

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMODELAN SISTEM RANGKA PORTAL BAJA
VARIASI TIPE *BRACING* V TERBALIK, K, DAN X DENGAN
*SOFTWARE ABAQUS 6.11***

(Studi Kasus : Taman Parkir Bus dan Mobil Ngabean, Yogyakarta)

**Disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai
Derajat kesarjanaan Strata-1
Pada Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Diajukan Oleh :
NURANTO HENDRO PRASTOWO
20130110276**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2017**

HALAMAN MOTTO

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-
sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap

(QS : Al Insyirah 6-8)

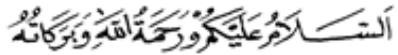
HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat dan karunianya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan .

Terimakasih atas perhatian dan juga dikungannya selama ini kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moril dan materil untuk semangat dalam menyelesaikan semua proses *study* dengan baik.
2. Kakakku, Hernita Pujihastuti S.Pd yang sangat luar biasa telah memberikan semangat dan juga motivasi dalam *study* ini.
3. Bapak dan Ibu dosen pembimbing (Bagus Soebandono, ST., M.Eng, dan Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng) yang selalu sabar dalam memberikan arahannya, memberikan ilmu serta dukungannya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Semua Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah yang telah menularkan segala ilmunya dengan penuh kesabaran.
5. Keluarga Kontrakan Ceria (Cikal., Faldy, Akson, Mas Bayu) dan Keluarga Kontrakan Toekiran (Kautsar, Danang, Bowo, Rinto, Erick, Sarif) Plus Ade yang telah memerikan kritik dan saran dalam membantu baik selama perkuliahan dan kehidupan.
6. Teman teman dari tim Tugas Akhir *Abaqus* Agung Prasastianto dan Wahyu yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Keluarga KKN 002 Dlingo 1 2017 (Ola, Devi, Nanda, Abtar, Haris, Ibnu, Danang, Kautsar, Cikal) yang tiada hentinya memberikan dukungan.
8. Teman - teman Prodi Teknik Sipil 2013 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah berjuang bersama melewati berbagai pahit manis masa kuliah selama kurang lebih 4 tahun semoga kalian sukses dengan jalan kalian masing – masing.

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Setiap kemudahan dan kesabaran yang telah diberikan-Nya kepada saya akhirnya saya selaku penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Pemodelan Sistem Rangka Portal Baja Variasi Tipe *Bracing* V Terbalik, K, Dan X Dengan *Software* Abaqus 6.11 dengan (Studi Kasus Taman Parkir Bus dan Mobil Ngabean, Yogyakarta)** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Strata 1 (S-1) Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis sangat membutuhkan kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, petunjuk, dan saransaran dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menghaturkan kepada :

1. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Hj. Anita Widianti, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Bagus Soebandono, ST., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi tugas akhir ini.
5. Ibu Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi tugas akhir ini.

6. Bapak Hakas Prayuda, S.T., M.Eng sebagai Dosen Penguji dalam tugas akhir ini.
7. Seluruh Staf Tata Usaha, Karyawan dan Laboran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Keluargaku tercinta yang telah banyak mendoakan, menyemangati, dan membantu keberhasilan dalam menyelesaikan studi ini.
9. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah memberi saran dan juga kerjasamanya.
10. Semua pihak yang memberikan bantuan dalam menyelesaikan dan penulisan tugas akhir ini.

Demikian semua yang disebut di muka yang telah banyak turut andil dalam kontribusi dan dorongan guna kelancaran penulisan Tugas Akhir ini, semoga menjadikan amal baik dan mendapat balasan dari Allah Ta'ala. Meskipun demikian dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf bila terdapat kekurangan dalam Tugas Akhir ini, walaupun telah diusahakan bentuk penulisan dan penulisan sebaik mungkin.

