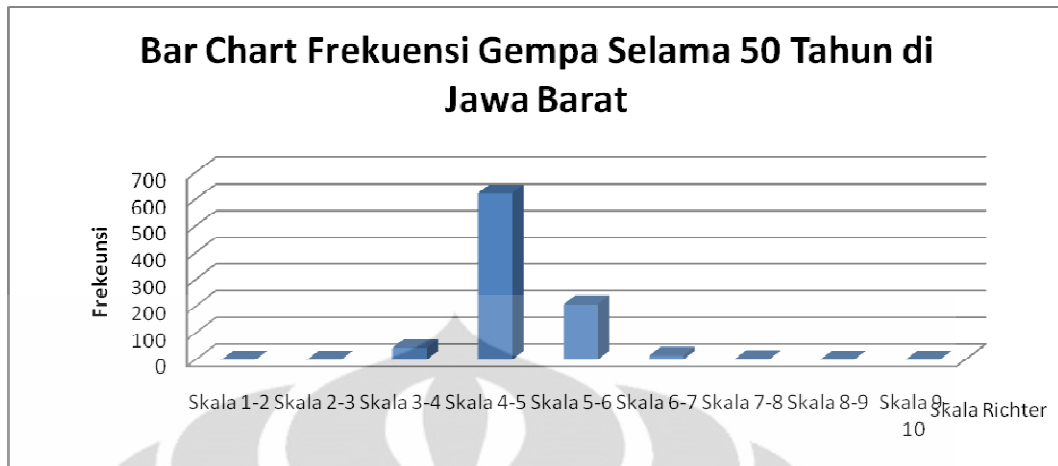
Berdasarkan hasil survey BMKG Ciputat di Banten, terdapat 891 gempa yang pernah terjadi di daerah Jawa Barat baik gempa yang berskala kecil, menengah maupun yang berskala besar. Data gempa ini diambil dari tahun 1973 sampai tahun 2010.

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
<b>Jumlah</b>	<b>891</b>





Gambar 4.5 Gambar *Bar Chart* Frekuensi Gempa Selama 50 Tahun di Jawa Barat

Dari tabel tabel 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 :

*Mean*

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

Dengan menggunakan persamaan (1), didapat rata-rata skala gempa 4,72 SR

	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	<b>4,72</b>									

Setelah mendapat rata-rata skala gempa, kemudian mencari variansi dan standar deviasi dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Dengan menggunakan persamaan (4.2), didapat variansinya sebesar 0,319

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

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	<b>0,319</b>									
Standar Deviation	<b>0,565</b>									

Dan didapat standar deviasi sebesar 0,565

Untuk menjadi grafik probabilitas distribusi normal digunakanlah persamaan 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 (distribusi normal)

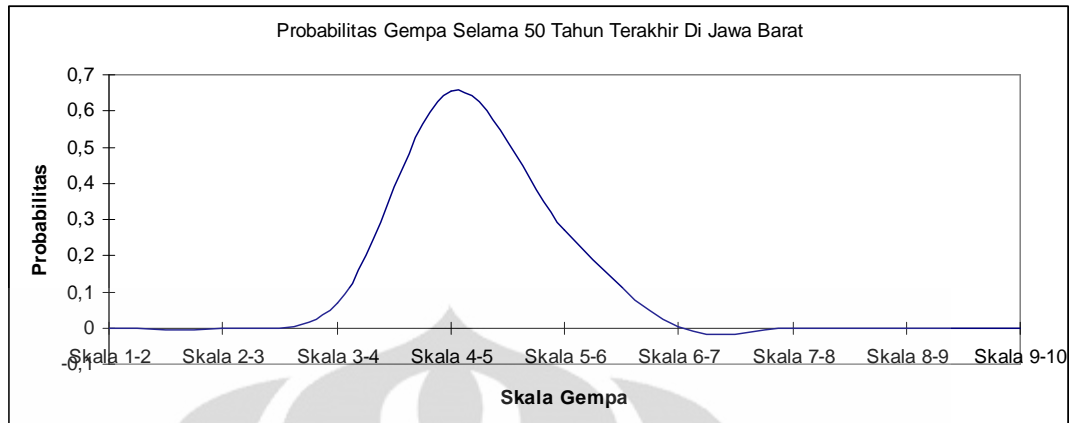
$x$  = kelompok data

$\sigma$  = standar deviasi

$m$  = rata-rata

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

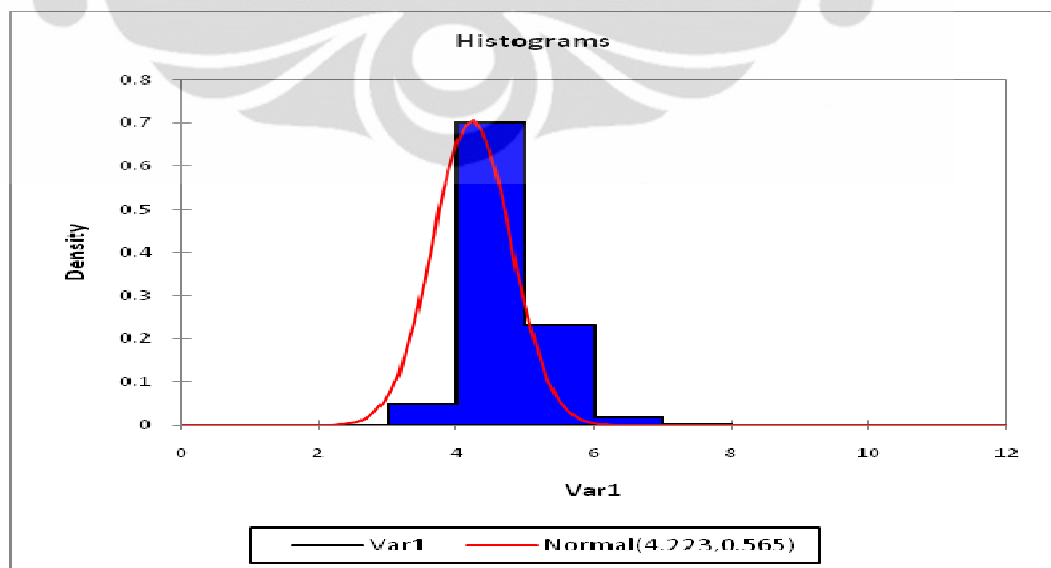
	Skala 1-2	Skala 2-3	Skala 3-4	Skala 4-5	Skala 5-6	Skala 6-7	Skala 7-8	Skala 8-9	Skala 9-10
Probability	0	0	0,06870213	0,65457111	0,27226619	0,00493711	3,92566E-06	0	0



Gambar 4.6 Grafik *Probability Density Function* Selama 50 Tahun Di Jawa Barat

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 0,65 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, kurva *probability density function* bisa juga dibuat dengan menggunakan program yang sederhana seperti *XLSTAT*, dimana program ini dapat menfitting kurva sehingga menjadi *distribution goodness fitting curve*.



Gambar 4.7 Grafik *Probability Density Function (Fitting)* dengan *XLSTAT*





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 (5)

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

Depok

Jarak hiposenter dapat dicari dengan menggunakan persamaan pythagoras yaitu :

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

Percepatan gempa dicari dengan menggunakan rumus empiris oleh Mc.Guirre R.K (1963) :

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

Dengan :

$\alpha$  = percepatan tanah pada permukaan (gal)

M = magnitudo permukaan (SR)

R = jarak hiposenter (Km)

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

$\Delta$  = 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 :

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

Sehingga percepatan gempa 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 :

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

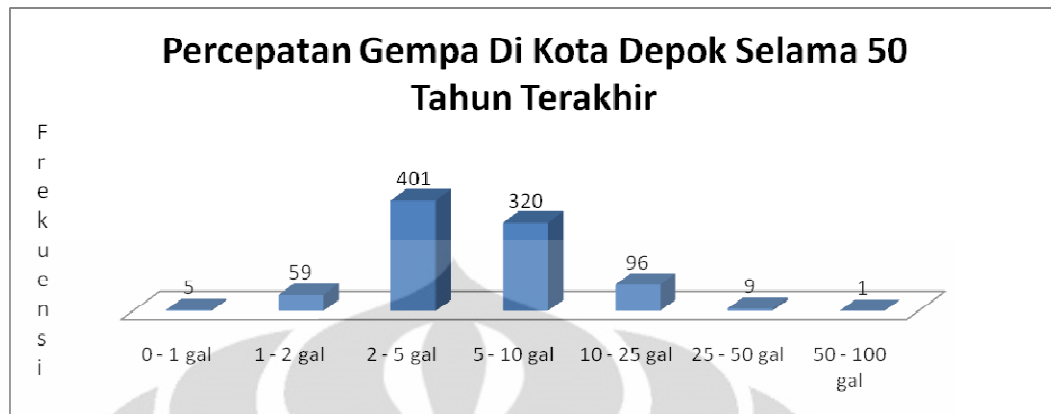
$$1 \text{ g} = 10 \text{ m/s}^2$$

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

Tabel 4.3 Percepatan Gempa 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 Gempa Di Kota Depok Selama 50 Tahun Terakhir

#### 4.3.4. Perbandingan MMI Versus Percepatan Gempa

Untuk dapat membayangkan seberapa besar dampak akibat percepatan gempa tersebut dengan kerusakan terhadap bangunan rumah tinggal, dapat dibuat perbandingan antara skala mercalli dengan percepatan gempa seperti dibawah ini (C.F. Richter, 1958) [15] :

Tabel 4.4 Tabel Perbandingan Skala Mercally dan Percepatan

INTENSITY	EFFECTS	PGA (GALS)
I	No Felt. Marginal and long-period effects of large earthquakes	Less than 1
II	Felt by persons at rest, on upper floors or favourably placed	1 - 2 gals
III	Felt indoors, hanging object swinging. Vibration like passing of a light truck Duration Estimated, may not be recognized as an earthquake	2 - 5 gals
IV	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	5 - 10 gals
V	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	10 - 25 gals

VI	<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>	25 - 50 gals
VII	<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>	50 - 100 gals
VIII	<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>	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>	**

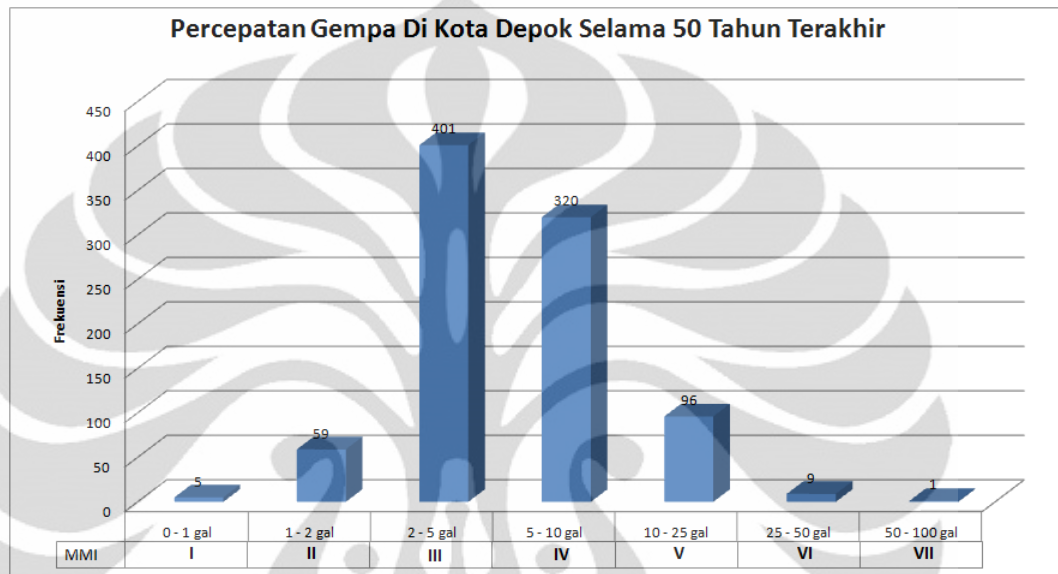
Jika dilihat dari grafik probabilitas gempa dan table 4.7. Dapat disimpulkan bahwa gempa yang sering terjadi berkisar pada skala MMI I, II, III, IV dan V.

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 Kota Depok

Probabilitas percepatan gempa diasumsikan berdistribusi normal karena belum dilakukan pengecekan sebelumnya sehingga menggunakan fungsi kerapatan probabilitas distribusi normal.

