

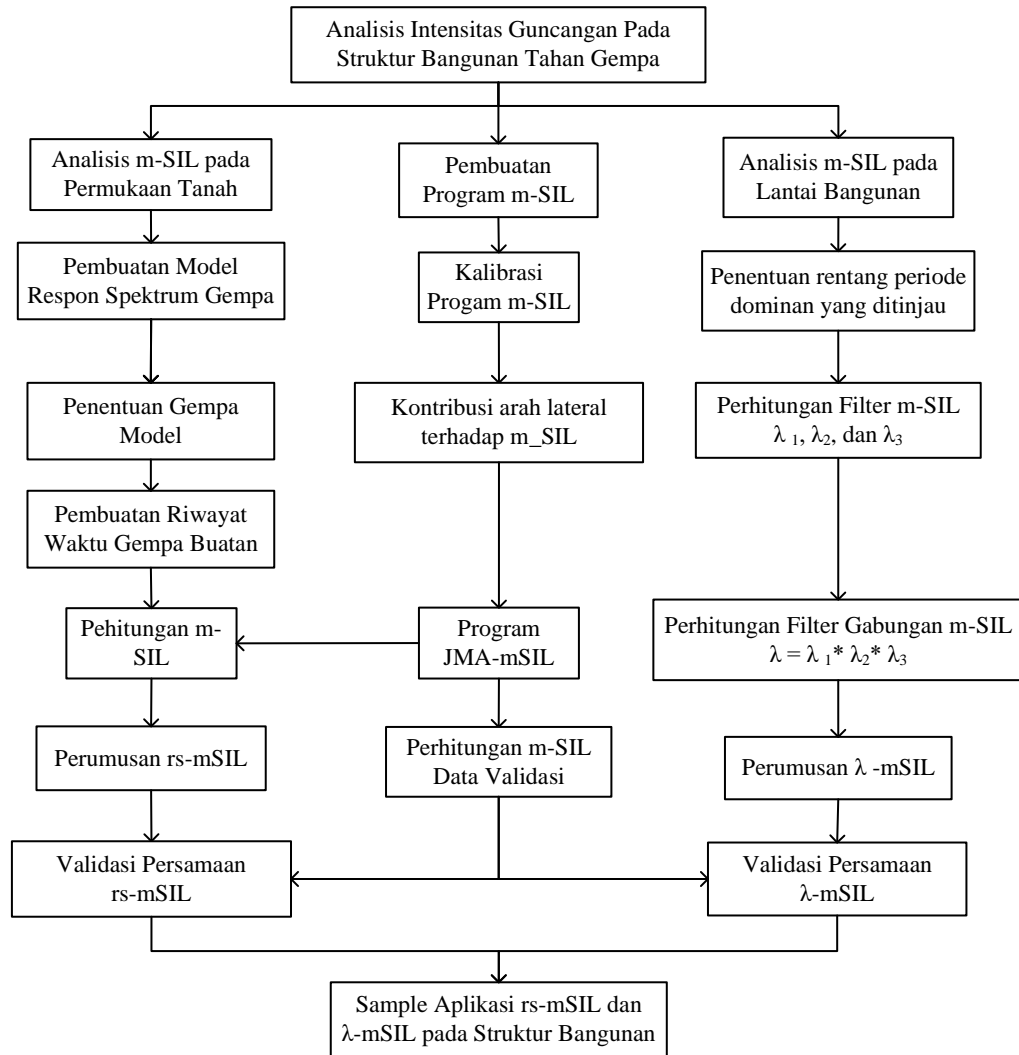
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan model perhitungan mSIL berdasarkan variabel respon spektrum untuk mSIL di permukaan tanah dan berdasarkan periode dominan struktur untuk mSIL diatas lantai bangunan. Secara umum penelitian ini dikelompokkan dalam dua bagian yaitu perumusan mSIL diatas permukaan tanah (rs_mSIL) dan perumusan mSIL pada lantai bangunan (lt_mSIL). Program JMA-mSIL adalah alat hitung mSIL berdasarkan standart JMA yang akan digunakan untuk merumuskan rs_mSIL dan lt_mSIL . Program JMA-mSIL juga digunakan untuk memvalidasi hasil perumusan rs_mSIL dan lt_mSIL . Tahap penyiapan data riwayat waktu meliputi penyusunan sample respon spektrum, dan pembuatan riwayat waktu. Perhitungan nilai mSIL menggunakan data riwayat waktu yang sudah dibuat sebelumnya. Untuk keperluan perhitungan mSIL dibuat program mSIL dengan menggunakan Matlab. Perumusan perhitungan mSIL menggunakan variabel respon spektrum dilakukan dengan metode regresi. Pada tahapan terakhir hasil perumusan rs_mSIL dan lt_mSIL diaplikasikan pada analisis guncangan pada struktur bangunan. Alur penelitian tersaji dalam Gambar 3.1

3.1 Pembuatan Program mSIL

Program mSIL merupakan program komputer yang dibuat untuk keperluan menghitung nilai mSIL berdasarkan riwayat waktu hasil perhitungan dengan software SeismoMatch. Program komputer dibuat dengan menggunakan Software MATLAB. Validasi dari program komputer yang dibuat dilakukan dengan membandingkan nilai mSIL hasil perumusan dengan mSIL aktual.



