

**PENGARUH VOUTE PADA SEISMIC
PERFORMANCE LEVEL DARI PORTAL BETON
BERTULANG**

SKRIPSI

Oleh

FAJARULLAH MUFTI

04 04 01 70 36



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PENGARUH VOUTE PADA SEISMIC
PERFORMANCE LEVEL DARI PORTAL BETON
BERTULANG**

Oleh

FAJARULLAH MUFTI

04 04 01 70 36



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGARUH VOUTE PADA SEISMIC PERFORMANCE LEVEL DARI PORTAL BETON BERTULANG

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 17 Juli 2008

(Fajarullah Mufti)
NPM 04 04 01 70 36

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PENGARUH VOUTE PADA SEISMIC PERFORMANCE LEVEL DARI PORTAL BETON BERTULANG

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diuji pada tanggal 11 juli 2008 dan disetujui sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 17 Juli 2008

Dosen Pembimbing,

Dr.Ir.Yuskar Lase, DEA
NIP. 131668155

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Yuskar Lase, DEA, sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Orang tua, kakak dan adik yang telah memberikan dukungan do'a, moral dan material dalam penyusunan skripsi dan penyelesaian kuliah ini.
3. Seluruh staff pengajar Program Sarjana Bidang Ilmu Teknik Sipil UI yang telah memberikan perhatian dan bantuan kepada penulis selama penulis menuntut ilmu.
4. Rekan – rekan mahasiswa Program Sarjana Bidang Ilmu Teknik Sipil UI Angkatan 2004 yang telah memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.
5. Teman – teman Peminatan Struktur Bidang Ilmu Teknik Sipil UI 2004, yang telah memberikan masukan – masukan serta dorongan semangat selama penulis menyusun skripsi ini.
6. Lia, yang selalu memberikan dukungan dan semangat tiada henti kepada penulis.

**PENGARUH VOUTE PADA SEISMIC PERFORMANCE LEVEL DARI
PORTAL BETON BERTULANG**

ABSTRAK

Dalam hal perencanaan bangunan tahan gempa, mekanisme pembentukan sendi plastis harus dapat ditentukan, sehingga bangunan dapat diketahui tingkat performanya dalam menahan beban gempa yang diberikan. Tingkat performa bangunan terhadap gempa ini dikenal sebagai *seismic performance level* dari suatu bangunan, yang terdiri atas kekakuan, periode getar dan partisipasi massa, kekuatan, rasio gaya geser dasar maksimum terhadap gaya geser dasar lelehnya, daktilitas dan *performance level* struktur.

Prosedur dalam mendapatkan *seismic performance level* ini ditentukan dengan prosedur push-over, dimana penambahan beban diberikan secara berulang hingga komponen struktur mengalami sendi plastis atau keruntuhan pada elemen struktur. Salah satu metode dalam hal meningkatkan *seismic performance level* dari suatu bangunan adalah dengan memberikan *voute* pada join balok kolom. *Voute* merupakan suatu modifikasi pada join balok-kolom yang dimaksudkan agar daerah penulangan pada join balok-kolom menjadi lebih luas, sehingga perilaku bangunan yang diperoleh menjadi lebih daktil.

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi terhadap *voute* tersebut, yaitu variasi dimensi *voute* dan variasi lokasi *voute*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dimensi lebar pada join *voute* memberikan peningkatan *seismic performance level* yang signifikan. Sementara lokasi *voute* pada join balok-kolom interior, memberikan peningkatan *seismic performance level* seperti yang diharapkan, dibandingkan lokasi *voute* pada join balok-kolom eksterior dan join balok-kolom gabungan (interior dan eksterior)

**Kata kunci : *seismic performance level*, analisa *push-over*, sendi plastis, *voute*,
join balok-kolom**

Fajarullah Mufti
NPM 04 04 01 703 6
Civil Engineering Department

Counsellor
Dr.Ir.Yuskar Lase, DEA

INFLUENCE OF VOUTE TO SEISMIC PERFORMANCE LEVEL OF REINFORCED CONCRETE FRAMES

ABSTRACT

In order to design a seismic resistance building, the plastic hinges mechanisms have to decide, so the performance level of a building to resist a large earthquake is known. This performance level to resist an earthquake is known as seismic performance level of a building, consist of stiffness, building period and mass participation, strength, maximum base shear to yield ratio, ductility and performance level of structure.

