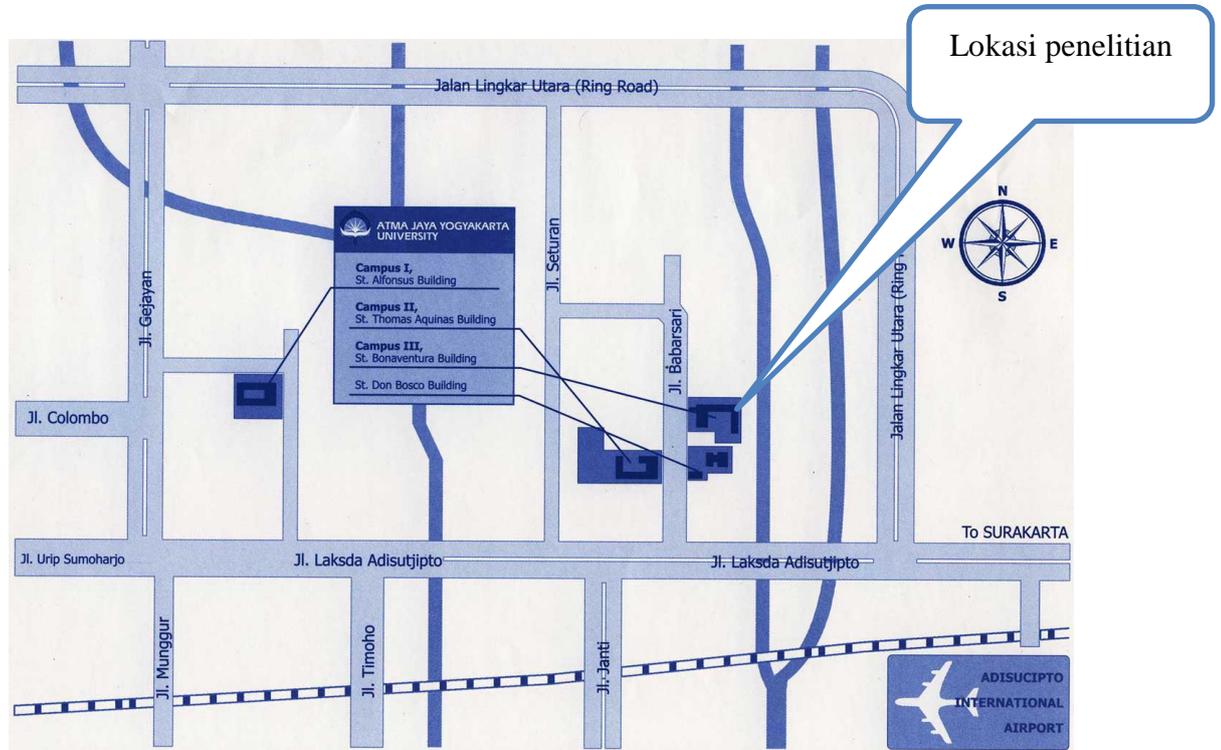


BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada bab ini akan diuraikan tata cara penelitian yang dilakukan. Penelitian yang akan dilakukan adalah evaluasi struktur bangunan berdasarkan FEMA 310. Adapun isi dalam bab metodologi penelitian ini menjelaskan mengenai lokasi penelitian, prosedur penelitian, pengumpulan data, metode penelitian, analisis struktur, dan jadwal penelitian.

4.1. Lokasi Penelitian

Obyek penelitian ini yaitu pada Gedung Kuliah Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Terletak di jalan Babarsari no.43 yang dijadikan sampel merupakan bangunan yang didirikan pada tahun 1997 dan pada saat dibangun menggunakan SNI gempa 1991 dan SNI bangunan yang lama, sehingga dipilih oleh penulis sebagai obyek penelitian (Gambar 4.1).



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

4.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa metode yakni pengumpulan data, survey atau observasi lapangan secara *rapid visual screening*, serta analisis linear maupun nonlinear menggunakan bantuan komputer. Penelitian ini menggunakan langkah-langkah yang berpedoman pada FEMA 310 *Handbook for the seismic evaluation of building – A prestandard*.

