

TUGAS AKHIR

ANALISA PERILAKU VARIASI MATERIAL BETON BERTULANG PADA KOLOM TERHADAP BEBAN STATIK

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata (S-1)



DISUSUN OLEH:

ANVILIA CHRISTIANA

UNIVERSITAS 41116110128

MERCU BUANA

DOSEN PEMBIMBING:

SUCI PUTRI ELZA, S.T., M.T.


PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

| | | |
|---|--|----------|
|  | LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA | Q |
|---|--|----------|

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Analisa Perilaku Variasi Material Beton Bertulang Pada Kolom Terhadap Beban Statik

Disusun oleh :

Nama : Anvilia Christiana

NIM : 41116110128

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan **LULUS** pada sidang sarjana :

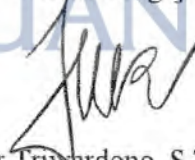
Tanggal : 25 Agustus 2020

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



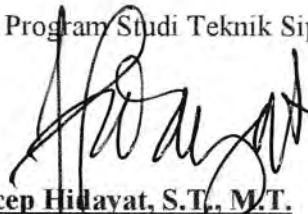
(Suci Putri Elza, S.T., M.T.)

Ketua Penguji



(Fajar Triwardono, S.T., M.T.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anvilia Christiana
Nomor Induk Mahasiswa : 41116110128
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 25 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan



Anvilia Christiana

ABSTRAK

Judul: Analisa Perilaku Variasi Material Beton Bertulang Pada Kolom Terhadap Beban Statik, Nama: Anvilia Christiana, Nim: 41116110128, Dosen Pembimbing: Suci Putri Elza, S.T., M.T., 2020

Secara umum, kuat tekan beton akan diuji di sebuah laboratorium untuk menentukan validasi dari kuat tekan yang direncanakan. Akan tetapi, hal tersebut akan memerlukan tenaga dan biaya yang besar dan waktu yang lama. Salah satu pendekatan simulasi metode numeric yaitu dengan metode elemen hingga (finite element method).

Metode elemen hingga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang meliputi bentuk geometri, pembebanan yang sulit maupun material penyusun yang kompleks. Beton memiliki material penyusun yang kompleks karena merupakan material yang bersifat elasto-plastis dengan perilaku tidaklinierannya pada pembebanan awal hingga mencapai kekuatan batas.

Kata kunci: ABAQUS, Beton Bertulang, Kolom, Beban Statik.

Untuk mendapatkan perilaku nonlinier dari beton, maka perlu memodelkan elemen hingga 3D nonlinier untuk menganalisis beban tekan sampai kuat tekan ultimate dari benda uji itu sendiri. Pemodelan dengan ABAQUS menggunakan konsep kerusakan plastis beton atau Concrete Damage Plasticity.

Metode Concrete Damage Plasticity (CDP) digunakan dalam memodelkan perilaku plastis dari beton. Metode ini berkesinambungan, berbasis plastisitas, model keruntuhan, yang mengasumsikan mekanisme kegagalan utama dari beton yaitu retak akibat tekan dan tarik

Pemodelan numeric yang berbasis metode elemen hingga yang akan digunakan yakni dengan program bantu ABAQUS. Pemilihan program ini didasari oleh kelebihanannya yang dapat membuat geometry tegangan dan regangan yang terjadi pada material beton dengan lebih akurat, serta telah banyak digunakan oleh para engineer dari berbagai macam industry, seperti perusahaan pesawat terbang,omotif, perminyakan, mikroelektronik, dan juga laboratorium nasional pada berbagai universitas di dunia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan perhitungan dapat disebabkan pada jenis material yang digunakan, pada analisa ini peran pembesian sangat berpengaruh pada hasil analisa dan juga seismic zone pada daerah tersebut.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia - Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Strata 1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta.