The procedures in order to achieve this seismic performance level could be obtain with push-over analysis, which is an increasing load, is given continuously until a component of structure forms a plastic hinges, or the structure is collapse.

One of method to increase the seismic performance level of a building is by giving voute to beam-column joint. Voute is one of modification way to extend the reinforcement area of beam-column joint, so the building can behave more ductile.

This research is done by applying variation to voute, these are dimensional and location variation. The result of this research shown that wide variation is increasing the seismic performance level more than height variation. Beside that, the location of voute in interior beam-column joint is giving the increased of seismic performance level better than the location of voute in exterior joint or both (interior and exterior).

Key words: seismic performance level, push-over analysis, plastic hinges, voute, beam-column joint

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | I |
| PENGESAHAN..... | II |
| KATA PENGANTAR..... | III |
| DAFTAR ISI..... | VI |
| DAFTAR GAMBAR..... | X |
| DAFTAR TABEL..... | XVII |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | XIX |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| I.1 LATAR BELAKANG..... | 1 |
| I.2 TUJUAN PENELITIAN..... | 3 |
| I.3 PEMBATASAN MASALAH..... | 3 |
| I.4 METODE PEMECAHAN MASALAH..... | 3 |
| I.5 HIPOTESIS..... | 3 |
| I.6 SISTEMATIKA PENULISAN..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| II.1 KONSEP DESAIN KAPASITAS..... | 5 |
| II.2 ANALISA BEBAN GEMPA SECARA STATIK DAN DINAMIK..... | 10 |
| II.3 DAKTILITAS STRUKTUR BANGUNAN..... | 12 |
| II.3 KONSEP PERFORMANCE BASED SEISMIC DESIGN (PBSD) ⁽¹⁾ | 12 |
| II.3.1 Dasar Teori..... | 12 |
| II.3.2 Definisi Elemen Dan Komponen Struktur ⁽¹⁾ | 17 |
| II.3.3 <i>Acceptance Criteria</i> Untuk Komponen Struktur ⁽²⁾ | 19 |
| II.4 METODE PUSH – OVER ANALYSIS..... | 23 |
| II.4.1 Dasar Teori ⁽²⁾ | 23 |
| II.4.2 Program ETABS Dan SAP 2000 ⁽¹⁰⁾ | 26 |
| II.5 KRITERIA PERENCANAAN JOIN BALOK – KOLOM..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| II.5.1 Kriteria Desain | 29 |
| II.5.2 Gaya Geser Pada Join Balok-Kolom..... | 30 |
| II.5.3 Tipe Join Balok-Kolom..... | 31 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 32 |
| III.1 PROSEDUR ANALISA..... | 32 |
| III.1.1 Garis Besar Penelitian..... | 32 |
| III.1.2 Prosedur Push – Over Dengan SAP 2000..... | 33 |
| III.2 PEMODELAN STRUKTUR | 36 |
| III.2.1 Model Struktur Gedung 5 Lantai | 36 |
| III.2.2 Model Struktur Gedung 7 Lantai | 38 |
| III.2.3 Model Struktur Gedung 9 Lantai | 39 |
| III.2.4 Pembebanan | 40 |
| III.2.5 Pemodelan Dan Variasi Voute..... | 42 |
| BAB IV HASIL SIMULASI MODEL STRUKTUR | 43 |
| IV.1 MODEL STRUKTUR GEDUNG 5 LANTAI | 43 |
| IV.1.1 Analisa Beban Gempa | 43 |
| IV.1.2 Analisa Penulangan Balok Dan Kolom..... | 44 |
| IV.1.3 Analisa Push Over Pada Elemen Struktur | 45 |
| IV.1.4 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Interior..... | 47 |
| IV.1.5 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Eksterior | 52 |
| IV.1.6 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan | 56 |
| IV.2 MODEL STRUKTUR GEDUNG 7 LANTAI | 60 |
| IV.2.1 Analisa Beban Gempa | 60 |
| IV.2.2 Analisa Penulangan Balok Dan Kolom | 61 |
| IV.2.3 Analisa Push Over Pada Elemen Struktur | 62 |
| IV.2.4 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Interior..... | 64 |
| IV.2.5 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Eksterior | 68 |
| IV.2.6 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan | 72 |
| IV.3 MODEL STRUKTUR GEDUNG 9 LANTAI | 76 |
| IV.3.1 Analisa Beban Gempa | 76 |
| IV.3.2 Analisa Penulangan Balok Dan Kolom | 77 |