Akhirnya hanya kepada Allah Ta'ala jugalah penulis serahkan segalanya, sebagai manusia biasa penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan lapang dada dan keterbukaan akan penulis terima segala saran dan kritik yang membangun demi baiknya penulisan ini, sehingga sang Rahim masih berkenan mengulurkan petunjuk dan bimbingan-Nya. Aamiin.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالرَّحْمَةُ لِلَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Keaslian Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	15
A. Program Abaqus 6.11	15
1. Tahapan-Tahapan analisis <i>Abaqus</i>	16
2. Komponen pada Windows Utama <i>Abaqus</i>	17
B. Baja.....	19
1. Pengertian Baja.....	19
2. Sifat-sifat Mekanik Baja	20
3. Kelebihan Baja Sebagai Materail Konstruksi	23
4. Kekurangan Baja Sebagai Materail Konstruksi	24
C. Konsep Dasar Perencanaan Struktur Baja.....	25
D. Kestabilan Struktur.....	26

E. Gaya yang bekerja pada struktur.....	27
F. Kekauan Struktur	28
G. Struktur dengan sistem Portal	29
H. Sistem Portal dengan <i>Bracing</i>	30
1. Sistem Rangka <i>Bracing</i> Konsentrik (SRBK)	31
2. Sistem Rangka <i>Bracing</i> Eksentrik (SRBE).....	32
I. Sistem sambungan pada Struktur portal	33
1. Sambungan Sederhana	33
2. Sambungan Momen	34
J. Alat Penyambung Konstruksi Baja	35
1. Baut.....	35
2. Paku keling.....	37
3. Sambungan Las	38
K. Metode Elemen Hingga.....	39
1. Analisis Struktur dengan Metode Elemen Hingga	39
2. Jenis Elemen 3– <i>Dimensional Solid</i>	41
L. Integrasi Numerik.....	43
M. Analisis Beban Gempa	46
1. Menghitung berat total struktur (W_t)	47
2. Klasifikasi Bangunan	48
3. Menentukan taksiran waktu gempa alami (T) secara empiris	51
4. Wilayah Gempa dan Respon Spektrum	52
5. Perhitungan Koefisien Respon Seismik.....	54
6. Perhitungan Geser Dasar Seismik	54
7. Distribusi Gaya Gempa (F_i)	55
BAB IV METODE PENELITIAN	57
A. Tahap Persiapan	59
1. Identifikasi Masalah.....	59
2. <i>Time Schedule</i>	59
3. Perumusan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Batasan Penelitian.....	59
4. Studi Lapangan	60

5. Studi Pustaka	60
B. Tahap Pengumpulan Data.....	60
C. Tahap Pengolahan Data dan Pemodelan	67
1. Pengolahan Data	67
2. Pemodelan dengan <i>Abaqus CAE</i>	68
D. Tahap Analisa dan Pembahasan serta Kesimpulan dan Saran.....	70
1. Analisa dan Pembahasan.....	70
2. Kesimpulan dan Saran	70
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	72
A. Analisis Statik Ekuivalen	72
1. Pembebanan.....	72
2. Klasifikasi Material.....	74
4. Klasifikasi Bangunan	74
5. Menentukan taksiran waktu gempa alami (T) secara empiris	74
6. Parameter Respon Spektrum	75
7. Perhitungan Geser Dasar Seismik	76
8. Distribusi Vertikal Gaya Gempa (Fi).....	76
B. Konvergensi Meshing.....	78
1. Hasil konvergensi struktur rangka portal baja dengan <i>barcing</i> Tipe V Terbalik	78
2. Hasil konvergensi struktur rangka portal baja dengan <i>barcing</i> Tipe K..	80
3. Hasil konvergensi struktur rangka portal baja dengan <i>barcing</i> Tipe X.	81
C. Simpangan Lateral	83
D. Hubungan Beban dan Simpangan Lateral	85
E. Analisa Hasil Kekakuan	86
F. <i>Hysteretic Energy</i> (HE)	88
G. Perbandingan Hasil Penelitian Struktur Portal dengan <i>Bracing</i> dan Tanpa <i>Bracing</i>	90
H. Tampilan Benda Uji Hasil Simulasi.....	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
A. Kesimpulan	97

B. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Simpangan horizontal maksimum akibat beban statik (a) dan dinamik (b) untuk <i>bracing</i> tipe X dan tipe K	7
Gambar 2. 2	Portal baja dengan struktur <i>bracing</i> tipe X.....	10
Gambar 2. 3	Portal baja dengan struktur <i>bracing</i> tipe V.....	11
Gambar 2. 4	Simpangan perpindahan gaya lateral struktur arah Y dan X	11
Gambar 2. 5	Portal Struktur SRPMK dan SRBE.....	12
Gambar 2. 6	Perbandingan kurva pushover model SRPMK dan SRBE dalam arah X dan Y.....	13
Gambar 2. 7	Perbandingan target perpindahan terhadap variasi tingkat dalam arah X (a) dan arah Y (b)	13
Gambar 2. 8	Perbandingan gaya geser seismic terhadap variasi tingkat dalam arah X (a) dan arah Y (b).....	14
Gambar 3. 1	Tahapan menjalankan program <i>abaqus</i>	16
Gambar 3. 2	Komponen pada windows utama program <i>abaqus</i>	18
Gambar 3. 3	Hubungan tegangan (f) vs regangan (ϵ)	21
Gambar 3. 4	Hubungan tegangan (f) – regangan (ϵ) yang diperbesar	21
Gambar 3. 5	Gaya geser, lentur, tekan, tarik, defleksi,torsi dan tumpu	28
Gambar 3. 6	Perbandingan antara kekuatan dengan simpangan.....	29
Gambar 3. 7	Tipe sistem rangka <i>bracing</i> konsentrik (SRBK).....	31
Gambar 3. 8	Tipe sistem rangka <i>bracing</i> eksentrik (SRBE)	32
Gambar 3. 9	Sambungan sederhana	34
Gambar 3. 10	Dimensi untuk jenis baut mutu tinggi A325 dan A490.....	36
Gambar 3. 11	Lanjutan dimensi untuk jenis baut mutu tinggi A325 dan A490 ...	37
Gambar 3. 12	Jenis paku keling	37
Gambar 3. 13	Element rectangular solid (RS-8).....	42
Gambar 3. 14	Element hexahedron solid (H-8).....	42
Gambar 3. 15	Element tetrahedron solid (T-4).....	43
Gambar 3. 16	Integral suatu fungsi	43
Gambar 3. 17	Metode trapesium satu pias	45

Gambar 3. 18 Metode trapesium banyak pias	45
Gambar 4. 1 Bagan alir penelitian.....	57
Gambar 4. 2 Lanjutan bagan alir penelitian.....	58
Gambar 4. 3 Area parkir bus dan mobil ngabean, yogyakarta	60
Gambar 4. 4 Simpul pada sambungan <i>bracing</i> bagian bawah.....	63
Gambar 4. 5 Simpul pada sambungan <i>bracing</i> tipe V terbalik dan K	64
Gambar 4. 6 Simpul pada sambungan <i>bracing</i> bagian atas.....	64
Gambar 4. 7 Simpul pada sambungan <i>bracing</i> tipe X	64
Gambar 4. 8 Simpul pada sambungan kolom dan balok baja.....	65
Gambar 4. 9 Model struktur portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik	65
Gambar 4. 10 Model struktur portal baja dengan <i>bracing</i> tipe K.....	66
Gambar 4. 11 Model struktur portal baja dengan <i>bracing</i> tipe X.....	66
Gambar 5. 1 Respon spektrum yogyakarta, klasifikasi tanah D	75
Gambar 5. 2 Perbandingan jumlah elemen dan simpangan lateral hasil uji konvergensi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik	79
Gambar 5. 3 Perbandingan jumlah elemen dan simpangan lateral hasil uji konvergensi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe K.....	81
Gambar 5. 4 Perbandingan jumlah elemen dan simpangan lateral hasil uji konvergensi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe X.....	82
Gambar 5. 5 Nilai simpangan lateral portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik, K, dan X.....	84
Gambar 5. 6 Hubungan beban dan simpangan lateral portal baja dengan <i>bracing</i> V terbalik, K dan X	86
Gambar 5. 7 Nilai kekakuan portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik, K dan X	87
Gambar 5. 8 Nilai <i>hysteretic energy</i> portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik , K dan X.....	89
Gambar 5. 9 Hubungan beban dan simpangan lateral portal baja dengan <i>bracing</i> V terbalik, K dan X serta portal baja tanpa <i>bracing</i>	90
Gambar 5. 10 Nilai simpangan lateral portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik, K dan X serta portal baja tanpa <i>barcing</i>	91