4.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada saat baru memulai penelitian, data-data yang dibutuhkan dari Gedung Kampus Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yaitu:

- a. *asbuilt drawing*,
- b. deskripsi umum bangunan,
- c. deskripsi umum struktur,
- d. deskripsi elemen non struktur,
- e. mutu bahan,
- f. kondisi tanah, dan
- g. kegunaan bangunan.

4.4. Metode Penelitian

Evaluasi kinerja pada penelitian ini dibatasi pada komponen struktur dengan analisis non linear statik menggunakan bantuan komputer meliputi:

4.4.1. Penentuan Wilayah Kegempaan

Wilayah kegempaan didasarkan dari peta wilayah gempa Indonesia pada SNI gempa terbaru (SNI 1726-2012). Pada SNI yang terbaru ini pemilihan wilayah gempa tidak hanya terbatas pada 6 wilayah gempa seperti pada SNI sebelumnya, untuk memudahkan pemilihan wilayah gempa kita bisa menggunakan bantuan aplikasi desain spektra Indonesia dari Puskim yang dapat diakses melalui [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain spektra indonesia 2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/). Melalui web dari kementerian PU ini bisa didapatkan hasil yang lebih. Kita bisa menentukan wilayah kegempaan pada lokasi bangunan yang akan di tinjau dengan

cara memasukan koordinat (lintang dan bujur) atau nama kota/tempat bangunan tersebut.

4.4.2. Pemodelan struktur

Pemodelan struktur digambar dengan menggunakan SAP2000 V14 sesuai dengan *as built drawing* pada bangunan, input pada pemodelan struktur yaitu ukuran balok, kolom, pelat, shear wall, tangga, mutu bahan, modulus elastisitas, dll sehingga pemodelan ini sesuai dengan yang asli dilapangan.

4.4.3. Pembebanan Gempa

Tipe beban gempa yang diterapkan pada struktur ditentukan sesuai dengan analisis yang digunakan, yaitu:

- a. beban gempa yang diterapkan untuk analisis linier adalah beban dinamik respon spektrum untuk analisis dinamik linier, dan
- b. untuk analisis statik non linier, beban gempa yang diterapkan adalah beban dorong static lateral atau *pushover*.

4.4.4. Penentuan Tingkat Kinerja (*Level of Performance*)

Tingkat kinerja bangunan ditentukan sesuai dengan faktor keutamaan bangunan. Untuk bangunan Gedung Kampus Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta ini diharapkan pada saat terjadi gempa yang besar, bangunan masih dapat beroperasi meskipun terdapat beberapa kerusakan kecil atau memiliki tingkat kinerja *Immediate Occupancy*.

4.4.5. Evaluasi Tahap 1

Pada evaluasi tahap 1 ini dilakukan *Rapid Visual Screening* yang mengacu pada formulir FEMA 154 (2002) yang disesuaikan dengan daerah kegempaan bangunan tersebut berada, kemudian dilakukan *screening* secara rinci berdasarkan pada acuan formulir FEMA 310 (1998) yang berisikan tentang komponen struktur secara lengkap, pondasi secara lengkap, dan komponen nonstruktur secara lengkap. Berikut adalah tahapan yang dilakukan untuk *screening* menurut FEMA 154 (2002) dan FEMA 310 (1998).

4.4.5.1. Rapid Visual Screening (RVS) menurut FEMA 154 (2002)

Tahapan dalam melakukan *Rapid Visual Screening* adalah :

1. Menentukan formulir RVS berdasarkan wilayah kegunaan bangunan,
2. Mengidentifikasi bentuk bangunan, ukuran, dan sketsa denah serta elevasi bangunan,
3. Menentukan fungsi kegunaan bangunan,
4. Menentukan tipe tanah,
5. Mengidentifikasi potensi bahaya keruntuhan elemen nonstructural,
6. Mengidentifikasi sistem pemikul beban gempa lateral,
7. Menentukan *score modifier* yang sesuai dengan perilaku seismic bangunan pada formulir pengumpulan data, dan
8. Menentukan skor akhir (S) dan memutuskan perlu atau tidaknya bangunan tersebut di evaluasi lebih rinci. Apabila bangunan tersebut memiliki skor akhir lebih besar dari 2, maka bangunan tersebut dianggap memiliki kemampuan dalam menahan beban gempa. Sebaliknya apabila bangunan tersebut memiliki skor akhir lebih kecil dari 2 maka bangunan tersebut dianggap rentan terhadap gempa dan perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut.