| | |
|---|-----------|
| IV.3.3 Analisa Push Over Pada Elemen Struktur | 79 |
| IV.3.4 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Interior..... | 82 |
| IV.3.5 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Ekterior | 86 |
| IV.3.6 Analisa Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan | 90 |
| BAB V ANALISA HASIL SIMULASI | 94 |
| V.1 ANALISA HASIL SIMULASI MODEL STRUKTUR GEDUNG 5 LANTAI..... | 94 |
| V.1.1 Analisa Hasil Kekakuan..... | 94 |
| V.1.2 Analisa Hasil Periode Getar Dan Partisipasi Massa | 94 |
| V.1.3 Analisa Hasil Kekuatan..... | 96 |
| V.1.4 Analisa Hasil $V_{ultimit}$ Dan V_{leleh} | 96 |
| V.1.5 Analisa Hasil Daktilitas | 97 |
| V.1.6 Analisa Hasil Performance Level Dari Elemen Struktur | 98 |
| V.2 ANALISA HASIL SIMULASI MODEL STRUKTUR GEDUNG 7 LANTAI..... | 99 |
| V.2.1 Analisa Hasil Kekakuan..... | 99 |
| V.2.2 Analisa Hasil Periode Getar Dan Partisipasi Massa | 100 |
| V.2.3 Analisa Hasil Kekuatan..... | 101 |
| V.2.4 Analisa Hasil $V_{ultimit}$ Dan V_{leleh} | 102 |
| V.2.5 Analisa Hasil Daktilitas | 103 |
| V.2.6 Analisa Hasil Performance Level Dari Elemen Struktur | 104 |
| V.3 ANALISA HASIL SIMULASI MODEL STRUKTUR GEDUNG 9 LANTAI..... | 105 |
| V.3.1 Analisa Hasil Kekakuan..... | 105 |
| V.3.2 Analisa Hasil Periode Getar Dan Partisipasi Massa | 106 |
| V.3.3 Analisa Hasil Kekuatan..... | 107 |
| V.3.4 Analisa Hasil $V_{ultimit}$ Dan V_{leleh} | 108 |
| V.3.5 Analisa Hasil Daktilitas | 109 |
| V.3.6 Analisa Hasil Performance Level Dari Elemen Struktur | 109 |
| V.4 PENGARUH JUMLAH LANTAI TERHADAP <i>SEISMIC PERFORMANCE LEVEL</i> ELEMEN STRUKTUR PADA JOIN VOUTE INTERIOR..... | 110 |