Gambar 5. 11 Nilai kekakuan portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik, K dan X serta portal baja tanpa <i>bracing</i>	92
Gambar 5. 12 Nilai hysteretic energy portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik , K dan X serta portal baja tanpa <i>bracing</i>	93
Gambar 5. 13 Hasil simulasi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe V terbalik	94
Gambar 5. 14 Hasil simulasi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe K.....	94
Gambar 5. 15 Hasil simulasi portal baja dengan <i>bracing</i> tipe X.....	95
Gambar 5. 16 Hasil simulasi portal baja tanpa <i>bracing</i>	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan Simpangan Horisontal maksimum gempa dinamik pada <i>bracing</i> tipe X dan tipe K	7
Tabel 2. 2	Lanjutan Perbandingan Simpangan Horisontal maksimum gempa dinamik pada <i>bracing</i> tipe X dan tipe K.....	8
Tabel 2. 3	Perbandingan Simpangan Horizontal maksimal gempa statik pada <i>bracing</i> tipe X dan tipe K	8
Tabel 2. 4	Lanjutan Perbandingan Simpangan Horizontal maksimal gempa statik pada <i>bracing</i> tipe X dan tipe K	9
Tabel 3. 1	Sifat – sifat mekanis baja struktural	23
Tabel 3. 2	Berat sendiri material bangunan.....	47
Tabel 3. 3	Lanjutan berat sendiri material bangunan.....	48
Tabel 3. 4	Beban hidup pada lantai gedung	48
Tabel 3. 5	Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	49
Tabel 3. 6	Lanjutan kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	50
Tabel 3. 7	Lanjutan kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	51
Tabel 3. 8	Faktor keutamaan gempa	51
Tabel 3. 9	Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	52
Tabel 3. 10	Koefisien situs, F_a	53
Tabel 3. 11	Koefisien situs, F_v	53
Tabel 4. 1	Diskripsi data bangunan	61
Tabel 4. 2	Data plastis baja BJ 37.....	62
Tabel 4. 3	Kofisien gesekan	62
Tabel 5. 1	Beban struktur terhadap beban sendiri	72
Tabel 5. 2	Distribusi vertikal gaya gempa lateral (F_i)	77
Tabel 5. 3	Analisa struktur t <i>rayleigh</i>	77
Tabel 5. 4	Hasil analisis konvergensi <i>bracing</i> tipe V terbalik	79

Tabel 5. 5	Hasil analisis konvergensi <i>bracing</i> tipe K.....	80
Tabel 5. 6	Hasil analisis konvergensi <i>bracing</i> tipe X.....	82
Tabel 5. 7	Beban dan simpangan hasil pengujian	85
Tabel 5. 8	Nilai kekakuan hasil pengujian	86
Tabel 5. 9	Nilai <i>hysteretic energy</i> hasil analisis	88

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Jumlah Elemen Per Part Benda Uji Portal Baja dengan *Bracing* untuk Konvergensi
- Lampiran B : *Output* Beban dan Simpangan Lateral dari *Software Abaqus 6.11*
- Lampiran C : Hasil nilai Kekakuan dan *Hysteretic Energy* untuk setiap siklus
- Lampiran D : Detail Gambar dan Ukuran part-part yang digunakan dalam Pemodelan Portal Baja di *Software Abaqus 6.11*
- Lampiran E : Letak dan Posisi part-part dalam Pemodelan Portal Baja di dalam *Software Abaqus 6.11*
- Lampiran F : Langkah- langkah Pemodelan Portal Baja dengan *Bracing* tipe X menggunakan *Software Abaqus 6.11*
- Lampiran G : Dokumen Perhitungan Struktur Pekerjaan Penataan Kawasan Parkir Ngabean, Tahun Anggaran 2014.
- Lampiran H : Analisis Perhitungan Kuat kolom Taman Parkir Ngabean, Yogyakarta
- Lampiran I : Analisis Perhitungan Kekuatan Balok Taman Parkir Ngabean, Yogyakarta
- Lampiran J : Dokumen gambar struktur bangunan Pekerjaan Penataan Kawasan Parkir Ngabean, Yogyakarta
- Lampiran K : Foto Observasi langsung dilapangan di Area Parkir Bus dan Mobil Ngabean, Yogyakarta