Maka dengan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Suci Putri Elza, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu senantiasa mendukung, memberikan semangat, arahan, bimbingan serta selalu memotivasi dalam penyusunan Tugas Akhir saya;
2. Orang Tua, kakak-kakak dan keluarga saya yang selalu senantiasa membantu, memberikan semangat dan doa kepada saya;
3. Seluruh rekan-rekan seperjuangan di Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan Penulis dikemudian hari. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Jakarta, 25 Agustus 2020

Anvilia Christiana

41116110128

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | vii-viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix-x |
| DAFTAR RUMUS | xi-xii |
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang | I-1 |
| 1.2 Maksud dan Tujuan | I-2 |
| 1.3 Pembatasan dan Ruang Lingkup | I-3 |
| 1.4 Sistematika Penulisan | I-3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| 2.1 Landasan Teori | II-1 |
| 2.2 Kerangka Berfikir | II-1 |
| BAB III METODA ANALISIS | III-1 |
| 3.1 Bagan Alir dan Analisis Model Kolom | III-1 |
| 3.2 Langkah – Langkah Analisis | III-4 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS | IV-1 |
| 4.1 Pengolahan Data | IV-1 |
| 4.2 Analisis Pemodelan | IV-9 |
| BAB V PENUTUP | V-1 |
| 5.1 Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 Saran | V-2 |
| DAFTAR PUSTAKA | Pustaka-1 |
| LAMPIRAN | Lampiran-1 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-------|
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| Tabel 2.1 Parameter Kuat Tarik Besi Beton | II-2 |
| Tabel 2.2 Parameter <i>Variable</i> Kerusakan | II-7 |
| Tabel 2.3 Rekomendasi Nilai Parameter <i>Concrete Damage Plasticity</i> | II-10 |
| Tabel 2.4 Mutu Beton Menurut Viswanathan | II-12 |
| Tabel 2.5 Mutu Baja Menurut Viswanathan..... | II-12 |
| BAB III METODA ANALISIS | III-1 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS | IV-1 |
| Tabel 4.1 Perhitungan Balok | IV-1 |
| Tabel 4.2 Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup Pada Gedung..... | IV-2 |
| Tabel 4.3 Tabel Tulangan | IV-4 |
| Tabel 4.4 <i>Determination of System Structure According to ASCE 7-10</i> | IV-5 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Beban Lateral | IV-7 |
| Tabel 4.6 Nilai Beton Mutu Standard..... | IV-9 |
| Tabel 4.7 Nilai Beton Mutu Tinggi | IV-9 |
| Tabel 4.8 Nilai Besi Mutu Standard | IV-10 |
| Tabel 4.9 Nilai Besi Mutu Tinggi..... | IV-10 |
| Tabel 4.10 <i>Point Coordinate of The Main Bars</i> | IV-10 |
| Tabel 4.11 <i>Standard Concrete of The 1st Model</i> | IV-12 |
| Tabel 4.12 <i>CDP and Concrete Compression Damage of The 1st Model</i> | IV-12 |
| Tabel 4.13 <i>Concrete Tension Damage of The 1st Model</i> | IV-13 |
| Tabel 4.14 Data Mutu Besi Model 1..... | IV-14 |
| Tabel 4.15 Data Gaya dan Perpindahan Pada Model 1 | IV-14 |
| Tabel 4.16 Data Tegangan-Regangan Pada Model 1 | IV-18 |
| Tabel 4.17 <i>High Concrete of The 2nd Model</i> | IV-22 |
| Tabel 4.18 <i>CDP and Concrete Compression Damage of The 2nd Model</i> | IV-22 |
| Tabel 4.19 <i>Concrete Tension Damage of The 2nd Model</i> | IV-23 |
| Tabel 4.20 Data Mutu Besi Model 2..... | IV-24 |