4.4.5.2. Screening Lebih Rinci Menggunakan FEMA 310 (1998)

Proses *screening* lebih rinci dilakukan dengan mengisi formulir *checklist* yang tersedia dalam dokumen FEMA 310 (1998) yang disesuaikan dengan tipe bangunan. Formulir *checklist* tersebut berkaitan dengan kondisi struktur dan nonstruktur dengan diberikan pernyataan *compliant* (memenuhi) dan *non-compliant* (tidak memenuhi). Apabila dalam pemeriksaan ditemukan adanya kondisi *noncompliant* (NC), berarti telah terdapat potensi kekurangan atau *deficiency*. Oleh karena itu, evaluasi perlu dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu evaluasi tahap 2. Formulir *checklist* tersebut meliputi:

1. *basic structural checklist*,
2. *supplemental structural checklist* untuk elemen struktur,
3. *basic nonstructural checklist*, dan
4. *supplemental nonstructural checklist* untuk elemen nonstruktur.

4.4.6. Evaluasi tahap 2 (analisis Linier Struktur Bangunan)

Pada evaluasi tahap 2 ini dilakukan analisis linier struktur bangunan terhadap gempa secara dinamik. Analisis linier struktur dilakukan menggunakan program SAP2000 versi 14, dilakukan beberapa analisis perhitungan sebagai berikut ini.

1. Perhitungan kekuatan/kapasitas penampang meliputi :
 - a) kapasitas penampang momen berdasarkan SNI 2847-2002, dan
 - b) kapasitas geser berdasarkan SNI 2847-2002.
2. Perhitungan nilai DCR (*Demand Capacity Ratio*) untuk mengetahui apakah analisis linier dapat digunakan untuk struktur gedung tersebut atau tidak, jika analisis linier tidak dapat digunakan maka dilakukan analisis nonlinier struktur bangunan.

4.4.7. Evaluasi tahap 3 (Investigasi Komprehensif)

Evaluasi tahap 3 dilakukan dengan analisis nonlinier struktur bangunan terhadap beban gempa. Pada penelitian ini analisis nonlinier dilakukan menggunakan analisis statik elastik beban dorong (*pushover analysis*). Tahapan analisis pada evaluasi tahap 3 adalah sebagai berikut ini.

1. Analisis *moment curvature* elemen balok dan kolom sebagai input data *hinge properties* dilakukan secara *auto* pada program SAP2000 versi 14.
2. Analisis beban statik dorong (*pushover analysis*) dilakukan untuk mendapatkan nilai daktilitas gedung, nilai faktor reduksi (R) yang sebenarnya dari gedung tersebut serta titik kinerja struktur.
3. Perhitungan DCR (*Demand Capacity Ratio*) dari gaya geser pada elemen balok dan kolom pada saat kinerja tercapai.
4. Dilakukan evaluasi kinerja struktur gedung dengan meninjau titik perpotongan antara kurva demand dan kurva kapasitas. Apabila kinerja struktur hasil analisis tidak memenuhi persyaratan untuk bangunan tersebut maka dilakukan mitigasi terhadap struktur tersebut.
5. Menentukan *Capacity Curve* dilakukan dengan dua percobaan permodelan, yaitu *Open Frame*.
6. Spektrum *demand* untuk *pushover analysis* yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrum elastis, yaitu menggunakan spektrum untuk wilayah

gempa berdasarkan lokasi bangunan tersebut dari aplikasi *online* puskim.pu.go.id.