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

Setelah mendapatkan besarnya frekuensi gempa berdasarkan Skala Mercally, dengan menggunakan persamaan 4.1 sehingga didapat :

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

Dengan menggunakan persamaan (4.1), didapat rata-rata skala gempa 3,53

Setelah mendapat rata-rata skala gempa MMI, kemudian mencari variansi dan standar deviasi dengan menggunakan persamaan 4.2 dan 4.3

Dengan menggunakan persamaan (4.2), didapat variansinya sebesar

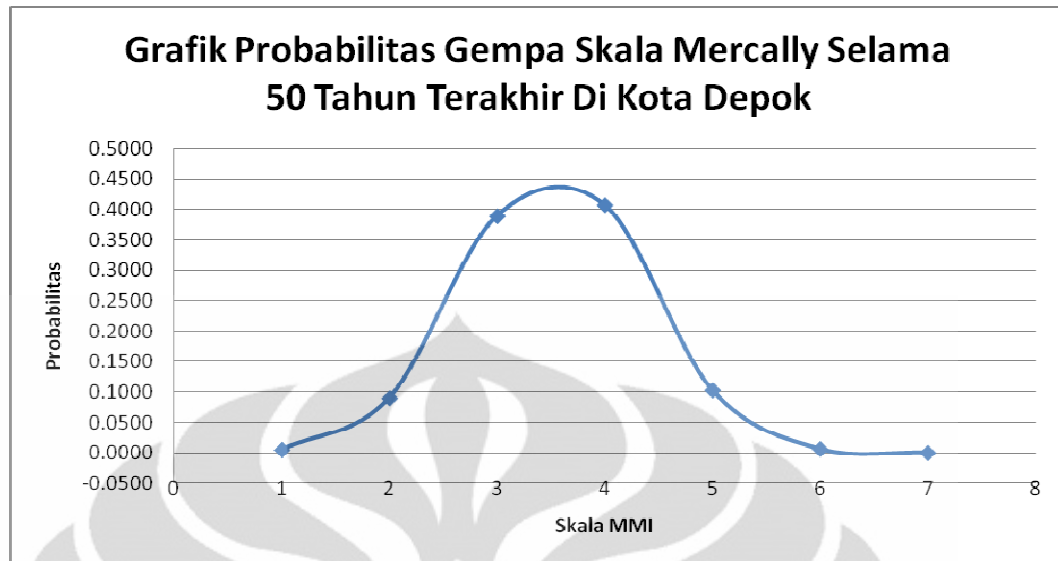
xi-xrat	-2.53	-1.53	-0.53	0.47	1.47	2.47	3.47	
(Xi-Xrat)^2	6.41	2.35	0.28	0.22	2.16	6.09	12.03	
(Xi-Xrat)^2 N	32.0548	138.472	113.4869	70.091714	206.8861001	54.8198143	12.02711741	627.838
Variance	<b>0.705</b>							
Standar Deviation	<b>0.839</b>							

Sehingga didapat besarnya variansi 0,705 dan besarnya standar deviasi sebesar 0,839

Untuk diubah menjadi grafik probabilitas distribusi normal digunakan persamaan 4.4. Dengan menggunakan persamaan (4.4), didapat probabilitas gempa seperti dibawah ini :

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

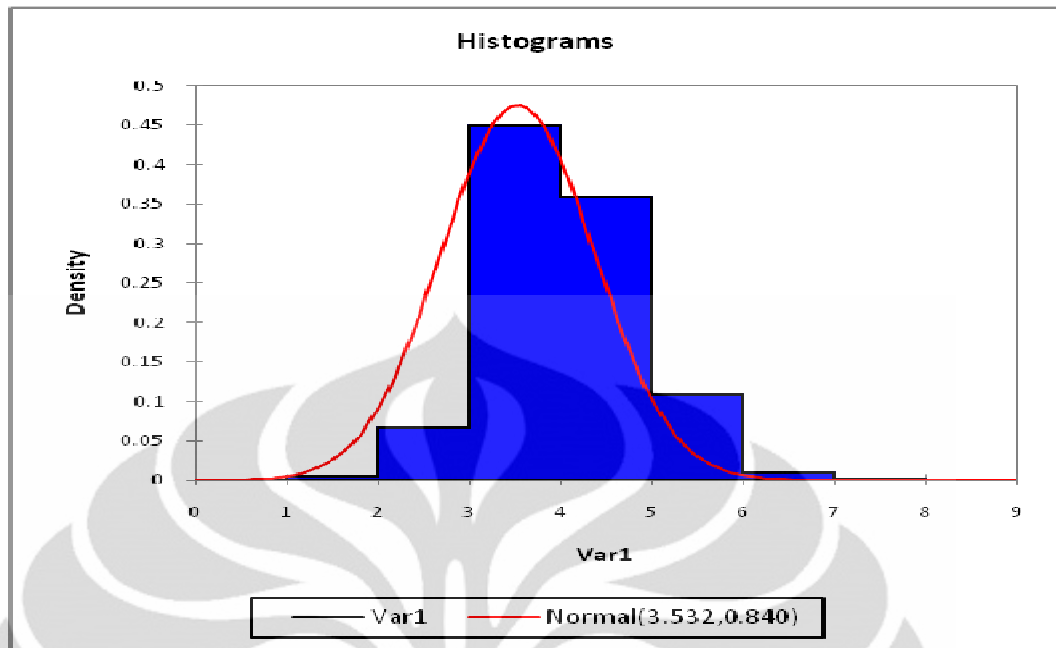




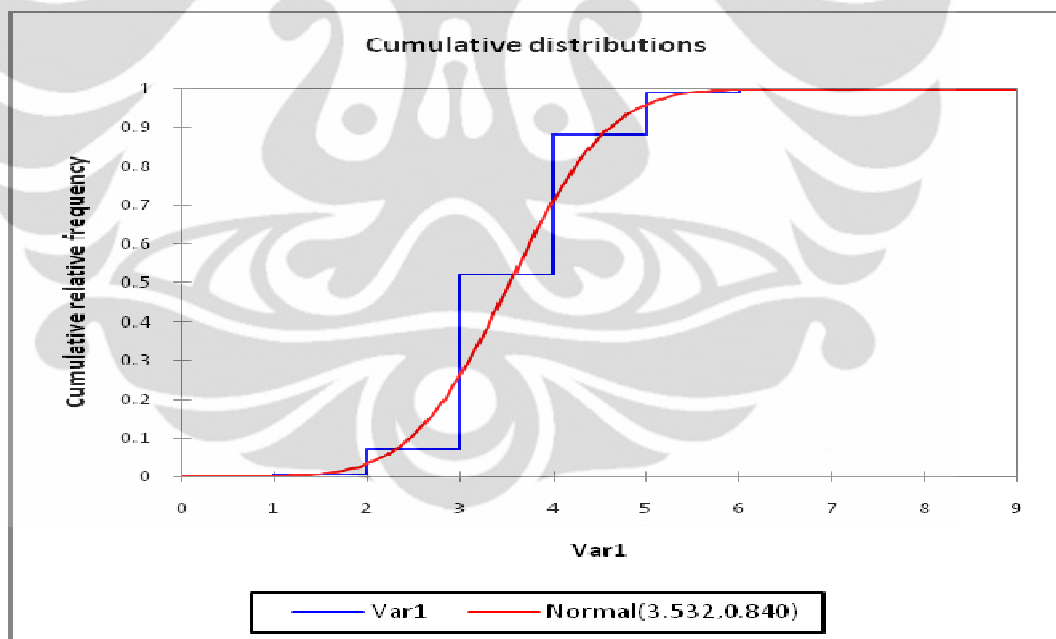
Gambar 4.11 Grafik *Probability Density Function* Skala MMI Selama 50 Tahun Terakhir Di Kota Depok

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.

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 meng-fit kurva yang cocok untuk data-data yang diberikan.



Gambar 4.12 Grafik *Probability Density Function* Skala MMI (*Fitting*) XLSTAT



Gambar 4.13 Grafik *Cumulative Distribution* Skala MMI (*Fitting*) XLSTAT

#### 4.4. Metode Experts Judgement

Definisi metode *experts judgement* secara garis besar adalah menggunakan para pakar dalam hal ini adalah 6 pakar struktur bangunan terhadap gempa untuk mengisi grafik kerusakan gempa yang mungkin terjadi selama 50 tahun yang akan datang dengan memberikan data-data gempa, data struktur bangunan, dan data tanah di Kompleks Perumahan Grand Depok City. Keenam pakar struktur ini berinisial M, YL, SA, TI, ET dan JI yang merupakan Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Berikut adalah definisi dari kategori kerusakan yang diberikan kepada *expert* : [31]

##### **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.

##### **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.

##### **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.

### **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.

### **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

### **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.

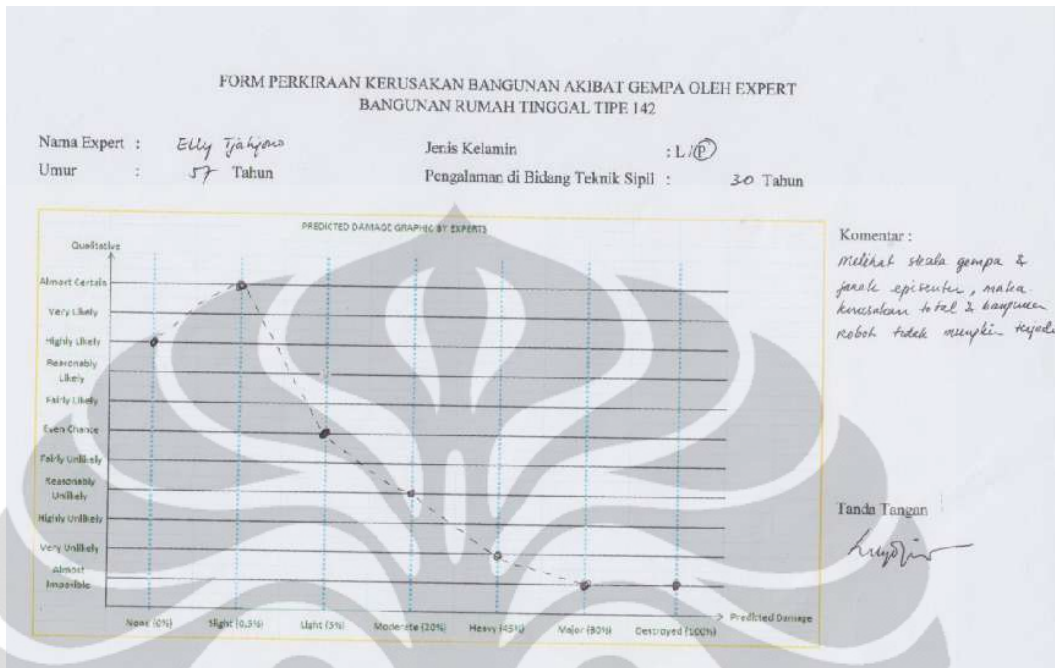
Berikut adalah grafik perkiraan kerusakan akibat gempa oleh *experts* untuk tipe rumah tinggal 142





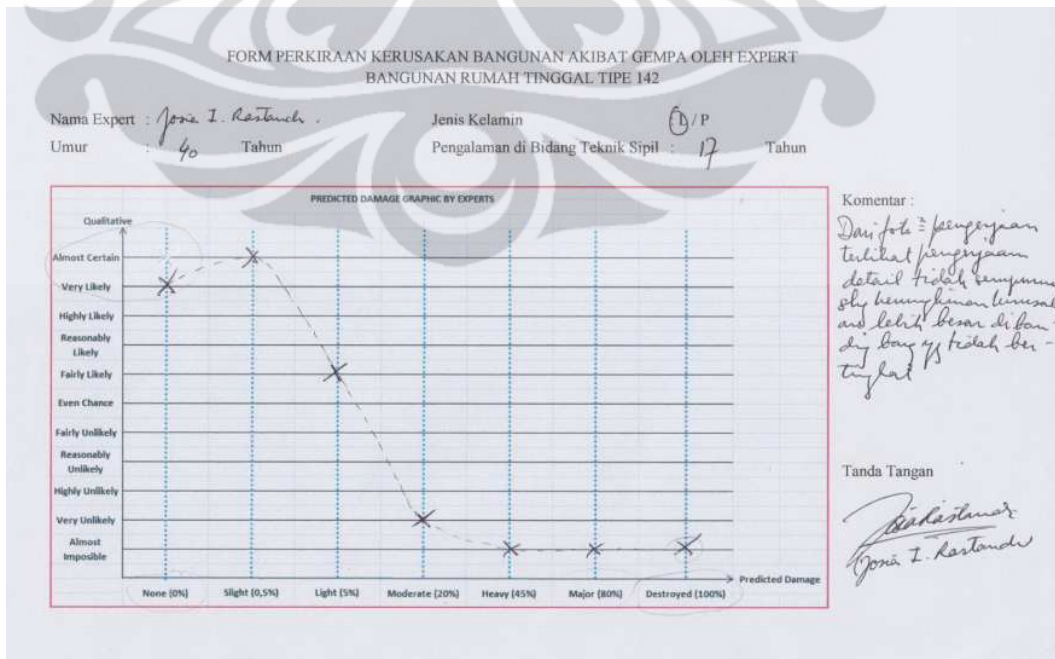


Expert 5  
 Inisial E.T



Gambar 4.18 Grafik Predicted Damage oleh Expert E.T

Expert 6  
 Inisial J.I



Gambar 4.19 Grafik Predicted Damage oleh Expert J.I



Dari grafik *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 4.5 Besaran Frekuensi Untuk Setiap Kategori

Kualitatif	Frekuensi
<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

Dengan mengacu pada tabel 4.4, dibuatlah besaran frekuensi yang diperoleh dari grafik perkiraan kerusakan oleh masing-masing *expert*.