| | |
|---|-------|
| Tabel 4.21 Data Gaya dan Perpindahan Pada Model 2 | IV-24 |
| Tabel 4.22 Data Tegangan-Regangan Pada Model 2 | IV-28 |
| Tabel 4.23 <i>High Concrete of The 3rd Model</i> | IV-32 |
| Tabel 4.24 <i>CDP and Concrete Compression Damage of The 3rd Model</i> | IV-32 |
| Tabel 4.25 <i>Concrete Tension Damage of The 3rd Model</i> | IV-33 |
| Tabel 4.26 Data Mutu Besi Model 3 | IV-34 |
| Tabel 4.27 Data Gaya dan Perpindahan Pada Model 3 | IV-34 |
| Tabel 4.28 Data Tegangan-Regangan Pada Model 3 | IV-38 |
| Tabel 4.29 Nilai Variasi Pemodelan Gaya dan Perpindahan | IV-42 |
| Tabel 4.30 Nilai Variasi Pemodelan Tegangan-Regangan | IV-44 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | V-1 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|--------|
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| Gambar 2.1 Kurva Tegangan – Regangan SD685 | II-3 |
| Gambar 2.2 Kurva Tegangan – Regangan SD785..... | II-3 |
| Gambar 2.3 Kurva Hubungan Tegangan – Regangan | II-4 |
| Gamabr 2.4 Tegangan 3D Pada Suatu Elemen..... | II-5 |
| Gambar 2.5 Permukaan Leleh Pada Bidang <i>Deviator</i> dan Tegangan | II-8 |
| Gambar 2.6 Skema Eksentrisitas dan Sudut Dilatasi Pada Bidang Meridian..... | II-9 |
| Gambar 2.7 Definisi Perilaku Tekan dan Tarik Beton | II-9 |
| Gambar 2.8 Kurva <i>Fraktur Energy</i> Setelah Tegangan Puncak | II-11 |
| Gambar 2.9 Kurva Hubungan Tegangan – Regangan Tekan – Tarik Beton | II-12 |
| BAB III METODA ANALISIS | III-1 |
| Gambar 3.1 Portal Gedung 5 Lantai | III-2 |
| Gambar 3.2 Denah Tipikal Lantai 2 | III-3 |
| Gambar 3.3 Potongan Kolom B3..... | III-3 |
| Gambar 3.4 <i>Create Model Database</i> | III-4 |
| Gambar 3.5 <i>Abaqus Example Model-1</i> | III-4 |
| Gambar 3.6 <i>Set Working Directory</i> | III-5 |
| Gambar 3.7 <i>Create Part</i> | III-6 |
| Gambar 3.8 Membuat Objek dan Tampilannya..... | III-7 |
| Gambar 3.9 <i>Section Assignment</i> | III-8 |
| Gambar 3.10 Memasukkan Material dan Tampilan Objek..... | III-9 |
| Gambar 3.11 Membuat <i>Mesh</i> | III-10 |
| Gambar 3.12 Mengontrol <i>Mesh</i> | III-11 |
| Gambar 3.13 <i>Region Selection</i> | III-12 |
| Gambar 3.14 <i>Element Type</i> | III-13 |
| Gambar 3.15 Melihat Nomer <i>Mesh</i> | III-14 |
| Gambar 3.16 Membuat <i>Sample</i> | III-14 |
| Gambar 3.17 Membuat <i>Load Step</i> | III-15 |