| | |
|---|------------|
| V.4.1 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekakuan Struktur | 110 |
| V.4.2 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Periode Getar Dan Partisipasi Massa Struktur..... | 111 |
| V.4.3 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekuatan Struktur | 113 |
| V.4.4 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ Struktur .. | 113 |
| V.4.5 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Daktilitas Struktur..... | 114 |
| V.4.6 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap <i>Performance Level</i> Struktur .. | 115 |
| V.5 PENGARUH JUMLAH LANTAI TERHADAP <i>SEISMIC PERFORMANCE LEVEL</i> ELEMEN STRUKTUR PADA JOIN VOUTE EKSTERIOR..... | 116 |
| V.5.1 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekakuan Struktur | 116 |
| V.5.2 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Periode Getar Dan Partisipasi Massa Struktur..... | 116 |
| V.5.3 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekuatan Struktur | 118 |
| V.5.4 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ Struktur .. | 118 |
| V.5.5 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Daktilitas Struktur..... | 119 |
| V.5.6 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap <i>Performance Level</i> Struktur .. | 120 |
| V.6 PENGARUH JUMLAH LANTAI TERHADAP <i>SEISMIC PERFORMANCE LEVEL</i> ELEMEN STRUKTUR PADA JOIN VOUTE GABUNGAN..... | 121 |
| V.6.1 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekakuan Struktur | 121 |
| V.6.2 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Periode Getar Dan Partisipasi Massa Struktur..... | 122 |
| V.6.3 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Kekuatan Struktur | 123 |
| V.6.4 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ Struktur .. | 124 |
| V.6.5 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap Rasio Daktilitas Struktur..... | 125 |
| V.6.6 Pengaruh Jumlah Lantai Terhadap <i>Performance Level</i> Struktur .. | 126 |
| BAB VI KESIMPULAN..... | 127 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 128 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Mekanisme goyang dengan pembentukan sendi plastis (a) pada balok, (b) pada kolom | 6 |
| Gambar 2.2 Perilaku struktur jepit bebas hingga terbentuk sendi plastis | 8 |
| Gambar 2.3 Balok yang kedua ujungnya terjepit..... | 8 |
| Gambar 2.4 Peningkatan momen dalam | 9 |
| Gambar 2.5 Bentuk lendutan dan mekanisme runtuhnya | 9 |
| Gambar 2.6 Hubungan antara beban dan lendutan | 10 |
| Gambar 2.7 Definisi elemen dan komponen pada portal beton | 18 |
| Gambar 2.8 Primary actions, components and elements | 19 |
| Gambar 2.9 Secondary actions, components and elements | 19 |
| Gambar 2.10 Idealisasi kurva gaya terhadap deformasi (a) berdasarkan deformasi | 20 |
| (b) berdasarkan rasio deformasi | 20 |
| Gambar 2.11 Penghitungan kekakuan efektif (K_e) | 24 |
| Gambar 2.12 Force-deformation untuk nodal berdasarkan analisa push-over | 28 |
| Gambar 2.13 Portal yang dibebani gaya gempa statik. (a)Momen pada portal. (b)Gradient momen pada interior join dan gaya geser horizontal dan vertical pada join | 30 |
| Gambar 2.14 Tipe join balok-kolom;(a)interior; (b)eksterior; (c) sudut | 31 |
| Gambar 3.1 Model SAP2000 sederhana | 34 |
| Gambar 3.2 Properti nodal model struktur..... | 34 |
| Gambar 3.3 Menentukan nodal push-over | 34 |
| Gambar 3.4 Data untuk push-over load cases..... | 35 |
| Gambar 3.5 Kurva push-over | 35 |
| Gambar 3.6 Data tabulasi untuk kurva push-over | 36 |
| Gambar 3.7 Model 3D gedung 5 lantai dengan ETABS | 36 |
| Gambar 3.8 Layout (tampak atas) bangunan | 37 |
| Gambar 3.9 Detail potongan A-A | 38 |
| Gambar 3.10 Model 3D gedung 7 lantai dengan ETABS..... | 38 |
| Gambar 3.11 Model 3D gedung 9 lantai dengan ETABS..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.12 respon spektrum percepatan gempa rencana..... | 41 |
| Gambar 3.13 Modelisasi voute pada join balok kolom | 42 |
| Gambar 4.1 Grafik kurva kapasitas gedung 5 lantai..... | 46 |