**EXPERT 1 = M**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Qualitative</b>	<b>Frekuensi</b>
<i>None</i>	<i>Highly Likely</i>	80.49
<i>Slight</i>	<i>Fairly Likely</i>	62.29
<i>Light</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Moderate</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Heavy</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Major</i>	<i>Almost Impossible</i>	16.79
<i>Destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

**EXPERT 2 = YL**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Qualitative</b>	<b>Frekuensi</b>
<i>None</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Slight</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Light</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	44.09
<i>Moderate</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Heavy</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Major</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

**EXPERT 3 = SA**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Qualitative</b>	<b>Frekuensi</b>
<i>None</i>	<i>Highly Likely</i>	80.49
<i>Slight</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Light</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>Moderate</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Heavy</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Major</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

**EXPERT 4 = TI**

<b><i>Predicted Damage</i></b>	<b><i>Qualitative</i></b>	<b><i>Frekuensi</i></b>
<i>None</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Slight</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Light</i>	<i>Highly Likely</i>	80.49
<i>Moderate</i>	<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Heavy</i>	<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Major</i>	<i>Highly Unlikely</i>	25.89
<i>destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

**EXPERT 5 = ET**

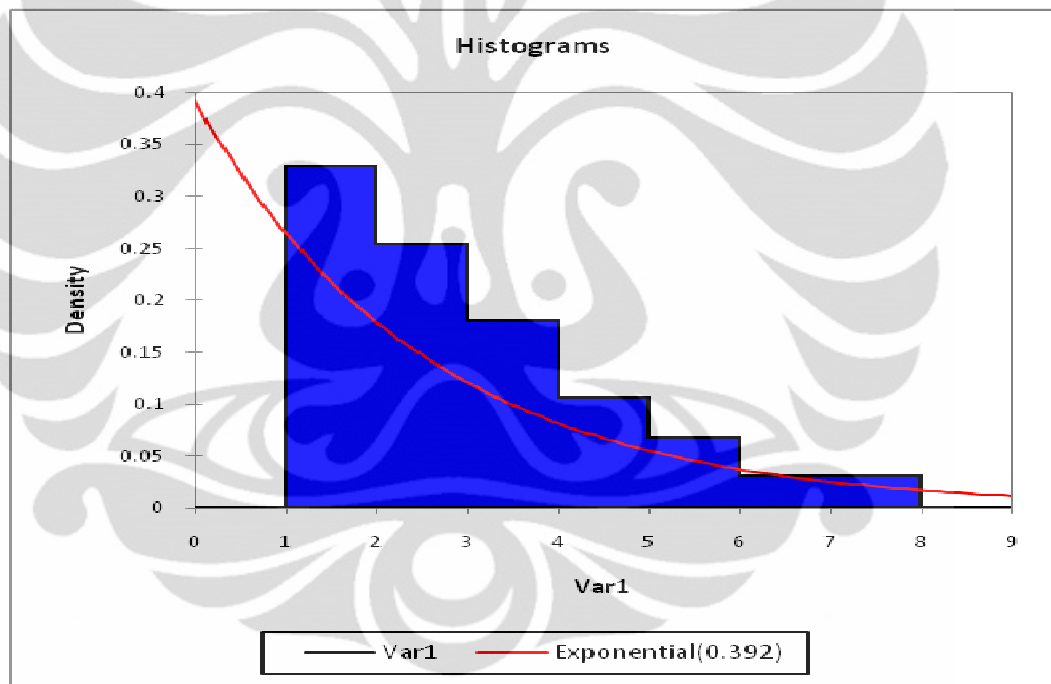
<b><i>Predicted Damage</i></b>	<b><i>Qualitative</i></b>	<b><i>Frekuensi</i></b>
<i>None</i>	<i>Highly Likely</i>	80.49
<i>Slight</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Light</i>	<i>Even Chance</i>	53.19
<i>Moderate</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	34.99
<i>Heavy</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Major</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

**EXPERT 6 = JI**

<b><i>Predicted Damage</i></b>	<b><i>Qualitative</i></b>	<b><i>Frekuensi</i></b>
<i>None</i>	<i>Very Likely</i>	89.59
<i>Slight</i>	<i>Almost Certain</i>	98.69
<i>Light</i>	<i>Fairly Likely</i>	62.29
<i>Moderate</i>	<i>Very Unlikely</i>	16.79
<i>Heavy</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>Major</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69
<i>destroyed</i>	<i>Almost Impossible</i>	7.69

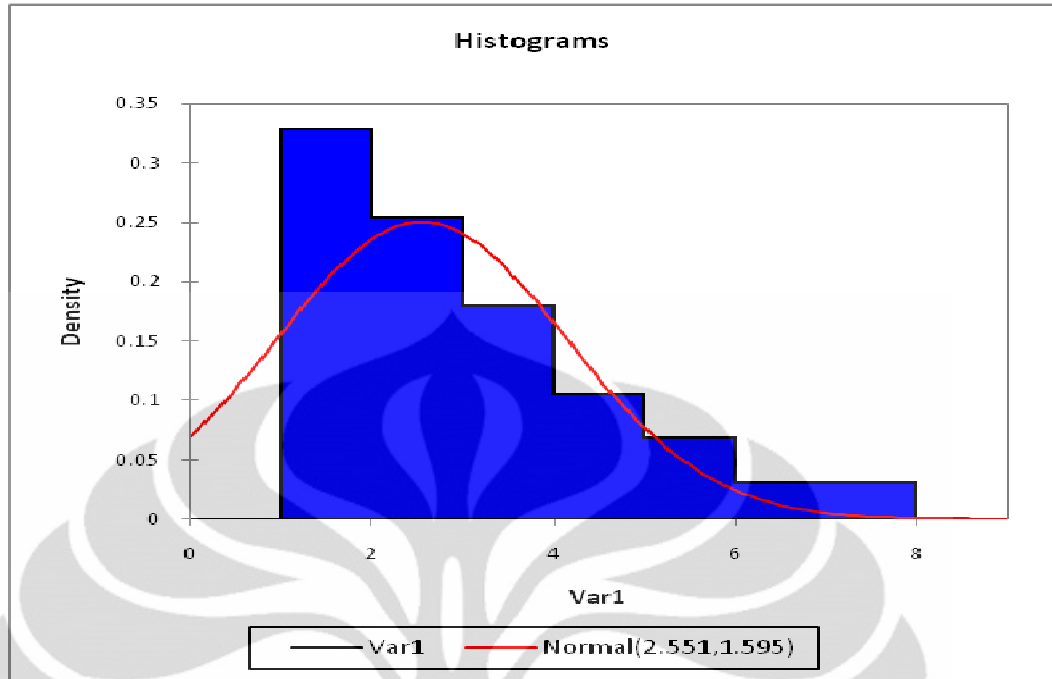
Dalam membuat kurva fungsi kerapatan probabilitas, ada berbagai macam kurva distribusi yang bisa dibuat contohnya distribusi normal, kurva beta, kurva exponential, gamma, erlang, weibull, log-normal dan sebagainya. Penetapan kurva yang diambil dari *software XLSAT* adalah kurva tersebut harus mengikuti 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 dimana semakin tinggi % $H_0$  dimana  $H_0$  berarti bahwa sampel tersebut mengikuti distribusi kurva yang dipilih.

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



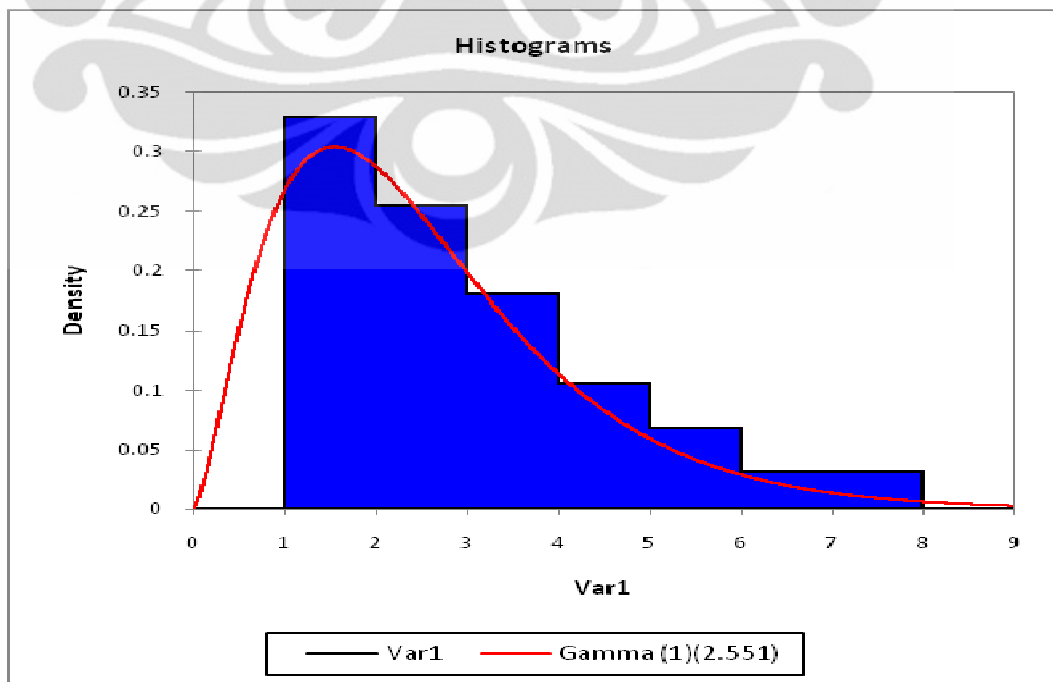
Gambar 4.20 Grafik *Probability Density Function Exponential* oleh *Expert M*

Dari kurva exponential pada gambar 4.01, dapat dilihat bahwa kurva ini sangat tidak mengikuti distribusinya normalnya serta memiliki nilai *P value* dan % $H_0$  yang rendah yaitu sebesar  $< 0.0001$  dan 0.01%.



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

Dari kurva distribusi normal pada gambar 4.21, 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  $0.01\%$  . .



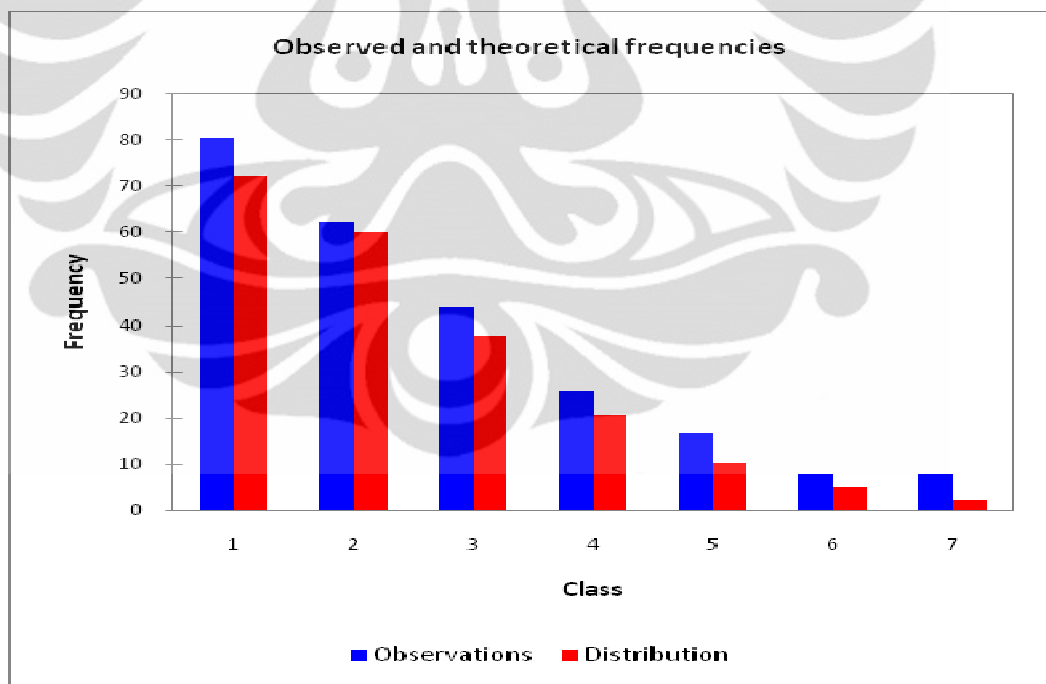
Gambar 4.22 Grafik *Probability Density Function* Gamma oleh *Expert M*

Jika melihat bentuk kurva pada gambar 4.22, tentunya kurva ini cukup cocok menyerupai distribusi awalnya serta memiliki nilai *P value* dan  $\%H_0$  yang paling tinggi diantara kurva lainnya yaitu sebesar 0.001 dan 0.06%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kurva yang paling mendekati *fit* untuk *expert M* adalah kurva distribusi gamma 1 sedangkan untuk kurva bobot juga digunakan kurva gamma 1 karena memiliki nilai *P value* dan  $\%H_0$  yang tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kurva yang paling cocok untuk semua *expert* dan bobot dari semua *expert* adalah kurva gamma 1. Untuk dapat lebih jelasnya besaran-besaran *P value* dan  $\%H_0$  dapat dilihat pada lampiran.

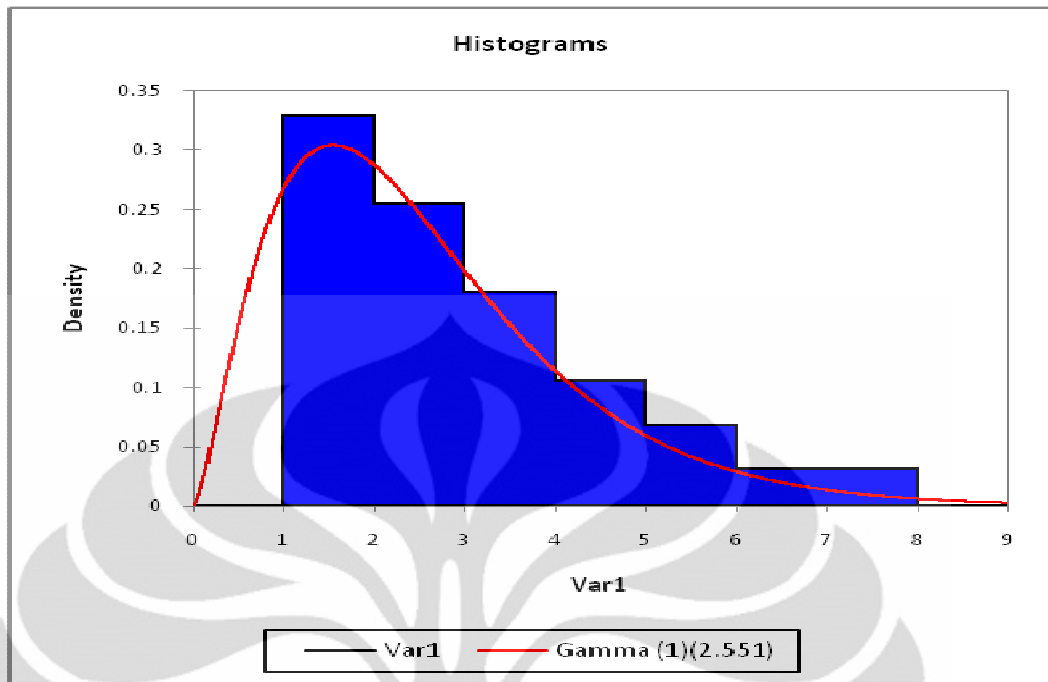
Berikut adalah kurva distribusi gamma 1 untuk semua *expert* yang diperoleh dengan menggunakan *software XLSTAT*.