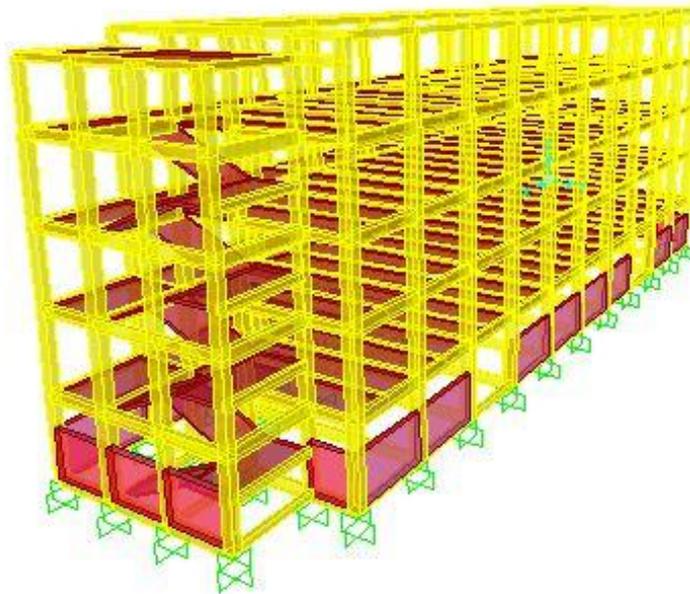
7. Sebagai input data kurva kapasitas pada program SAP2000 sesuai ATC-40 (1996) adalah sebagai berikut ini.
 - a) *Demand spectrum definition* digunakan Respon spektrum wilayah Yogyakarta untuk jenis tanah sedang. Koefisien koreksi ordinat spektrum respon yang digunakan sebesar $\frac{l}{R}$ g.
 - b) Tipe perilaku struktur ditentukan Tipe B, sesuai Tabel 8-4 ATC-40 struktur tipe B merupakan struktur dengan kondisi eksisting sedang (*average*) dan durasi goyangan struktur (*shaking duration*) yang pendek (*short*).
8. Sebagai input data untuk kurva kapasitas pada program SAP2000 sesuai FEMA 356 adalah sebagai berikut ini.
 - a) Nilai $C_m = 0,9$. Untuk tipe bangunan *concrete moment frame* (CMF) dan jumlah tingkat lebih dari 3 tingkat (dari Tabel 3-1 FEMA 356).
 - b) Nilai $C_2 = 1$. Untuk bangunan dengan level kinerja *immediate occupancy* (IO) (dari Tabel 3-3 FEMA 356).
 - c) Kelas tanah adalah sedang (D).
 - d) *Spectrum demand* menggunakan spektrum untuk wilayah gempa berdasarkan lokasi bangunan tersebut dari aplikasi *online* puskim.pu.go.id.

4.5. Analisis Struktur

Pada penelitian ini analisis struktur linier dan non linier menggunakan bantuan program SAP2000 versi 14. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pemodelan numeric pada Gedung Kampus Fakultas Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta adalah sebagai berikut ini.