| Gambar 4.2 Model struktur gedung 5 lantai dengan join voute interior..... | 47 |
| Gambar 4.3 Grafik rasio kekakuan join voute interior (gedung 5 lantai)..... | 48 |
| Gambar 4.4 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute interior (gedung 5 lantai) | 48 |
| Gambar 4.5 Grafik periode getar bangunan dengan join voute interior (gedung 5 lantai) | 49 |
| Gambar 4.6 Grafik rasio kekuatan pada join voute interior (gedung 5 lantai) | 49 |
| Gambar 4.7 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute interior (gedung 5 lantai)..... | 50 |
| Gambar 4.8 Grafik rasio daktilitas join voute interior (gedung 5 lantai)..... | 51 |
| Gambar 4.9 Model struktur gedung 5 lantai dengan join voute eksterior..... | 52 |
| Gambar 4.10 Grafik rasio kekakuan join voute eksterior (gedung 5 lantai)..... | 52 |
| Gambar 4.11 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute eksterior (gedung 5 lantai) | 53 |
| Gambar 4.12 Grafik periode alami bangunan dengan join voute eksterior (gedung 5 lantai) | 53 |
| Gambar 4.13 Grafik rasio kekuatan pada join voute eksterior (gedung 5 lantai) .. | 54 |
| Gambar 4.14 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute eksterior (gedung 5 lantai)..... | 54 |
| Gambar 4.15 Grafik rasio daktilitas join voute eksterior (gedung 5 lantai) | 55 |
| Gambar 4.16 Model struktur gedung 5 lantai dengan join voute gabungan..... | 56 |
| Gambar 4.17 Grafik rasio kekakuan join voute gabungan (gedung 5 lantai) | 56 |
| Gambar 4.18 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute gabungan (gedung 5 lantai) | 57 |
| Gambar 4.19 Grafik periode alami bangunan dengan join voute gabungan (gedung 5 lantai) | 57 |
| Gambar 4.20 Grafik rasio kekuatan pada join voute gabungan (gedung 5 lantai). | 58 |
| Gambar 4.21 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute gabungan (gedung 5 lantai) | 58 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.22 Grafik rasio daktilitas join voute gabungan (gedung 5 lantai)..... | 59 |
| Gambar 4.23Grafik kurva kapasitas gedung 7 lantai..... | 63 |
| Gambar 4.24 Model struktur gedung 7 lantai dengan join voute interior..... | 64 |
| Gambar 4.25 Grafik rasio kekakuan join voute interior (gedung 7 lantai)..... | 65 |
| Gambar 4.26 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute interior (gedung 7 lantai) | 65 |
| Gambar 4.27 Grafik periode getar bangunan dengan join voute interior (gedung 7 lantai) | 66 |
| Gambar 4.28 Grafik rasio kekuatan pada join voute interior (gedung 7 lantai) ... | 66 |
| Gambar 4.29 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute interior (gedung 7 lantai)..... | 67 |
| Gambar 4.30 Grafik rasio daktilitas join voute interior (gedung 7 lantai)..... | 67 |
| Gambar 4.31 Model struktur gedung 7 lantai dengan join voute eksterior..... | 68 |
| Gambar 4.32 Grafik rasio kekakuan join voute eksterior (gedung 7 lantai)..... | 69 |
| Gambar 4.33 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute eksterior (gedung 7 lantai) | 69 |
| Gambar 4.34 Grafik periode alami bangunan dengan join voute eksterior (gedung 7 lantai) | 70 |
| Gambar 4.35 Grafik rasio kekuatan pada join voute eksterior (gedung 7 lantai) .. | 70 |
| Gambar 4.36 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute eksterior (gedung 7 lantai)..... | 71 |
| Gambar 4.37 Grafik rasio daktilitas join voute eksterior (gedung 7 lantai) | 71 |
| Gambar 4.38 Model struktur gedung 7 lantai dengan join voute gabungan..... | 72 |
| Gambar 4.39 Grafik rasio kekakuan join voute gabungan (gedung 7 lantai) | 73 |
| Gambar 4.40 Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute gabungan (gedung 7 lantai) | 73 |
| Gambar 4.41 Grafik periode alami bangunan dengan join voute gabungan (gedung 7 lantai) | 74 |
| Gambar 4.42 Grafik rasio kekuatan pada join voute gabungan (gedung 7 lantai).74 | |
| Gambar 4.43 Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute gabungan (gedung 7 lantai)..... | 75 |