*Expert 1*

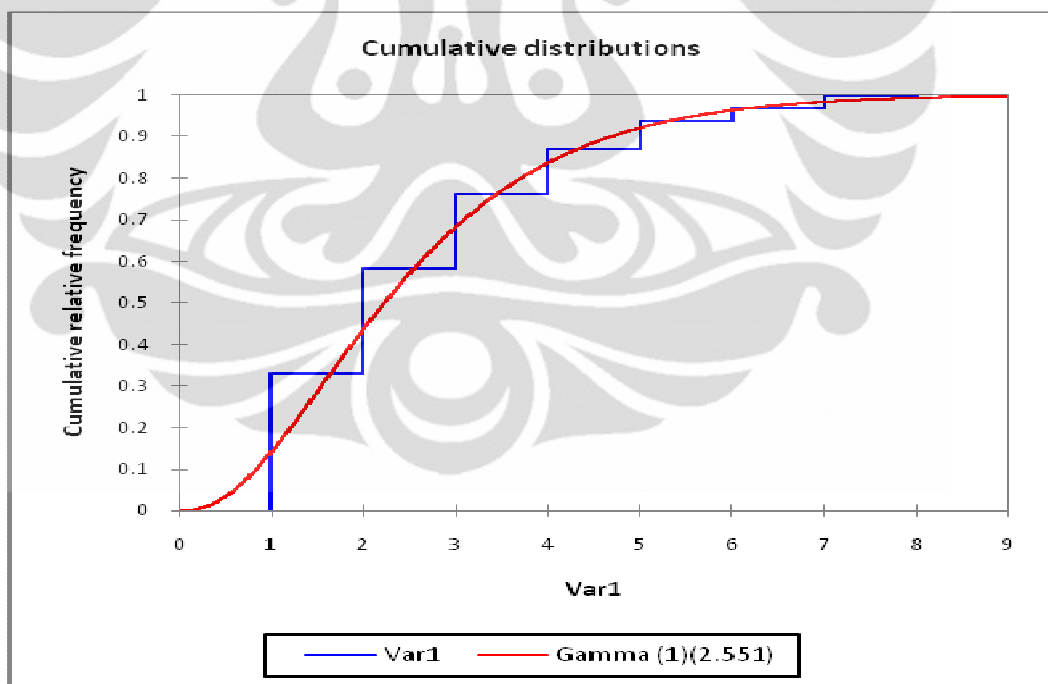
*Inisial M*



Gambar 4.23 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert M*



Gambar 4.24 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert M*



Gambar 4.25 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert M*

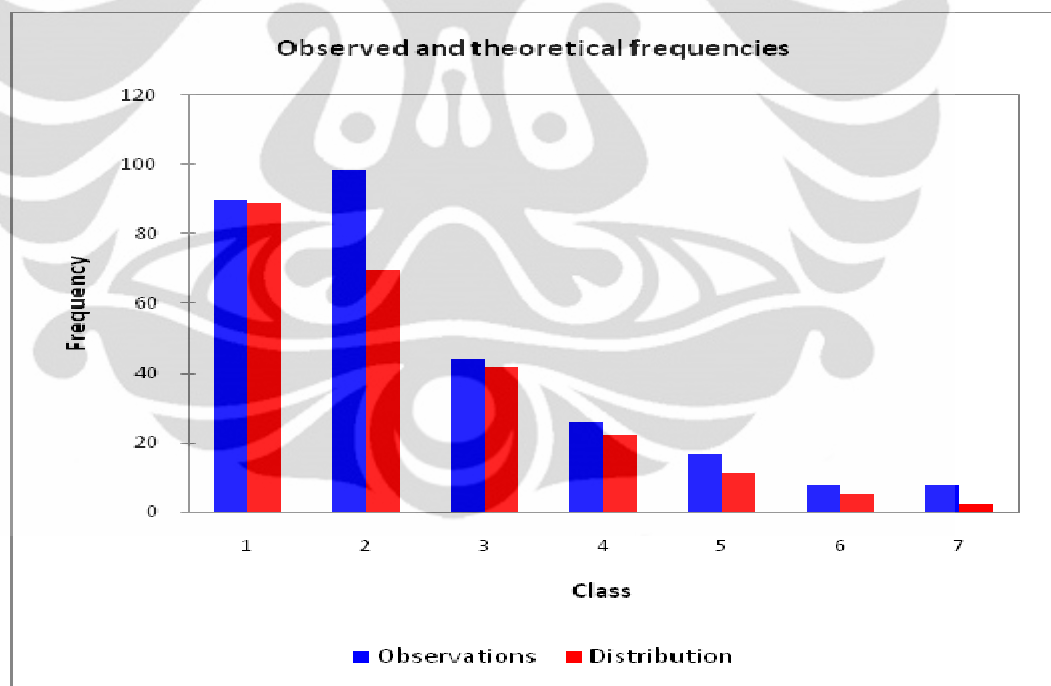


Tabel 4.9 Nilai Kerapatan oleh *Expert M*

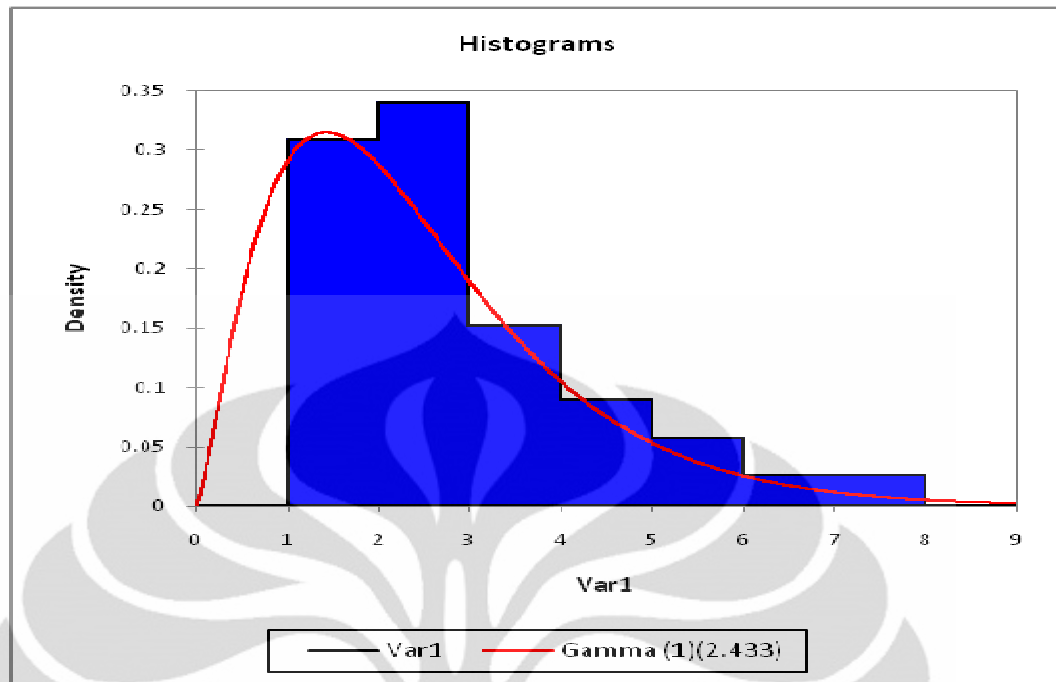
<b>Predicted Damage</b>	<b>Qualitative</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
None (0%)	Very Likely	1	80.49	0.329
Slight (0,5%)	Reasonably Likely	2	62.29	0.254
Light (5%)	Even Chance	3	44.09	0.180
Moderate (20%)	Reasonably Unlikely	4	25.89	0.106
Heavy (45%)	Highly Unlikely	5	16.79	0.069
Major (80%)	Very Unlikely	6	7.69	0.031
Destroyed (100%)	Almost Impossible	7	7.69	0.031
Jumlah				1.000

*Expert 2*

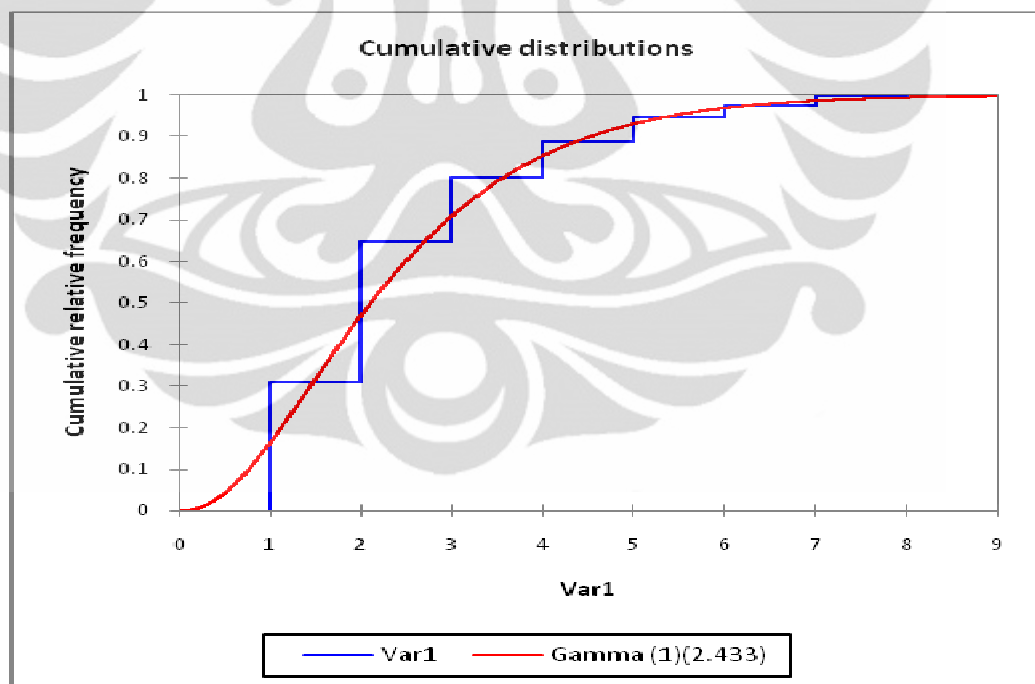
Inisial Y.L



Gambar 4.26 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert Y.L*



Gambar 4.27 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert Y.L*



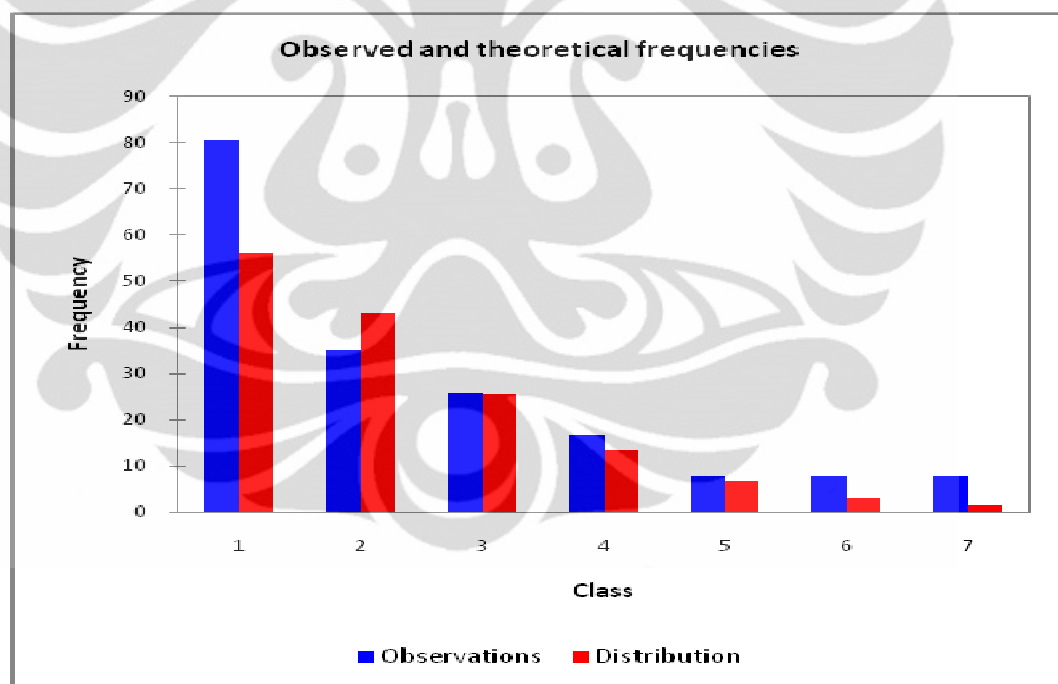
Gambar 4.28 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert Y.L*