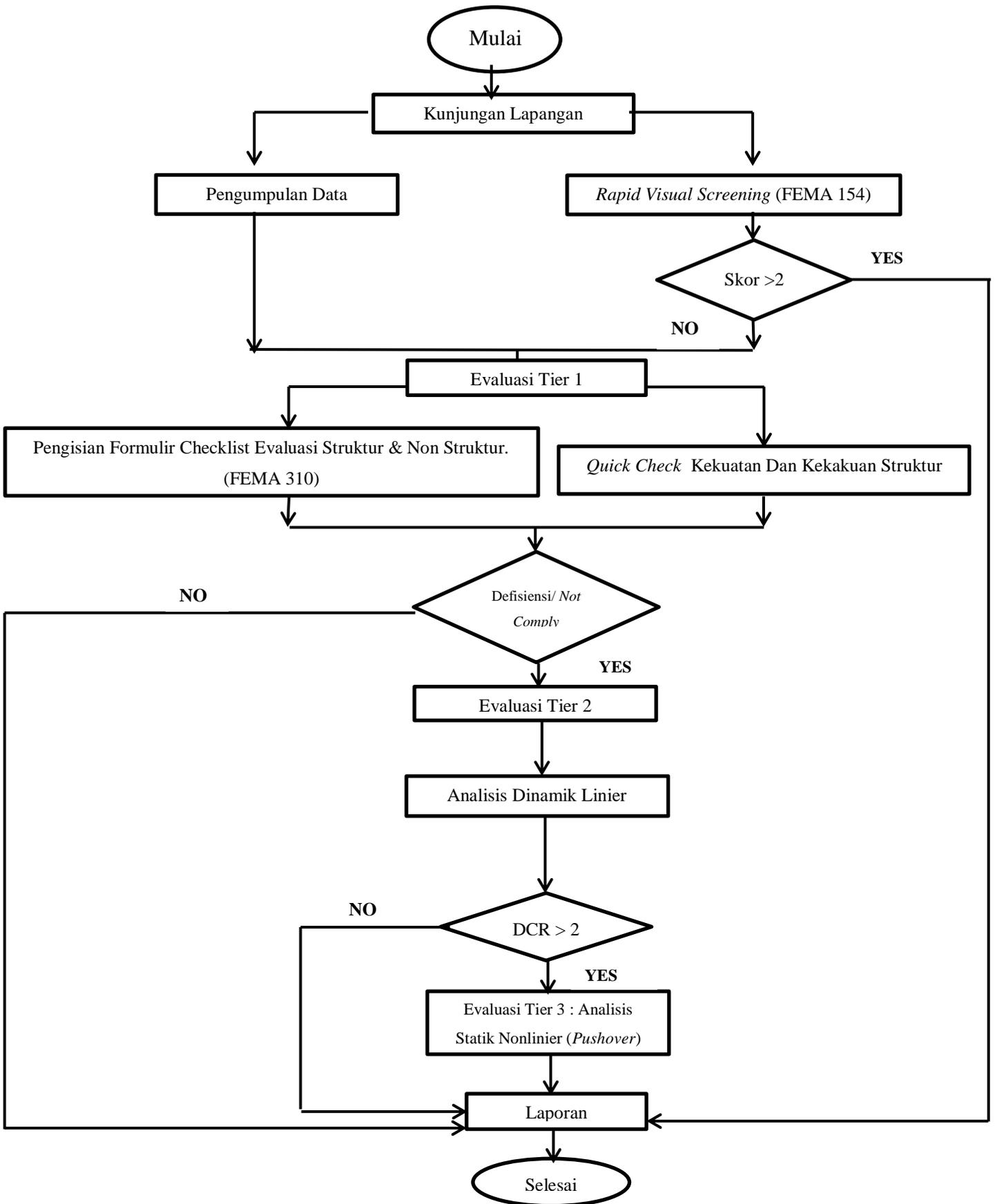
- a. Mutu beton dan baja yang digunakan adalah sebagai berikut ini.
 - 1) Mutu beton K-300 adalah ($f'c$) = 25 MPa.
 - 2) Mutu baja tulangan, $f_y = 240$ MPa untuk tulangan polos dan $f_y = 400$ MPa untuk tulangan ulir.

- b. Tumpuan yang digunakan dalam pemodelan numeric adalah jepit.
- c. Pemodelan untuk analisis berupa *open frame 3D*.
- d. Balok dan kolom diasumsikan sebagai *frame*.
- e. Plat lantai dimodelkan sebagai *shell*.
- f. Plat lantai kaku dianggap sempurna (diafragma).
- g. Rangka atap tidak dimodelkan, beban mati dan beban angin pada atap diteruskan sebagai beban terpusat pada tumpuan kuda-kuda.
- h. Dinding tidak dimodelkan tetapi digunakan massa dinding dalam berat struktur.
- i. Pembebanan yang digunakan dalam analisis sesuai pada SNI 03-1726-2012.