| Gambar 4.44 Grafik rasio daktilitas join voute gabungan (gedung 7 lantai)..... | 75 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.45 | Grafik kurva kapasitas gedung 9 lantai | 80 |
| Gambar 4.46 | Model struktur gedung 9 lantai dengan join voute interior | 82 |
| Gambar 4.47 | Grafik rasio kekakuan join voute interior (gedung 9 lantai) | 82 |
| Gambar 4.48 | Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute interior (gedung 9 lantai) | 83 |
| Gambar 4.49 | Grafik periode getar bangunan dengan join voute interior (gedung 9 lantai) | 83 |
| Gambar 4.50 | Grafik rasio kekuatan pada join voute interior (gedung 9 lantai) | 84 |
| Gambar 4.51 | Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute interior (gedung 9 lantai) | 84 |
| Gambar 4.52 | Grafik rasio daktilitas join voute interior (gedung 9 lantai) | 85 |
| Gambar 4.53 | Model struktur gedung 9 lantai dengan join voute eksterior | 86 |
| Gambar 4.54 | Grafik rasio kekakuan join voute eksterior (gedung 9 lantai) | 86 |
| Gambar 4.55 | Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute eksterior (gedung 9 lantai) | 87 |
| Gambar 4.56 | Grafik periode alami bangunan dengan join voute eksterior (gedung 9 lantai) | 87 |
| Gambar 4.57 | Grafik rasio kekuatan pada join voute eksterior (gedung 9 lantai) .. | 88 |
| Gambar 4.58 | Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute eksterior (gedung 9 lantai) | 88 |
| Gambar 4.59 | Grafik rasio daktilitas join voute eksterior (gedung 9 lantai) | 89 |
| Gambar 4.60 | Model struktur gedung 9 lantai dengan join voute gabungan | 90 |
| Gambar 4.61 | Grafik rasio kekakuan join voute gabungan (gedung 9 lantai) | 90 |
| Gambar 4.62 | Grafik peningkatan partisipasi massa akibat join voute gabungan (gedung 9 lantai) | 91 |
| Gambar 4.63 | Grafik periode alami bangunan dengan join voute gabungan (gedung 9 lantai) | 91 |
| Gambar 4.64 | Grafik rasio kekuatan pada join voute gabungan (gedung 9 lantai) .. | 92 |
| Gambar 4.65 | Grafik rasio gaya geser dasar ultimit terhadap gaya geser dasar leleh pada join voute gabungan (gedung 9 lantai) | 92 |
| Gambar 4.66 | Grafik rasio daktilitas join voute gabungan (gedung 9 lantai) | 93 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 5.1 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekakuan struktur (gedung 5 lantai) | 94 |
| Gambar 5.2 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap penurunan rasio periode getar (gedung 5 lantai) | 95 |
| Gambar 5.3 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap peningkatan partisipasi massa (gedung 5 lantai) | 95 |
| Gambar 5.4 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekuatan struktur (gedung 5 lantai) | 96 |
| Gambar 5.5 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ (gedung 5 lantai) | 97 |
| Gambar 5.6 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio daktilitas struktur (gedung 5 lantai) | 98 |
| Gambar 5.7 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekakuan struktur (gedung 7 lantai) | 100 |
| Gambar 5.8 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap penurunan rasio periode getar (gedung 7 lantai) | 100 |
| Gambar 5.9 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap peningkatan partisipasi massa (gedung 7 lantai) | 101 |
| Gambar 5.10 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekuatan struktur (gedung 7 lantai) | 102 |
| Gambar 5.11 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ (gedung 7 lantai) | 103 |
| Gambar 5.12 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio daktilitas struktur (gedung 7 lantai) | 104 |
| Gambar 5.13 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekakuan struktur (gedung 9 lantai) | 105 |
| Gambar 5.14 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap penurunan rasio periode getar (gedung 9 lantai) | 106 |
| Gambar 5.15 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap peningkatan partisipasi massa (gedung 9 lantai) | 107 |
| Gambar 5.16 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio kekuatan struktur (gedung 9 lantai) | 107 |