Tabel 4.10 Nilai Kerapatan oleh *Expert Y.L*

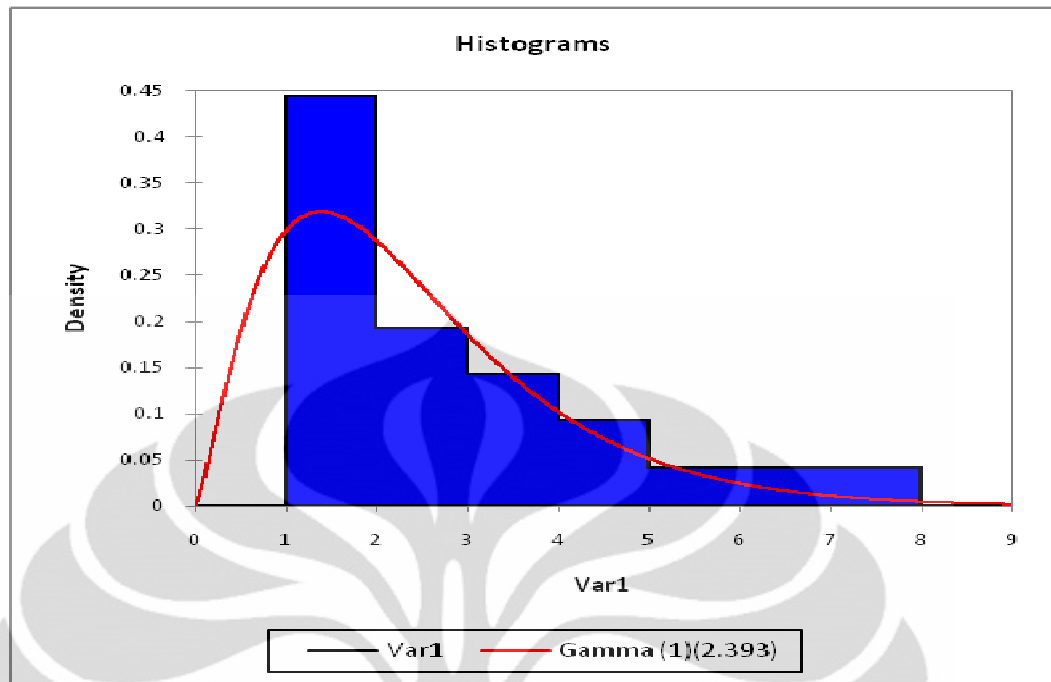
<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	1	89.59	0.308
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Almost Certain</i>	2	98.69	0.340
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	3	44.09	0.152
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Highly Unlikely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

*Expert 3*

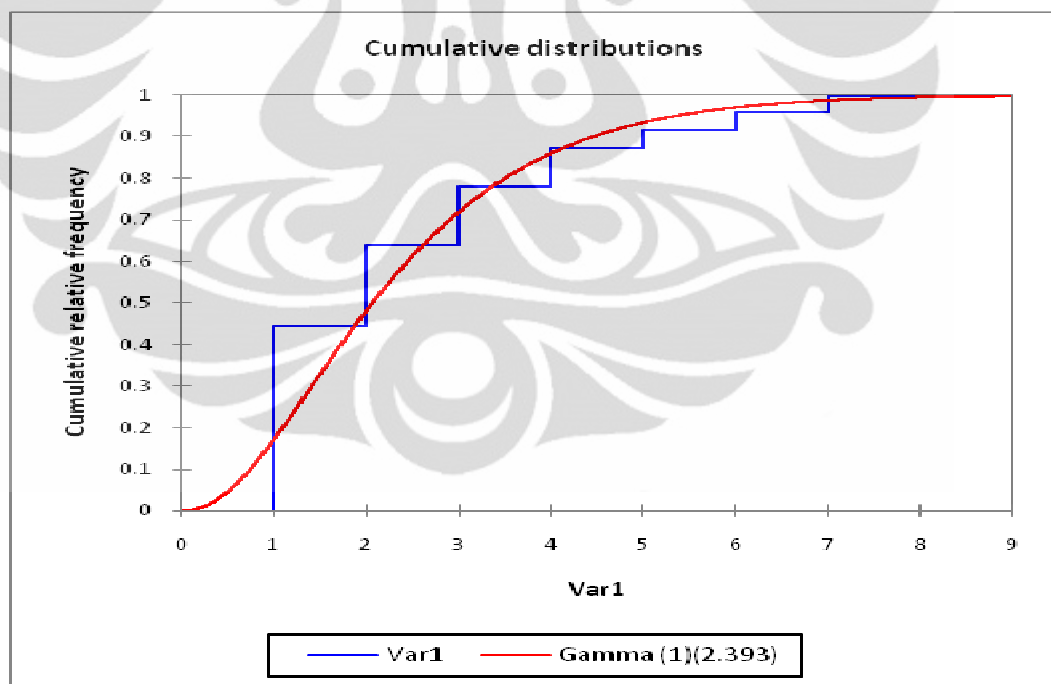
Inisial S.A



Gambar 4.29 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert S.A*



Gambar 4.30 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert S.A*



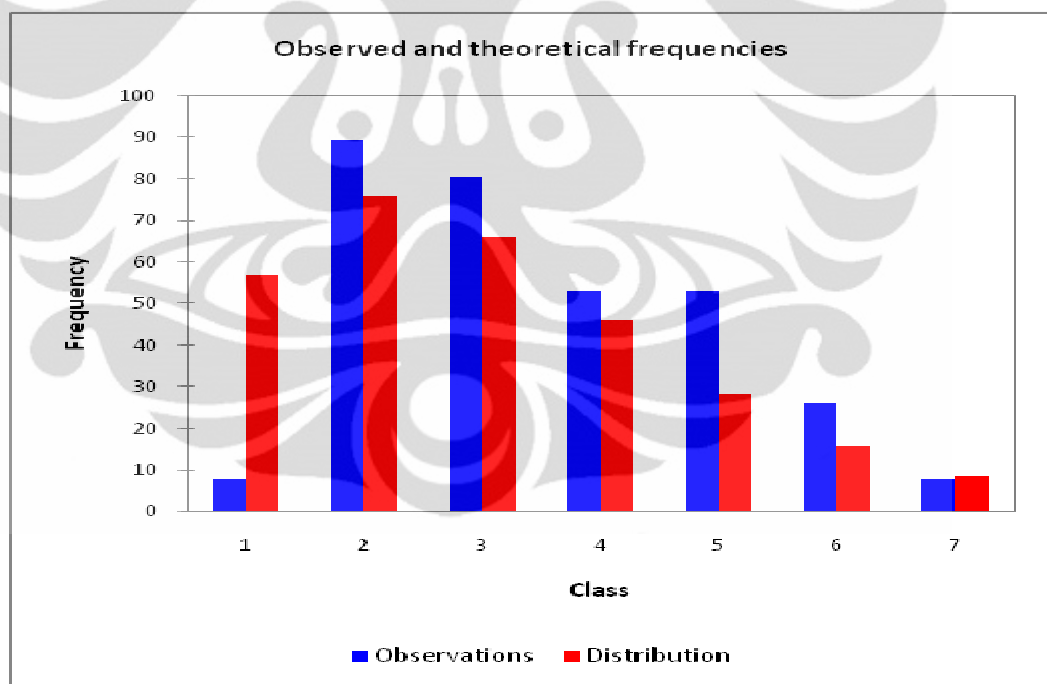
Gambar 4.31 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert S.A*

Tabel 4.11 Nilai Kerapatan oleh *Expert S.A*

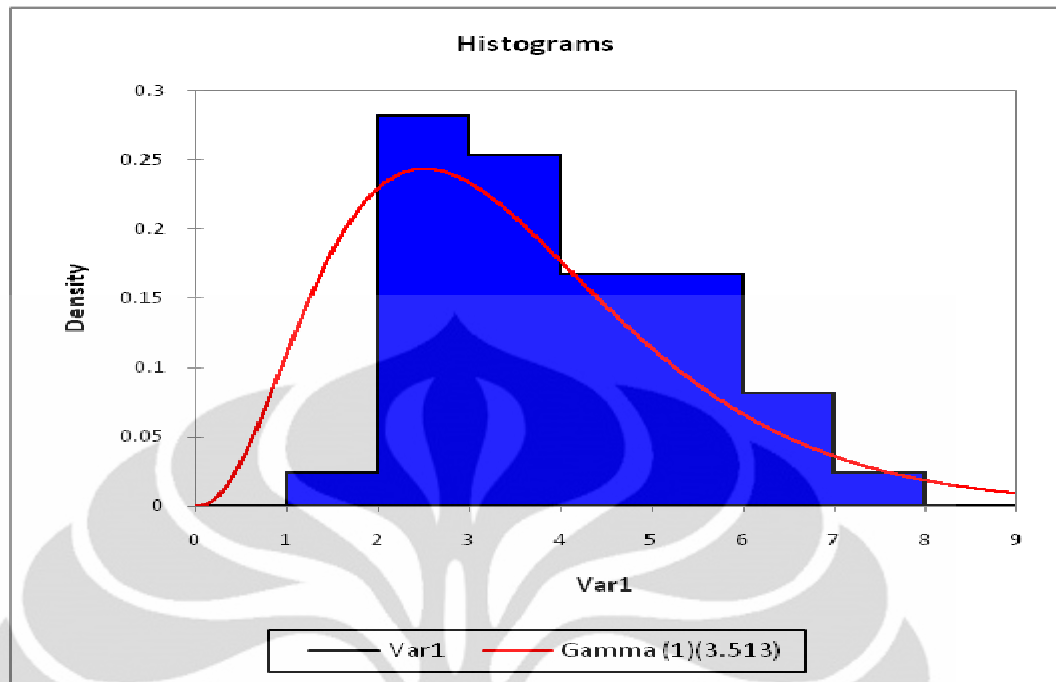
<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	1	80.49	0.444
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	2	34.99	0.193
<i>Light (5%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	3	25.89	0.143
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	4	16.79	0.093
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	5	7.69	0.042
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.042
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.042
Total				1.000

*Expert 4*

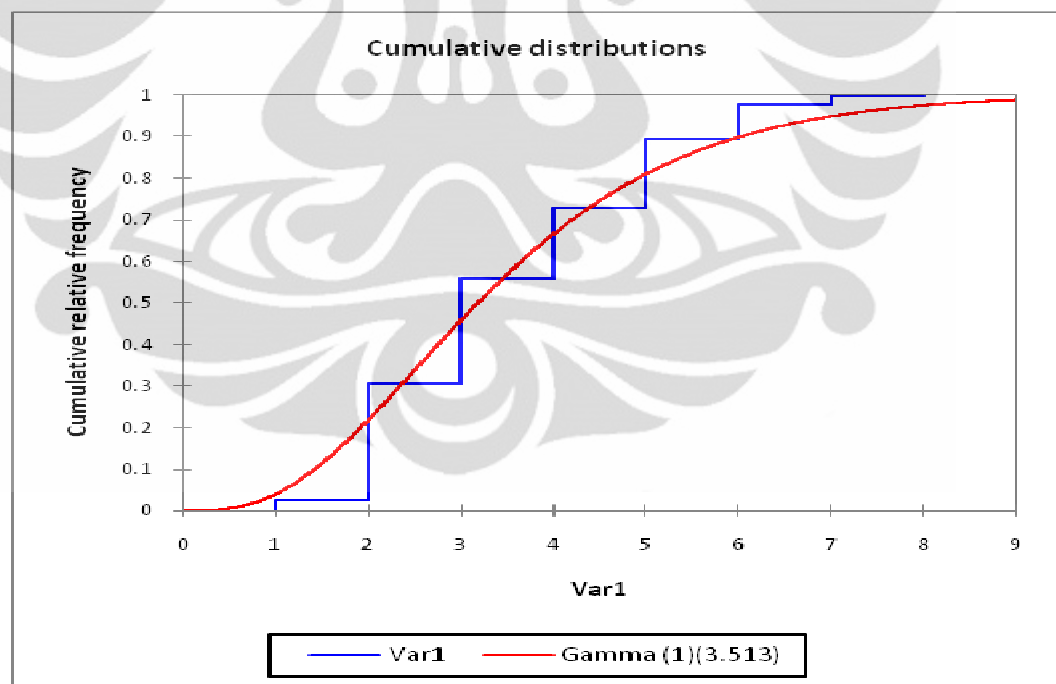
Inisial T.I



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



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



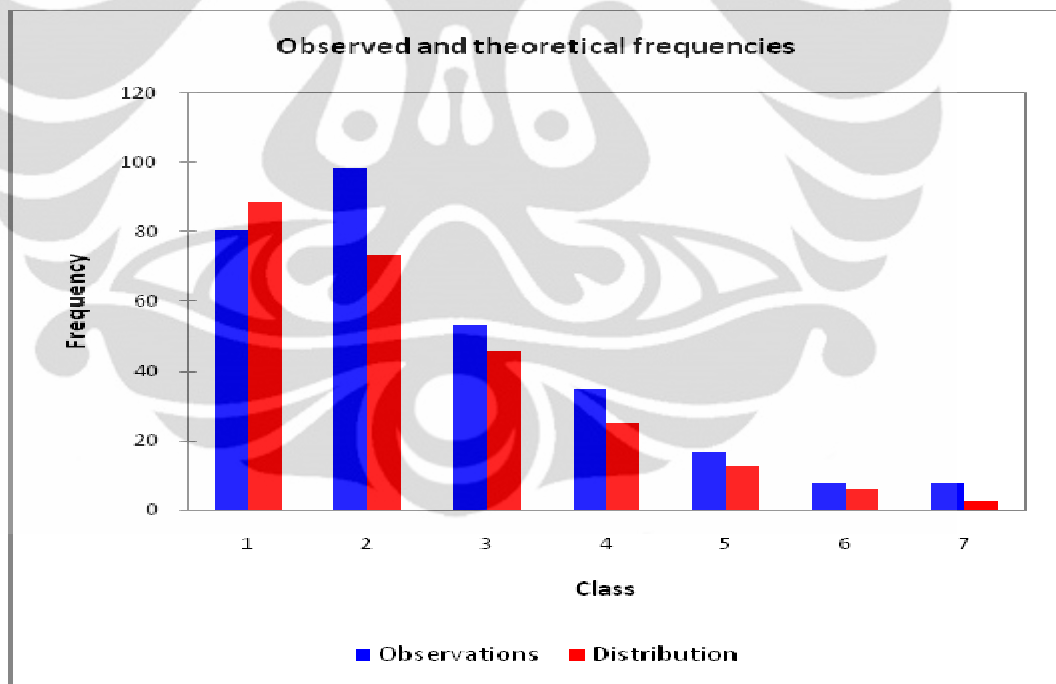
Gambar 4.34 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert T.I*