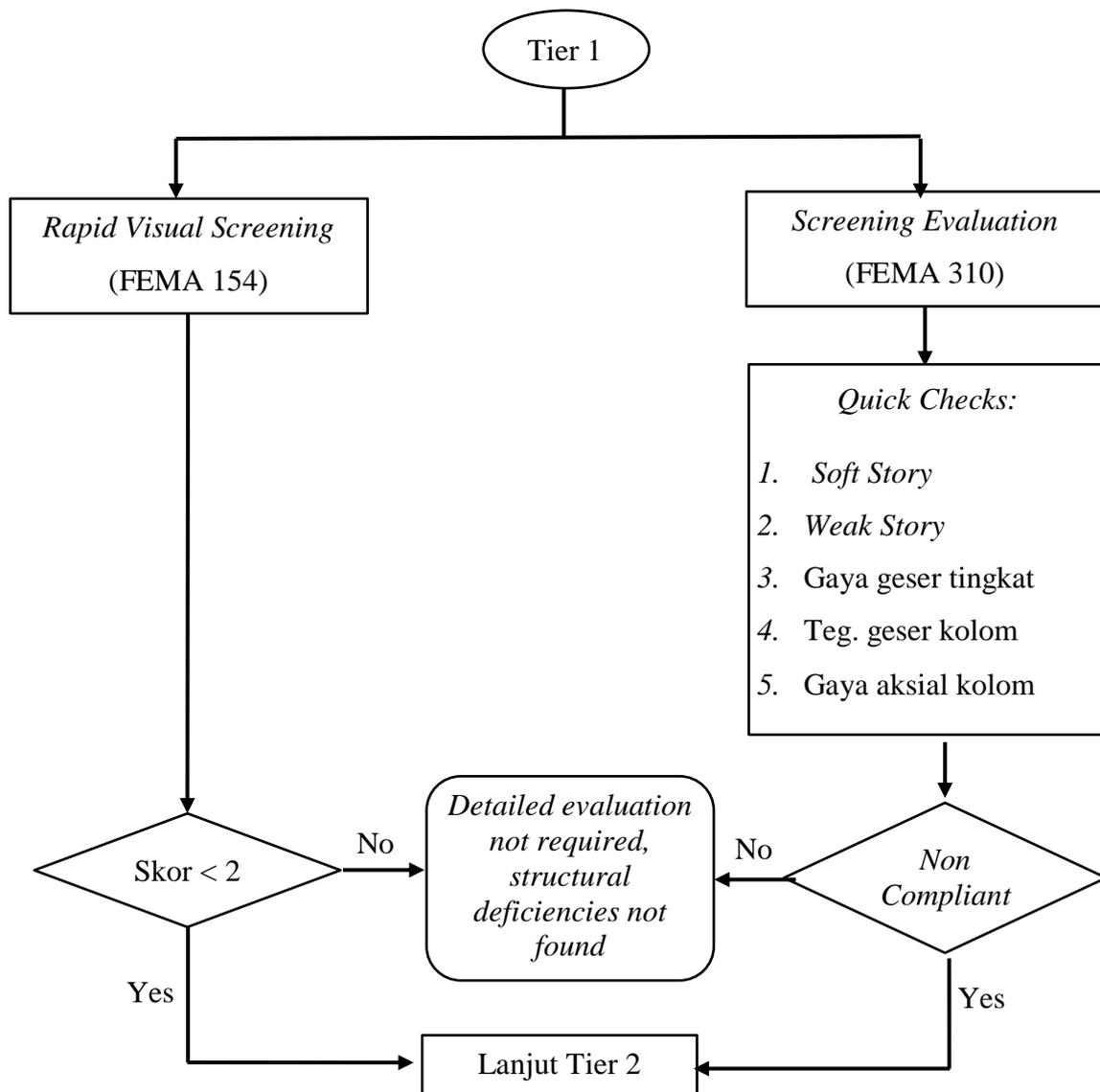


Gambar 4. 2 Permodelan struktur dengan portal *open frame 3D*

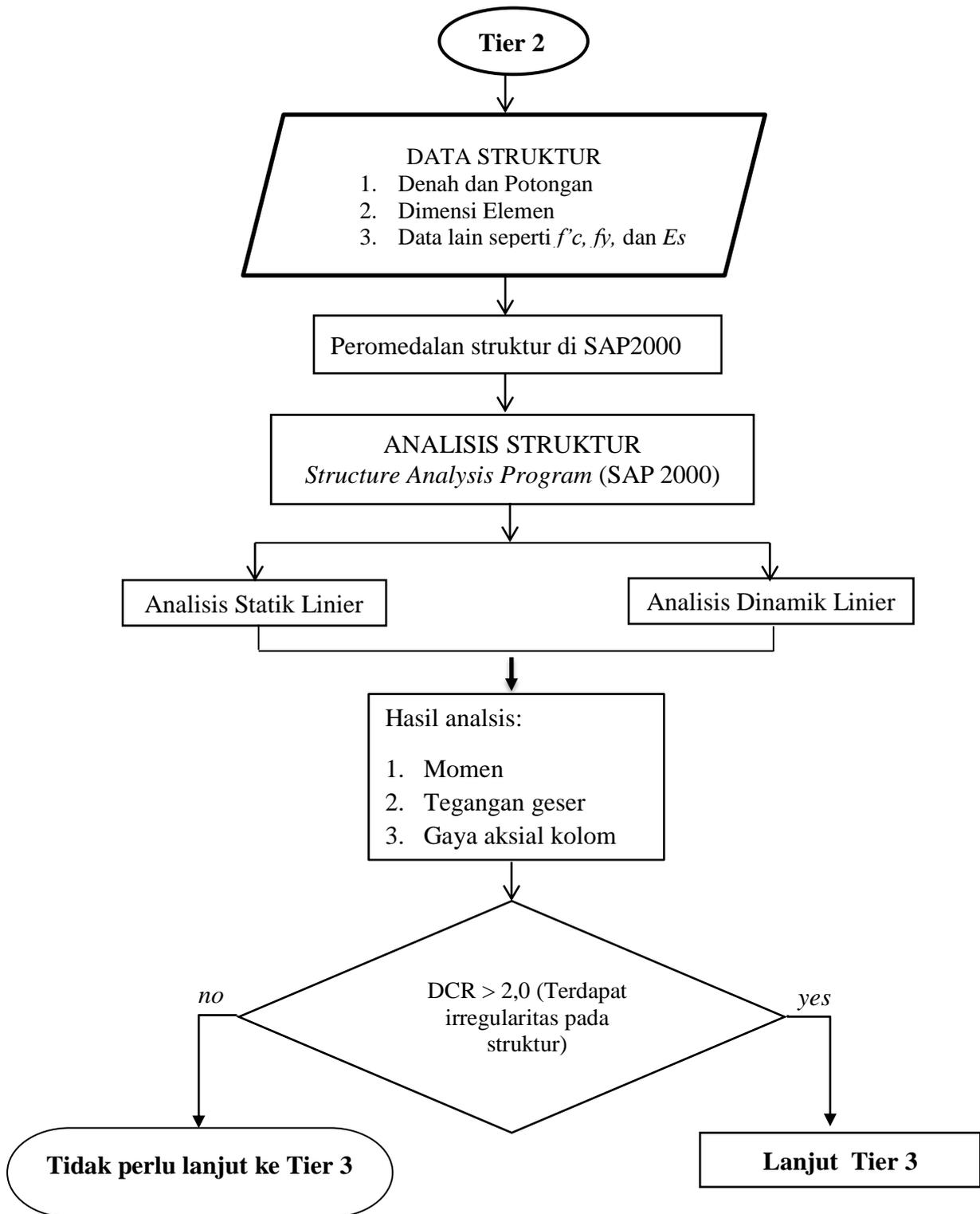
Diagram alir penelitian pada evaluasi kinerja struktur Bangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta terlihat pada Gambar 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