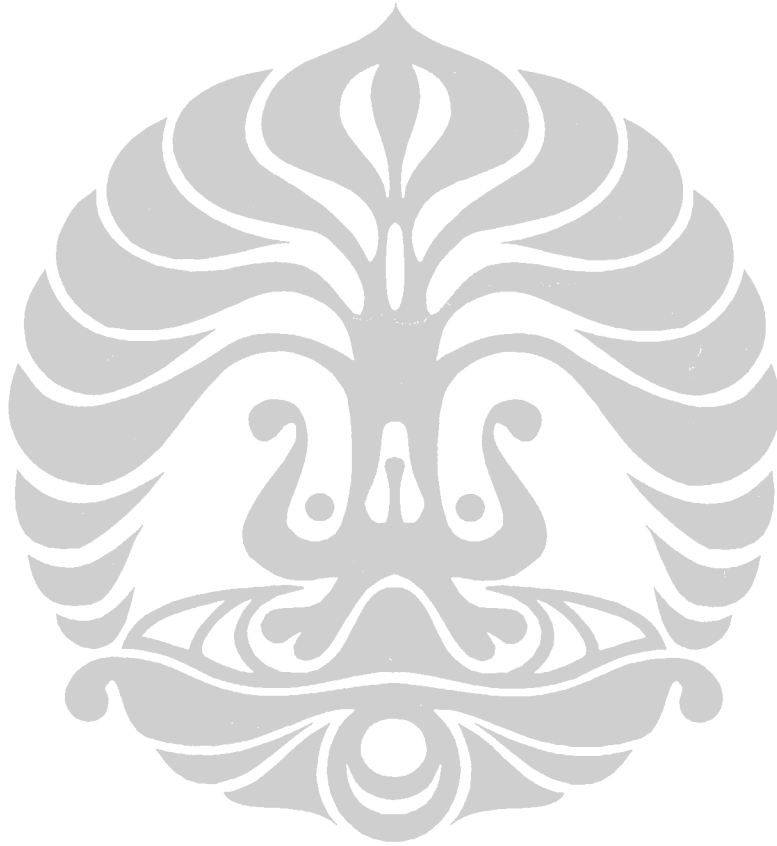
| | |
|--|-----|
| Gambar 5.17 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ (gedung 9 lantai) | 108 |
| Gambar 5.18 Grafik pengaruh lokasi voute terhadap rasio daktilitas struktur (gedung 9 lantai) | 109 |
| Gambar 5.19 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekakuan struktur pada join voute interior | 111 |
| Gambar 5.20 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap penurunan rasio periode getar pada join voute interior | 112 |
| Gambar 5.21 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap peningkatan rasio partisipasi massa pada join voute interior | 112 |
| Gambar 5.22 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekuatan struktur pada join voute interior | 113 |
| Gambar 5.23 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ pada join voute interior | 114 |
| Gambar 5.24 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio daktilitas struktur pada join voute interior | 115 |
| Gambar 5.25 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekakuan struktur pada join voute eksterior | 116 |
| Gambar 5.26 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap penurunan rasio periode getar pada join voute eksterior | 117 |
| Gambar 5.27 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap peningkatan rasio partisipasi massa getar pada join voute eksterior | 117 |
| Gambar 5.28 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekuatan struktur getar pada join voute eksterior | 118 |
| Gambar 5.29 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ getar pada join voute eksterior | 119 |
| Gambar 5.30 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio daktilitas struktur getar pada join voute eksterior | 120 |
| Gambar 5.31 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekakuan struktur pada join voute gabungan | 121 |
| Gambar 5.32 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap penurunan rasio periode getar pada join voute gabungan | 122 |