Tabel 4.12 Nilai Kerapatan oleh *Expert T.I*

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
None (0%)	Almost Impossible	1	7.69	0.024
Slight (0,5%)	Reasonably Likely	2	89.59	0.282
Light (5%)	Fairly Unlikely	3	80.49	0.253
Moderate (20%)	Fairly Unlikely	4	53.19	0.167
Heavy (45%)	Reasonably Unlikely	5	53.19	0.167
Major (80%)	Very Unlikely	6	25.89	0.081
Destroyed (100%)	Almost Impossible	7	7.69	0.024
Total				1.000

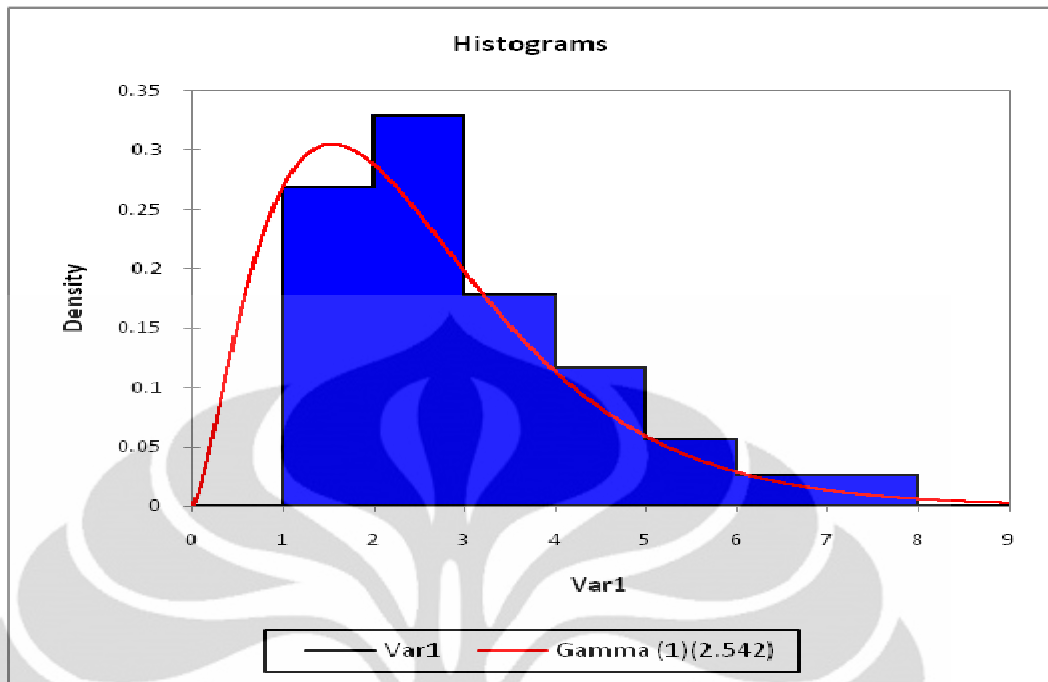
*Expert 5*

Inisial E.T

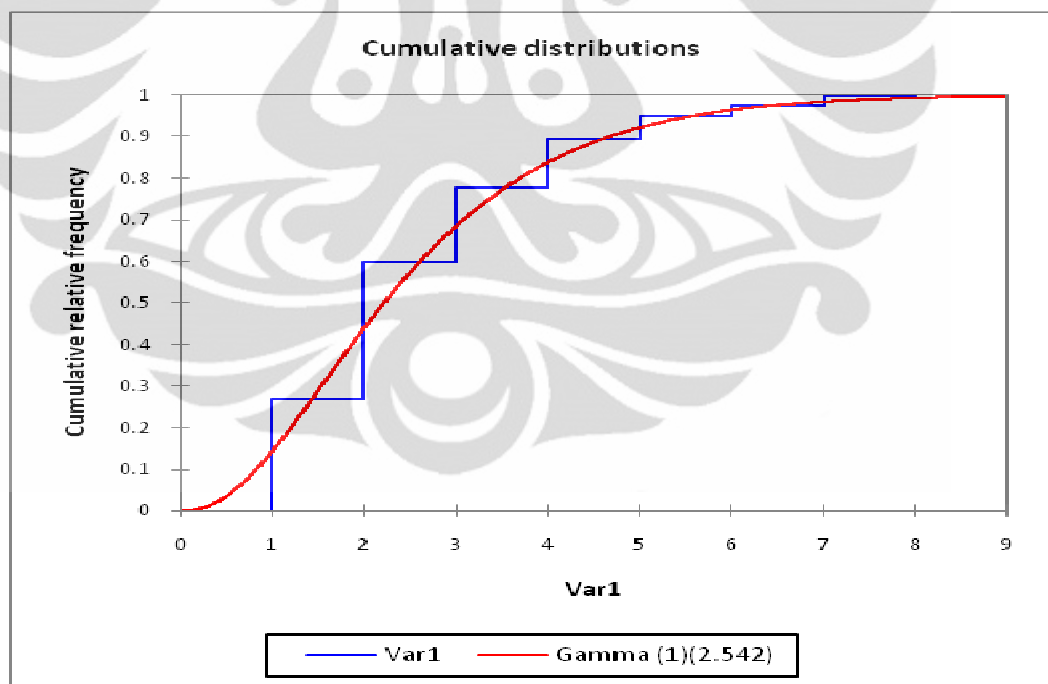


Gambar 4.35 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert E.T*





Gambar 4.36 Grafik Probability Density Function oleh Expert E.T



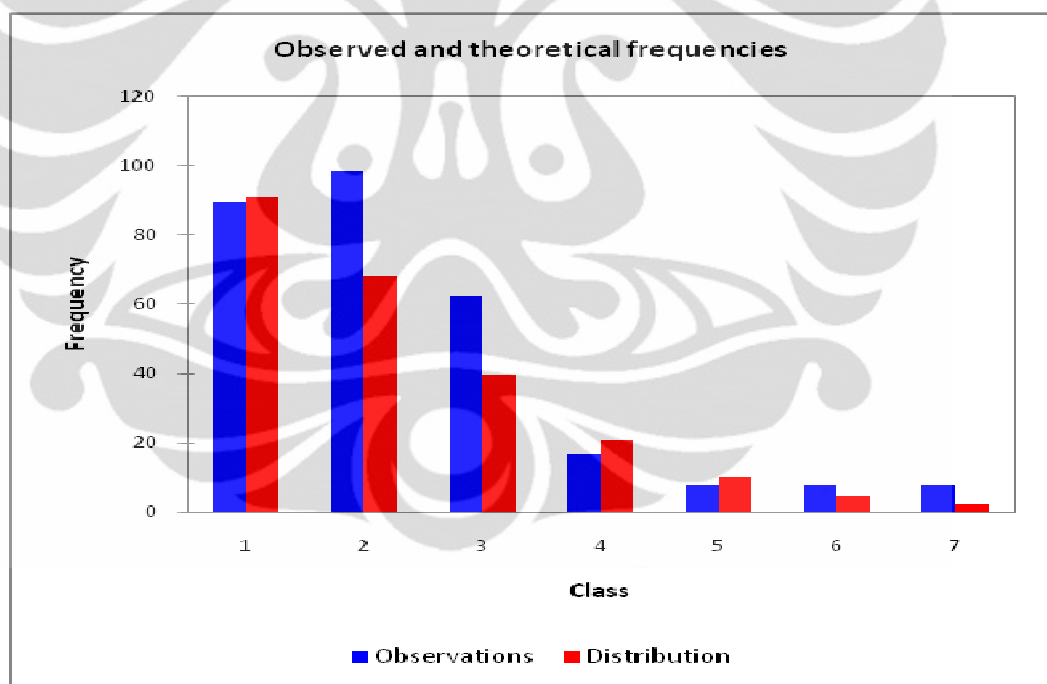
Gambar 4.37 Grafik Cumulative Distribution oleh Expert E.T

Tabel 4.13 Nilai Kerapatan oleh *Expert E.T*

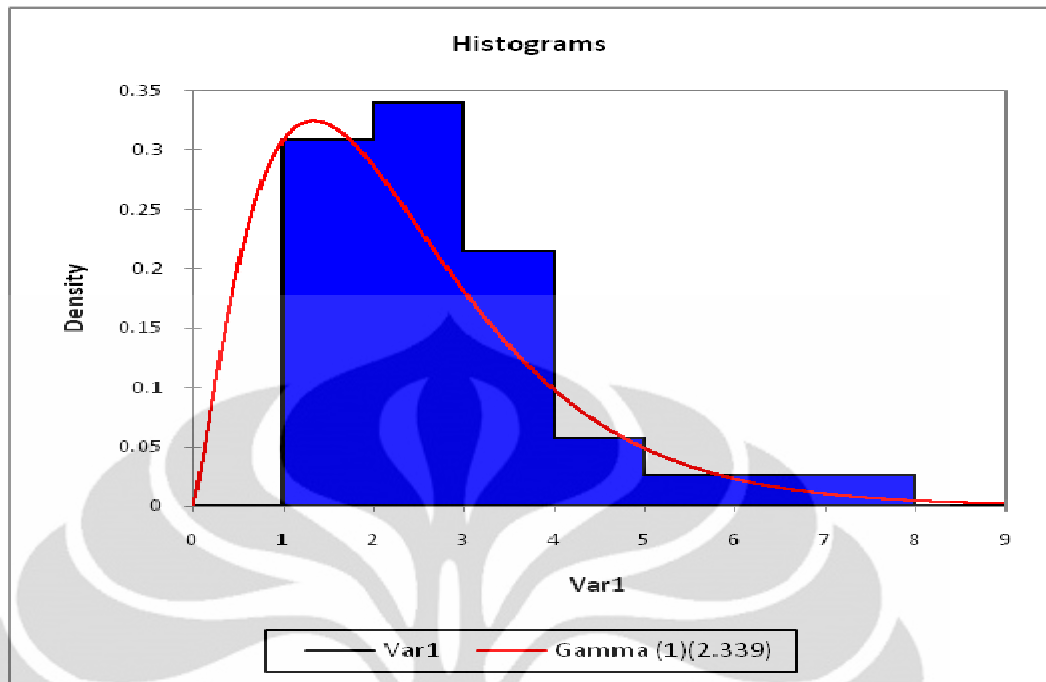
<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	1	80.49	0.269
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Almost Certain</i>	2	98.69	0.329
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Likely</i>	3	53.19	0.178
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	4	34.99	0.117
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	5	16.79	0.056
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.026
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.026
Total				1.000

*Expert 6*

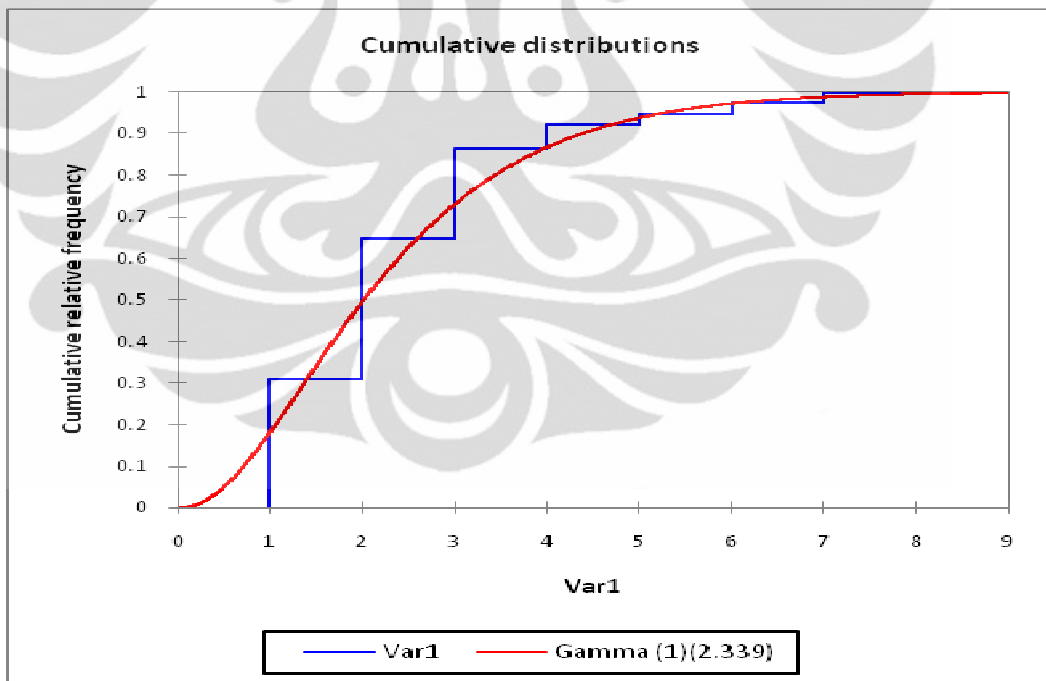
Inisial J.I



Gambar 4.38 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi oleh *Expert J.I*



Gambar 4.39 Grafik *Probability Density Function* oleh *Expert J.I*



Gambar 4.40 Grafik *Cumulative Distribution* oleh *Expert J.I*

Tabel 4.14 Nilai Kerapatan oleh *Expert J.I*

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	1	89.59	0.308
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Very Likely</i>	2	98.69	0.340
<i>Light (5%)</i>	<i>Even Chance</i>	3	62.29	0.214
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	4	16.79	0.058
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	5	7.69	0.026
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.026
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.026
Total				1.000

Grafik yang sangat cocok untuk *goodness-fitting probability density function* adalah grafik log-normal, karena besarnya total distribusi kerapatan paling besar dibanding dengan grafik lainnya, selain itu jika dilihat dari bentuk pola distribusi dan observasi sangatlah cocok.