| | |
|--|--------|
| Gambar 3.18 Membuat <i>Fixed Support</i> | III-16 |
| Gambar 3.19 Membuat <i>Surface</i> | III-17 |
| Gambar 3.20 Membuat <i>Force / Reaction</i> | III-18 |
| Gambar 3.21 Grafik Pemodelan | III-19 |
| Gambar 3.22 Data Grafik / Pemodelan dan Hasil Nilai <i>Node</i> | III-20 |
| Gambar 3.23 Gambar Hasil Pemodelan Akhir | III-21 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS | IV-1 |
| Gambar 4.1 Letak Kolom Pada Bentang Terpanjang | IV-1 |
| Gambar 4.2 Penampang Kolom | IV-7 |
| Gambar 4.2.1 Penampang Kolom | IV-8 |
| Gambar 4.2.2 Penampang Kolom | IV-8 |
| Gambar 4.3 Grafik Gaya dan Perpindahan Model 1 | IV-16 |
| Gambar 4.4 <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 1 | IV-17 |
| Gambar 4.5 Pembesian <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 1 | IV-17 |
| Gambar 4.6 <i>Running Completed of Stress Strain for The 1st Model</i> | IV-18 |
| Gambar 4.7 <i>Stress Strain Curve for 1st Model</i> | IV-21 |
| Gambar 4.8 Grafik Gaya dan Perpindahan Model 2 | IV-26 |
| Gambar 4.9 <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 2 | IV-27 |
| Gambar 4.10 Pembesian <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 2 | IV-27 |
| Gambar 4.11 <i>Running Completed of Stress Strain for The 2nd Model</i> | IV-28 |
| Gambar 4.12 <i>Stress Strain Curve for 2nd Model</i> | IV-31 |
| Gambar 4.13 Grafik Gaya dan Perpindahan Model 3 | IV-36 |
| Gambar 4.14 <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 3 | IV-37 |
| Gambar 4.15 Pembesian <i>Three-Dimensional Stress Analysis</i> Model 3 | IV-37 |
| Gambar 4.16 <i>Running Completed of Stress Strain for The 3rd Model</i> | IV-38 |
| Gambar 4.17 <i>Stress Strain Curve for 3rd Model</i> | IV-42 |
| Gambar 4.18 Kombinasi Grafik Gaya dan Perpindahan Model 1, 2 dan 3 | IV-44 |
| Gambar 4.19 Kombinasi Grafik Tegangan-Regangan Model 1, 2 dan 3 | IV-48 |
| Gambar 4.20 Grafik Tegangan-Regangan Model 1 | IV-48 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | V-1 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|---|-------|
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| Rumus 2.1 Kuat Tekan Beton (f_c') | II-2 |
| Rumus 2.2 Kuat Tekan Beton (P)..... | II-2 |
| Rumus 2.3 Matriks 3-Dimesi (ϵ_x)..... | II-5 |
| Rumus 2.4 Matriks 3-Dimesi (ϵ_y)..... | II-5 |
| Rumus 2.5 Matriks 3-Dimesi (ϵ_z)..... | II-5 |
| Rumus 2.6 Hubungan Tegangan-Regangan Pada Material Isotropic..... | II-6 |
| Rumus 2.7 Hubungan Tegangan-Regangan Dengan Pembebanan Uniaxial..... | II-6 |
| Rumus 2.8 Concrete Damage Plasticity ABAQUS (F) | II-7 |
| Rumus 2.9 Concrete Damage Plasticity ABAQUS (α) | II-7 |
| Rumus 2.10 Concrete Damage Plasticity ABAQUS (β) | II-7 |
| Rumus 2.11 Concrete Damage Plasticity ABAQUS (γ) | II-7 |
| Rumus 2.12 Concrete Damage Plasticity Fungsi Potensial Aliran ($G\sigma$) | II-8 |
| Rumus 2.13 Fraktur Energy (G_f) | II-10 |
| Rumus 2.14 Kuat Karakteristik Beton (f_{cm}) | II-11 |
| Rumus 2.15 Ascending Branch | II-12 |
| Rumus 2.16 Decending Branch | II-12 |
| Rumus 2.17 Tegangan – Regangan Tekan – Tarik Beton | II-12 |
| Rumus 2.18 Tegangan – Regangan Tekan – Tarik Beton | II-12 |
| Rumus 2.19 Tegangan – Regangan Tekan – Tarik Beton | II-12 |
| BAB III METODA ANALISIS | III-1 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS | IV-1 |
| Rumus 4.1 Berat Total (P_u) | IV-3 |
| Rumus 4.2 Berat Total(A_g) | IV-3 |
| Rumus 4.3 Perhitungan Tulangan Kolom (ϕP_n)..... | IV-4 |
| Rumus 4.4 AS Sengkang | IV-5 |
| Rumus 4.5 Kebutuhan Tulangan | IV-5 |
| Rumus 4.6 S Sengkang | IV-5 |

| | |
|---|------------|
| Rumus 4.7 Beban Lateral (C_s)..... | IV-6 |
| Rumus 4.8 Beban Lateral ($C_s \max$)..... | IV-6 |
| Rumus 4.9 beban Lateral ($C_s \min$)..... | IV-6 |
| Rumus 4.10 Beban Lateral (W_t)..... | IV-6 |
| Rumus 4.11 Beban Lateral (V)..... | IV-6 |
| Rumus 4.12 Beban Lateral (C_{yx})..... | IV-6 |
| Rumus 4.13 Beban Lateral (F_x)..... | IV-6 |
| Rumus 4.14 Modulus Elastis Untuk Beton..... | IV-11 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | V-1 |