Gambar 5.21 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap peningkatan rasio partisipasi massa pada join voute gabungan..... 123

Gambar 5.33 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio kekuatan struktur pada join voute gabungan 124

Gambar 5.34 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio $V_{ultimit}/V_{leleh}$ pada join voute gabungan 125

Gambar 5.35 Grafik pengaruh jumlah lantai terhadap rasio daktilitas struktur pada join voute gabungan 125



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Parameter daktilitas struktur gedung | 12 |
| Tabel 2.2 Kombinasi structural dan non-structural performance level..... | 15 |
| Tabel 2.3 Seismic performance level untuk bangunan – bangunan penting..... | 16 |
| Tabel 2.4 Contoh seismic performance level untuk bangunan biasa..... | 17 |
| Tabel 2.5 Contoh seismic performance level untuk bangunan ekonomis | 17 |
| Tabel 2.6 The basic safety objective..... | 17 |
| Tabel 2.7 Parameter pemodelan dan numerical acceptance criteria untuk prosedur nonlinier untuk balok beton bertulang | 21 |
| Tabel 2.8 Parameter pemodelan dan numerical acceptance criteria untuk prosedur nonlinier untuk kolom beton bertulang..... | 22 |
| Tabel 2.9 Nilai faktor modifikasi C_0 | 25 |
| Tabel 2.10 Nilai faktor modifikasi C_2 | 26 |
| Tabel 4.1 Periode alami bangunan gedung 5 lantai | 43 |
| Tabel 4.2 Perhitungan beban gempa statik ekuivalen untuk gedung 5 lantai | 43 |
| Tabel 4.3 Pengecekan rasio gaya geser dasar dinamik - statik | 43 |
| Tabel 4.4 Beban gempa tingkat pada portal tinjauan pada gedung 5 lantai..... | 45 |
| Tabel 4.5 Pembentukan sendi plastis pada portal tinjauan pada gedung 5 lantai .. | 46 |
| Tabel 4.6 Performance level elemen struktur pada gedung 5 lantai | 47 |
| Tabel 4.7 Performance level elemen struktur dengan join voute interior pada gedung 5 lantai | 51 |
| Tabel 4.8 Performance level elemen struktur dengan join voute eksterior pada gedung 5 lantai | 55 |
| Tabel 4.9 Performance level elemen struktur dengan join voute gabungan pada gedung 5 lantai | 59 |
| Tabel 4.10 Periode alami bangunan gedung 7 lantai | 60 |
| Tabel 4.11 Perhitungan beban gempa statik ekuivalen untuk gedung 7 lantai | 60 |
| Tabel 4.12 Pengecekan rasio gaya geser dasar dinamik - statik | 60 |
| Tabel 4.13 Beban gempa tingkat pada portal tinjauan pada gedung 7 lantai..... | 62 |
| Tabel 4.14 Pembentukan sendi plastis pada portal tinjauan pada gedung 7 lantai .. | 63 |
| Tabel 4.15 Performace level elemen struktur untuk gedung 7 lantai | 64 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4.16 Performance level elemen struktur dengan join voute interior pada gedung 7 lantai | 68 |
| Tabel 4.17 Performance level elemen struktur dengan join voute eksterior pada gedung 7 lantai | 72 |
| Tabel 4.18 Performance level elemen struktur dengan join voute gabungan pada gedung 7 lantai | 76 |
| Tabel 4.19 Periode alami bangunan gedung 9 lantai | 76 |
| Tabel 4.20 Perhitungan beban gempa statik ekuivalen untuk gedung 9 lantai | 77 |
| Tabel 4.21 Pengecekan rasio gaya geser dasar dinamik - statik | 77 |
| Tabel 4.22 Penentuan besarnya kenaikan skala untuk analisa dinamik..... | 77 |
| Tabel 4.23 Beban gempa tingkat pada portal tinjauan pada gedung 9 lantai..... | 80 |
| Tabel 4.24 Pembentukan sendi plastis pada portal tinjauan pada gedung 9 lantai | 81 |
| Tabel 4.25 Performance level elemen struktur untuk gedung 9 lantai..... | 81 |
| Tabel 4.26 Performance level elemen struktur dengan join voute interior pada gedung 9 lantai | 85 |
| Tabel 4.27 Performance level elemen struktur dengan join voute eksterior pada gedung 9 lantai | 89 |
| Tabel 4.28 Performance level elemen struktur dengan join voute gabungan pada gedung 9 lantai | 93 |
| Tabel 5.1 Performance level untuk lokasi voute yang berbeda pada gedung 5 lantai..... | 99 |
| Tabel 5.2 Performance level untuk lokasi voute yang berbeda pada gedung 7 lantai..... | 105 |
| Tabel 5.3 Performance level untuk lokasi voute yang berbeda pada gedung 9 lantai..... | 110 |
| Tabel 5.4 Performance level untuk join voute interior pada gedung 5, 7 dan 9 lantai..... | 115 |
| Tabel 5.5 Performance level untuk join voute eksterior pada gedung 5, 7 dan 9 lantai..... | 120 |
| Tabel 5.6 Performance level untuk join voute gabungan pada gedung 5, 7 dan 9 lantai..... | 126 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| LAMPIRAN 4.01 Pengecekan Eksentrisitas Dan Drift Gedung 5 Lantai..... | 129 |
| LAMPIRAN 4.02 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Interior Pada Gedung 5 Lantai..... | 131 |
| LAMPIRAN 4.03 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Eksterior Pada Gedung 5 Lantai | 136 |
| LAMPIRAN 4.04 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan Pada Gedung 5 Lantai | 141 |
| LAMPIRAN 4.05 Pengecekan Eksentrisitas Dan Drift Gedung 7 Lantai..... | 146 |
| LAMPIRAN 4.06 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Interior Pada Gedung 7 Lantai..... | 148 |
| LAMPIRAN 4.07 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Eksterior Pada Gedung 7 Lantai | 152 |
| LAMPIRAN 4.08 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan Pada Gedung 7 Lantai | 157 |
| LAMPIRAN 4.09 Pengecekan Eksentrisitas Dan Drift Gedung 9 Lantai..... | 161 |
| LAMPIRAN 4.10 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Interior Pada Gedung 9 Lantai..... | 163 |
| LAMPIRAN 4.11 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Eksterior Pada Gedung 9 Lantai | 167 |
| LAMPIRAN 4.12 Tabel Push-Over Untuk Model Struktur Dengan Join Voute Gabungan Pada Gedung 9 Lantai | 171 |