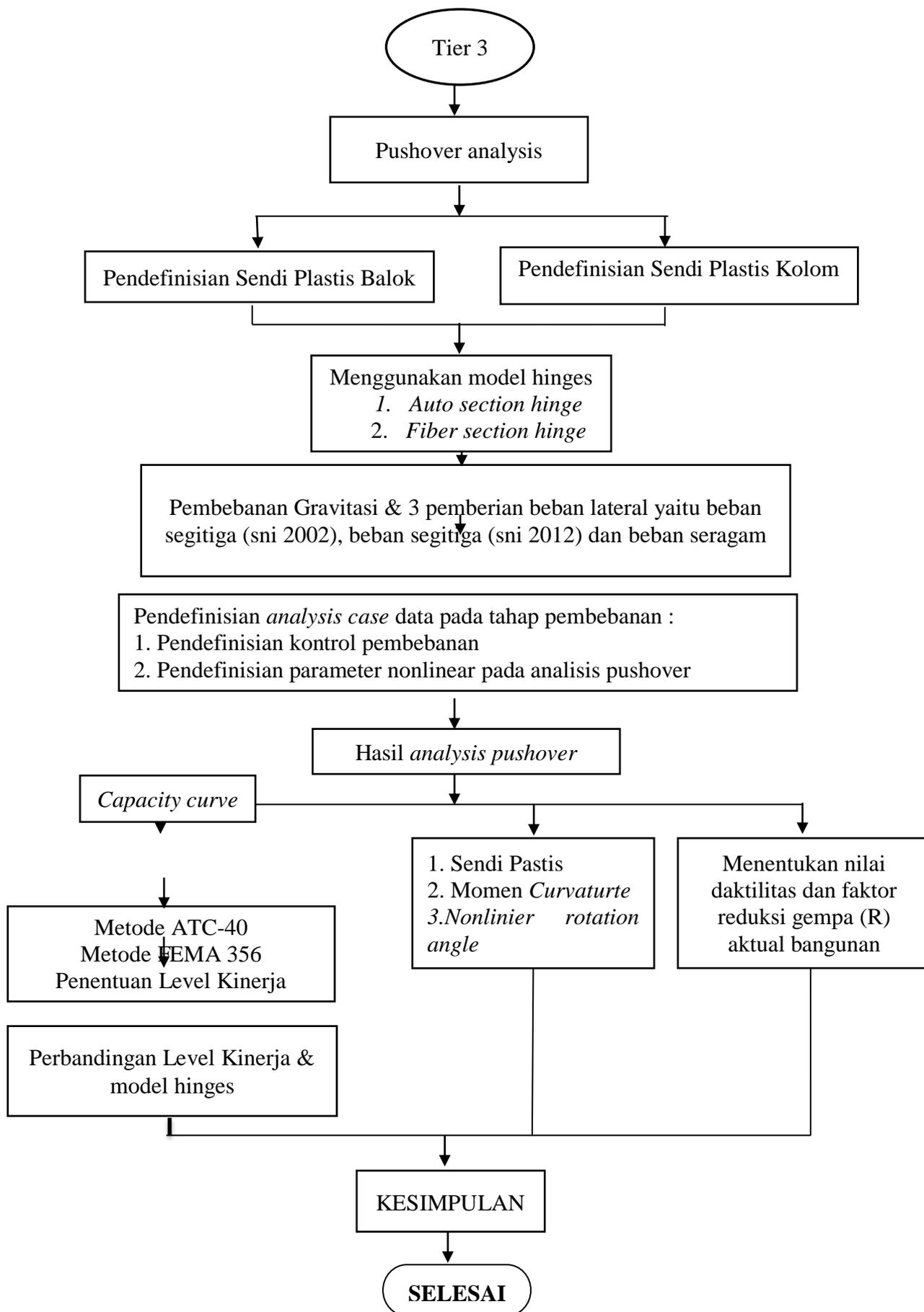
Gambar 4. 3 Diagram alir penelitian



Gambar 4. 4 Detail diagram Alir Penelitian, Tier 1



Gambar 4. 5 Detail diagram alir penelitian, Tier 2



Gambar 4. 6 Detail diagram alir penelitian, Tier 3