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

Tabel 4.15 Nilai Bobot Untuk Setiap *Expert*

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

Tabel 4.16 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert M***EXPERT 1 = M**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Qualitative</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>	<b>Bobot Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	1	80.49	0.329	0.0088
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Likely</i>	2	62.29	0.254	0.0068
<i>Light (5%)</i>	<i>Even Chance</i>	3	44.09	0.180	0.0048
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	4	25.89	0.106	0.0028
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	5	16.79	0.069	0.0018
<i>Major (80%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	6	7.69	0.031	0.0008
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.031	0.0008
Jumlah				1.000	

Tabel 4.17 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert Y.L***EXPERT 2 = YL**

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

Tabel 4.18 Tabel Bobot Kerapatan oleh *Expert S.A***EXPERT 3 = SA**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>	<b>Bobot Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	1	80.49	0.444	0.0368
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	2	34.99	0.193	0.0160
<i>Light (5%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	3	25.89	0.143	0.0118
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	4	16.79	0.093	0.0077
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	5	7.69	0.042	0.0035
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.042	0.0035
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.042	0.0035
Total				1.000	

Tabel 4.19 Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh *Expert T.I***EXPERT 4 = TI**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>	<b>Bobot Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	1	7.69	0.024	0.0036
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Reasonably Likely</i>	2	89.59	0.282	0.0417
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	3	80.49	0.253	0.0374
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	4	53.19	0.167	0.0247
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Reasonably Unlikely</i>	5	53.19	0.167	0.0247
<i>Major (80%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	6	25.89	0.081	0.0120
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.024	0.0036
Total				1.000	

Tabel 4.20 Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh *Expert E.T***EXPERT 5 = ET**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density</b>	<b>Bobot Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Very Likely</i>	1	80.49	0.269	0.0140
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Almost Certain</i>	2	98.69	0.329	0.0172
<i>Light (5%)</i>	<i>Fairly Likely</i>	3	53.19	0.178	0.0093
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Fairly Unlikely</i>	4	34.99	0.117	0.0061
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Highly Unlikely</i>	5	16.79	0.056	0.0029
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.026	0.0013
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.026	0.0013
Total				1.000	

Tabel 4.21 Tabel Bobot Distribusi Kerapatan oleh *Expert J.I***EXPERT 6 = JI**

<b>Predicted Damage</b>	<b>Probability</b>	<b>Predicted Damage</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Density Distribution</b>	<b>Bobot Density</b>
<i>None (0%)</i>	<i>Almost Certain</i>	1	89.59	0.308	0.0708
<i>Slight (0,5%)</i>	<i>Very Likely</i>	2	98.69	0.340	0.0780
<i>Light (5%)</i>	<i>Even Chance</i>	3	62.29	0.214	0.0492
<i>Moderate (20%)</i>	<i>Very Unlikely</i>	4	16.79	0.058	0.0133
<i>Heavy (45%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	5	7.69	0.026	0.0061
<i>Major (80%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	6	7.69	0.026	0.0061
<i>Destroyed (100%)</i>	<i>Almost Impossible</i>	7	7.69	0.026	0.0061
Total				1.000	



Berikut adalah parameter dari gabungan *expert* yang didapat dengan menggunakan *software XLSTAT*.

Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Var1	7	0	7	1.000	7.000	2.577	1.546

#### *Estimated Parameters*

Parameter	Value
k	2.577

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

Statistic	Data	Parameters
Mean	2.577	2.577
Variance	2.389	2.577
Skewness (Pearson)	1.059	1.246
Kurtosis (Pearson)	0.485	2.328

#### *Chi-square test:*

Chi-square (Observed value)	8.143
Chi-square (Critical value)	11.070
DF	5
p-value	0.149
alpha	0.05

#### *Test interpretation:*

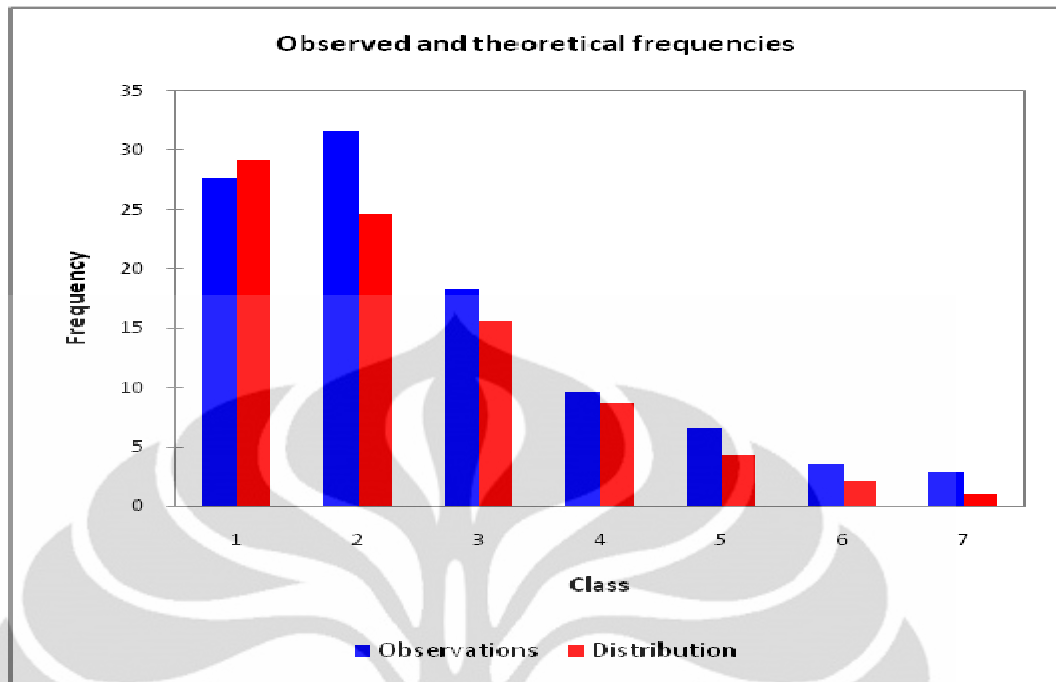
*H<sub>0</sub>: The sample follows a Gamma (1) distribution*

*H<sub>a</sub>: The sample does not follow a Gamma (1) distribution*

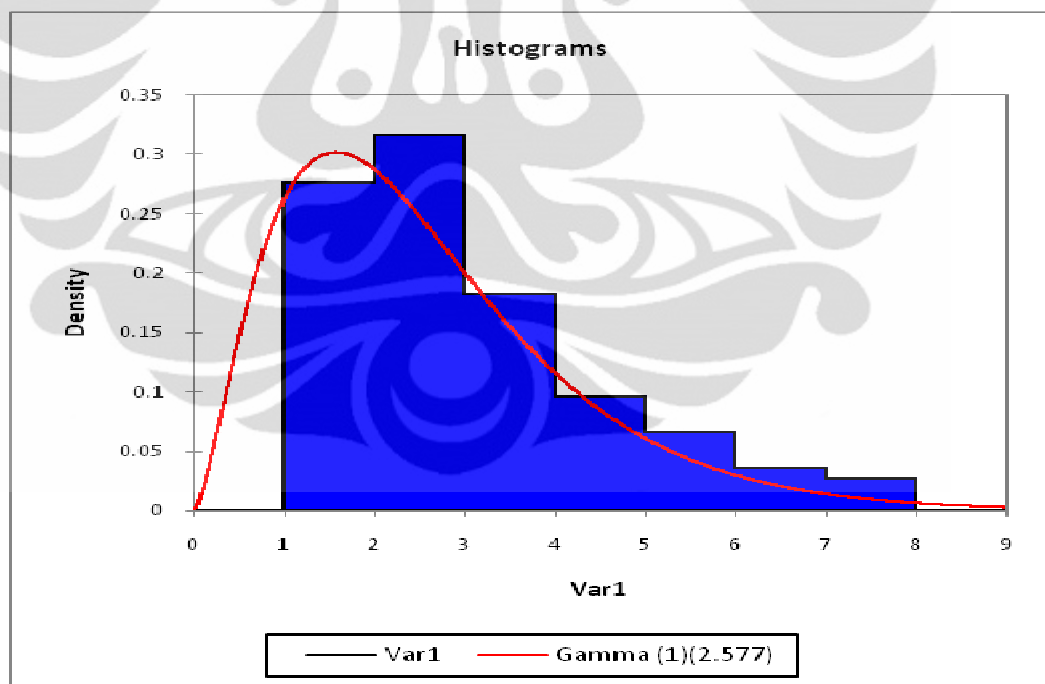
*As the computed p-value is greater than the significance level  $\alpha=0.05$ , one cannot reject the null hypothesis H<sub>0</sub>.*

*The risk to reject the null hypothesis H<sub>0</sub> while it is true is 14.85%.*

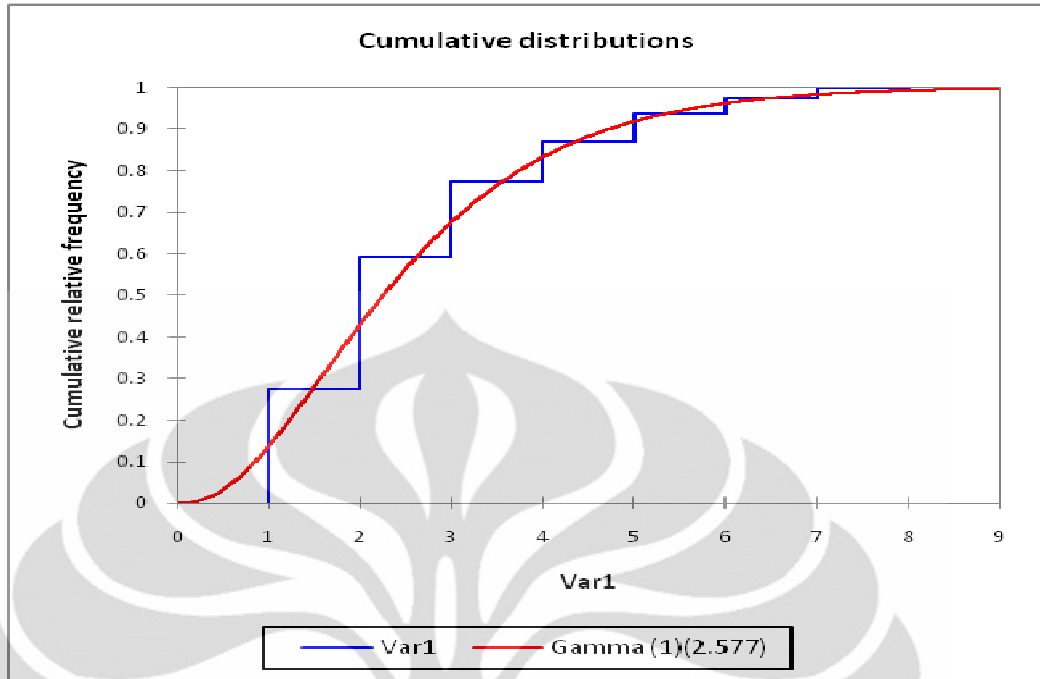
Dimana Grafik Distribusi Gamma (1) ini memiliki  $\alpha = 2.577$  dan  $\beta = 1$ .



Gambar 4.41 Grafik Observasi dan Distribusi Frekuensi Gabungan



Gambar 4.42 Grafik *Probability Density Function* Gabungan



Gambar 4.43 Grafik *Cumulative Distribution* Gabungan

Tabel 4.22 Tabel Kerapatan Gabungan Dari Semua *Expert*

Probability Gabungan Dari Semua Expert		
<i>Predicted Damage</i>	<i>Predicted Damage</i>	<i>Probability</i>
None (0%)	1	0.276
Slight (0,5%)	2	0.316
Light (5%)	3	0.183
Moderate (20%)	4	0.096
Heavy (45%)	5	0.066
Major (80%)	6	0.036
Destroyed (100%)	7	0.028
<b>Total</b>		<b>1.000</b>

Dengan melihat tabel 4.22, diperkirakan bahwa besarnya kemungkinan kerusakan *none* (0%) yaitu sebesar 0,276, kerusakan *slight* (0,5%) sebesar 0,316, kerusakan *light* (5) sebesar 0,183, kerusakan *moderate* (20%) sebesar 0,096, kerusakan *heavy* (45%) sebesar 0,066, kerusakan *major* (80%) sebesar 0,036 dan kerusakan *total* (100%) yaitu sebesar 0,028.

#### 4.5. Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tinggal Tipe-142

Untuk memperkirakan harga bangunan untuk rumah tinggal tipe-142 digunakan RAB rumah tinggal tipe-70 untuk harga tahun 2011 karena keterbatasan data dari pihak kontraktor, selain itu RAB tersebut dapat digunakan mengingat bahwa desain dan material yang digunakan hampir sama.

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

Tabel 4.23 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 142 per meter persegi yaitu sebesar Rp.2.280.000. Dengan mengetahui harga bangunan per meter persegi, dapat dihitung harga bangunan rumah tinggal tipe-142 untuk tahun 2011 yaitu:

$$\text{Rp.2.280.000} \times 142 \text{ M}^2 = \text{Rp. 323.760.000,00}$$

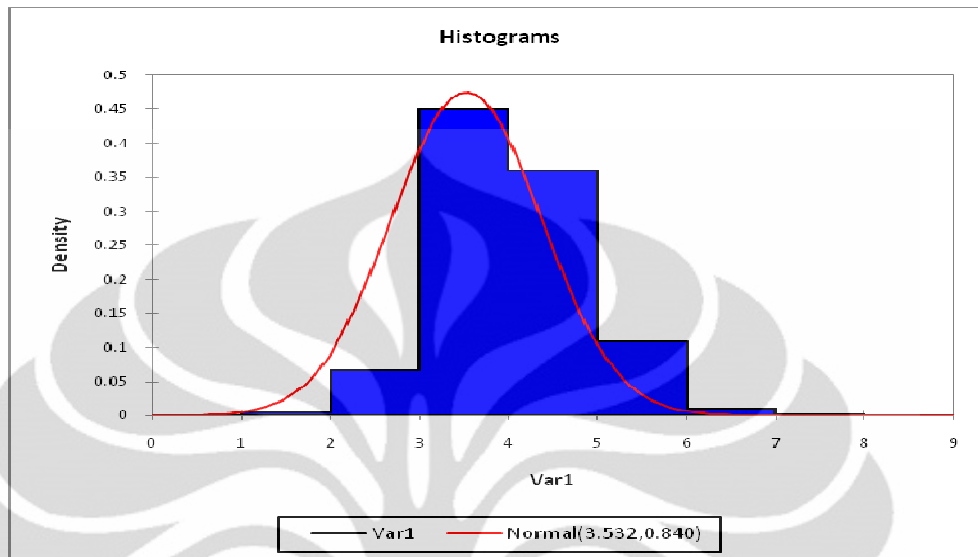
Dengan mengacu harga bangunan diatas maka dapat diperkirakan besaran kerusakan bangunan tiap rumah tipe 142 akibat gempa sebesar harga bangunan dikali dengan % kerusakan untuk tahun 2011 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.24 Perkiraan Harga Kerusakan Rumah Tipe 142 dan Probabilitasnya Untuk Harga Tahun 2011

<b>Predicted Damage</b>	<b>Harga Perkiraan Kerusakan (RP)</b>	<b>Probabilitas</b>
<i>None (0%)</i>	Rp.0	0.276
<i>Slight (0,5%)</i>	Rp.1,618,800.0	0.316
<i>Light (5%)</i>	Rp.16,188,000.00	0.183
<i>Moderate (20%)</i>	Rp.64,752,000.00	0.096
<i>Heavy (45%)</i>	Rp.145,692,000.00	0.066
<i>Major (80%)</i>	Rp.259,008,000	0.036
<i>Destroyed (100%)</i>	Rp.323,760,000	0.028
<b>Total</b>		<b>1.000</b>

Dengan melihat tabel 4.24, diperkirakan bahwa kerusakan yang terjadi akibat gempa selama 50 tahun yang akan datang untuk rumah tinggal tipe 142 adalah *no damage* dengan probabilitas 0,276 dan *slight damage* dengan probabilitas 0,316 dengan kisaran biaya sebesar Rp.1.618.800,00 sedangkan untuk kategori kerusakan *light damage*, *moderate damage*, *heavy damage*, *major damage*, dan *destroyed* memiliki probabilitas yang sangat kecil.

Berikut adalah hasil perkiraan kerusakan dengan menggunakan skala MMI (*Modified Mercally Intensity*).



Gambar 4.44 Grafik *Probability Density Function* Skala Mercally

Tabel 4.25 Perkiraan Probabilitas Kerusakan Skala Mercally

Skala MMI	<i>Density</i>
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 4.44 dan tabel 4.25, dengan mengacu data gempa yang pernah terjadi selama 50 tahun terakhir, Berdasarkan grafik Skala Mercally, risiko kerusakan akibat gempa selama 50 tahun yang akan datang untuk rumah tinggal tipe 142 adalah skala 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*

dengan probabilitas 0,316 sedangkan untuk skala MMI risiko kerusakan yang dominan adalah skala MMI 3 dengan probabilitas 0,45, dimana skala MMI 3 termasuk dalam kategori *no damage* apabila dilihat dari keterangan Skala Mercally pada tabel 4.4.



## BAB 5 PENUTUP

### 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. Desain 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 142 mengalami risiko kerusakan yang kecil*” adalah benar bahwa rumah tinggal tipe 142 di Kompleks Perumahan Grand Depok City diperkirakan mengalami rusak kecil apabila terjadi gempa nantinya, dimana risiko kerusakan *slight damage* adalah yang paling tinggi yaitu 0,316, sedangkan untuk kategori lainnya relatif kecil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa risiko kerusakan tertinggi rumah tinggal tipe 142 akibat gempa di Kompleks Perumahan Grand Depok City berada pada kategori *slight damage*.

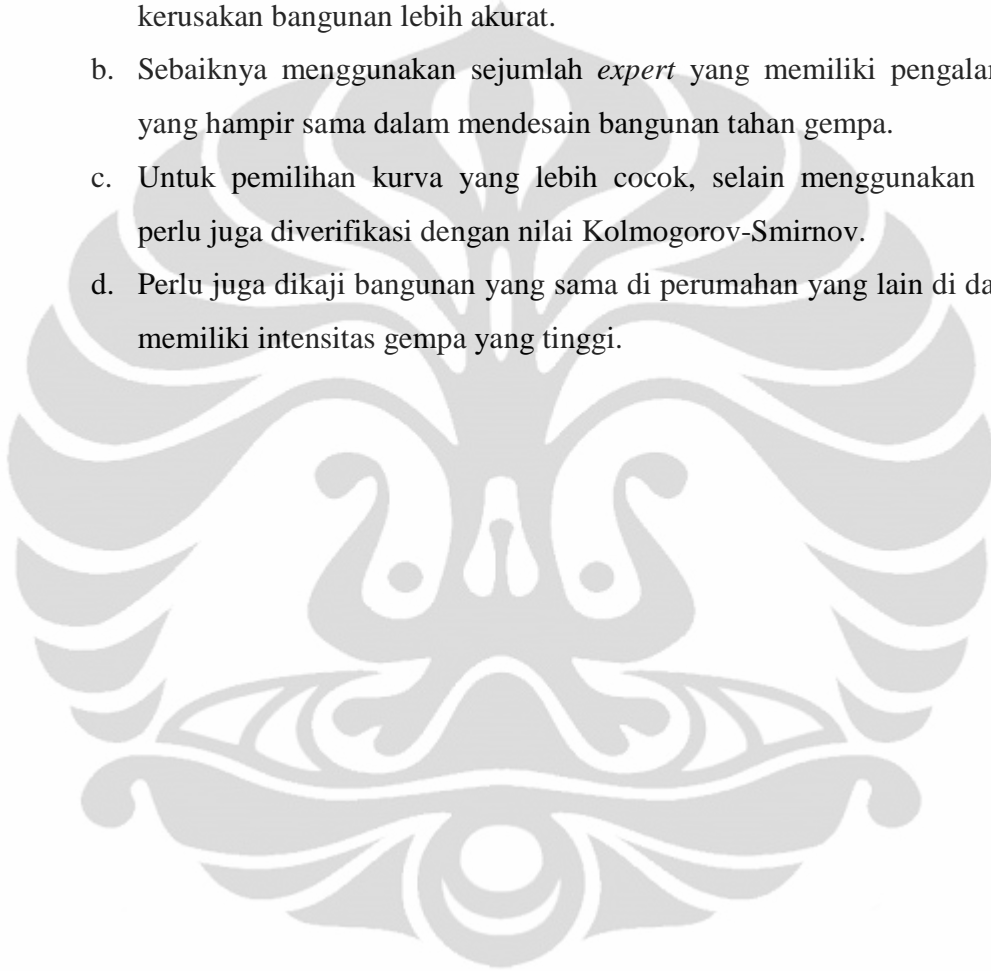
Sedangkan menurut skala MMI (*Modified Mercally Intensity*), kategori kerusakan yang sering terjadi adalah MMI 3 dengan probabilitas tertinggi yaitu 0,45, dan MMI 4 dengan probabilitas 0,359.



## 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 yang hampir sama dalam mendesain bangunan tahan gempa.
- c. Untuk pemilihan kurva yang lebih cocok, selain menggunakan Chisquare perlu juga diverifikasi dengan nilai Kolmogorov-Smirnov.
- d. Perlu juga dikaji bangunan yang sama di perumahan yang lain di daerah yang memiliki intensitas gempa yang tinggi.



## DAFTAR REFERENSI

- [1] Abbie, Curt, Gregory, and Jack. (2009). "Incorporating modeling uncertainties in the assessment of seismic collapse risk of buldings," *Structural Safety*, 197-211.
- [2] Anwas. (2008) "Bentuk Muka Bumi" Penyunting Andamsari, Geo.I.06.  
<[http://elcom.umy.ac.id/elschool/muallimin\\_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/BENTUK%20MUKA%20BUMI.pdf](http://elcom.umy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/BENTUK%20MUKA%20BUMI.pdf)>
- [3] Agus, P. and M.A. Suardana. (2005). "Sistem Informasi Geografis Potensi Bahaya Gempa Bumi Di Propinsi Bali" Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV.
- [4] FEMA-226. (1992). "Collocation Impacts on the Vulnerability on Lifelines During Earthquakes with Applications to the Cajon Pass, California". Washington, D.C.
- [5] FEMA-433, (2004), "Using HAZUS-MH for Risk Assessment". Washington, D.C.
- [6] Guttenberg, B. And C.F. Richter. (1956), "Seismicity of The Earth and Associated Phenomena" Princeton University Press, Princeton.
- [7] Guttenberg, B. And C.F. Richter. (1942). "Earthquake Magnitude, Intensity, Energy, And Accelaration," California Institute Technology, Pasadena California.
- [8] Iervolino I. and Cornell C.A. (2008). "Probability of Occurence of Velocity Pulses in Near-Source Ground Motions," *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98, 2262-2277.
- [9] Baker J.W. (2007). "Probabilistic Structural Response Assessment Using Vektor-Valued Intensity Measures" Wiley Interscience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI:10.1002/eqq.700.
- [10] 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.
- [11] Kurniasih, Sri. (2007). "Usaha Perbaikan Pemukiman Rumah Kumuh Di Petukangan Utara-Jakarta Selatan," *Student Journalism*. Penerbit Grasindo.

- [12] 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.
- [13] Nuryani, Evita. (2008). "Penentuan Momen ke-3 dan ke-4 dari Distribusi Gamma, Beta dan Weibull". Universitas Islam Negeri Malang. Malang
- [14] Ozmen, Nurlu, Guler, dan Kocaeefe. (1999). "Seismic Risk Analysis for The City of Ankara,". Second Balkan Geophysical Congress and Exhibiton.
- [15] Rosenkrantz, Walter A. (1997). "Introduction to Probability and Statistics for Scientist and Engineers". Singapura: Mc-GrawHill
- [16] Richard M.B. and Jay A.P. (2007). "Design of Highway Bridges - LRFD Approach". John Wiley & Sons. Canada. 127-130.
- [17] Richter, C.F. (1958). "Elementary Seismology". Freeman. California.
- [18] Shome, N., and Cornell, C.A. (1999). "Structural Seismic Demand Analysis: Consideration of `collapse'," Proceedings 8<sup>th</sup> Annual ASCE Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability (PMC2000-119)
- [19] Silas, Johan, 1996, "Kampung Surabaya Menuju Metropolitan, Yayasan Keluarga Bhakti, Surabaya"
- [20] Suryani, Adi. (2007). "Analisis Komparatif Nilai Parameter Sismotektonik Dari Hubungan Magnitudo-Kumulatif dan Non-Kumulatif untuk Jawa Timur Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil dan Metode Maksimum Likelihood dari Data BMG dan USGS Tahun 1973-2003."  
<<http://digilib.unnes.ac.id/gsd/collect/skripsi/archives/HASH0103/e2b94ff4.dir/doc.pdf>>
- [21] Philip S, Barbara S, and John. B. (2002). "A Guide to Using HAZUS for Mitigation". The National Institute of Building Sciences, Washington, D.C.
- [22] Tothong, Polsak and Cornell, C. Allin. (2006). "Application of nonlinear static analyses to probabilistic seismic demand analysis," Proceedings, 8<sup>th</sup> U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 505, San Francisco, CA.

- [23] U.S.Geological Survey, 2004, "The Severity of an Earthquake," United States. <<http://pubs.usgs.gov/gip/earthq4/severitygip.html>>
- [24] Vose, David. (2000). "Risk Analysis - A Quantitative Guide". John Wiley & Sons. England.
- [25] Warta Warga, "Gempa Bumi," Student Journalism, 28 Desember 2009, Gunadarma University. <<http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/gempa-bumi-13/>>
- [26] Widodo. (2007). "Kerusakan Bangunan Pada Gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 : Akibat Kebelumjelasan Kode, Sosialisasi atau Pelaksanaan," Seminar dan Pameran HAKI 2007.
- [27] Yeo, Gee Liek and Cornell, C.Allin. (2009). "Building life-cycle cost analysis due to mainshock and aftershock occurrences," *Structural Safety*, 31, 396-408.
- [28] Yeo, Gee Liek and Cornell, C.Allin. (2009). "A Probabilistic Framework for Quantification of Aftershock Ground-Motion Hazard in California: Methodology and Parametric Study," *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 38, 45-60.
- [29] 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.
- [30] Yunita, Meita. "Percepatan Tanah Maksimum Gempa Bumi Bengkulu dan Sekitarnya Periode 1900-2005 Dengan Metode Mc.Guirre R.K". Akademi Meterologi dan Geofisika.
- [31] <http://hansenkammer.wordpress.com/2010/09/16/kategori-kerusakan/>

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
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>		<b>0.4608</b>	<b>Total</b>		<b>0.2295</b>	<b>Total</b>		<b>0.0829</b>	<b>Total</b>		<b>0.0522</b>	<b>Total</b>		<b>0.1478</b>	<b>Total</b>		<b>0.0268</b>

Tabel Besar P Value dan %H<sub>0</sub> Kurva Distribusi 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	0.021	2.1
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	0.001	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	0.000	0.02
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	0.000	0.02	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	< 0.0001	0.01	0.063	6.25
<b>Gamma 1</b>	<b>0.001</b>	<b>0.06</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.01</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.01</b>	<b>0.000</b>	<b>0.01</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.01</b>	<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.01</b>	<b>0.149</b>	<b>14.85</b>
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-142 Di Kompleks Grand Depok City