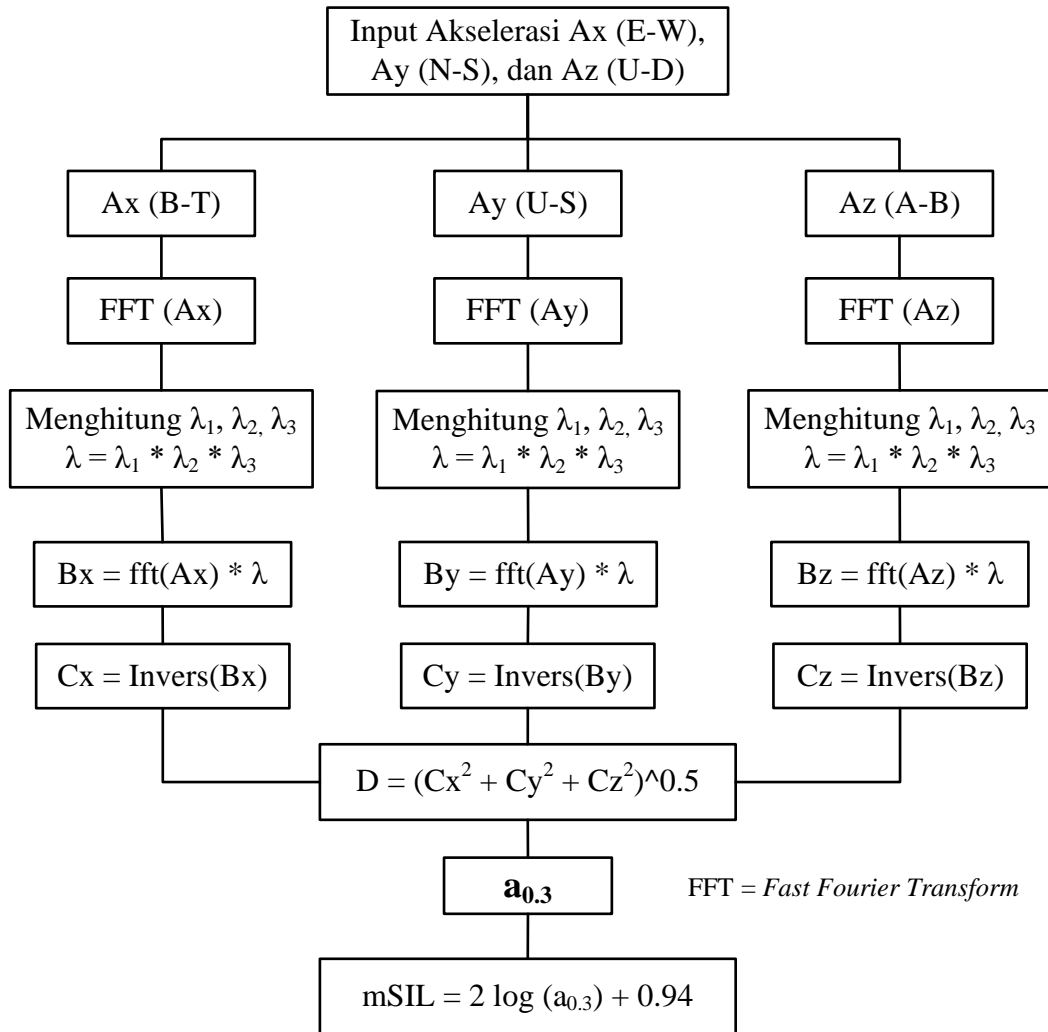
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.

3.1.1 Desain dan Pembuatan Program mSIL

Dasar yang digunakan untuk menghitung mSIL adalah persamaan yang dikembangkan oleh Yamazaki dkk (Shabestari and Yamazaki, 2001). Secara garis besar program mSIL meliputi 3 bagian utama, yaitu:

- a) Input data
- b) Program proses perhitungan mSIL
- c) Output program.

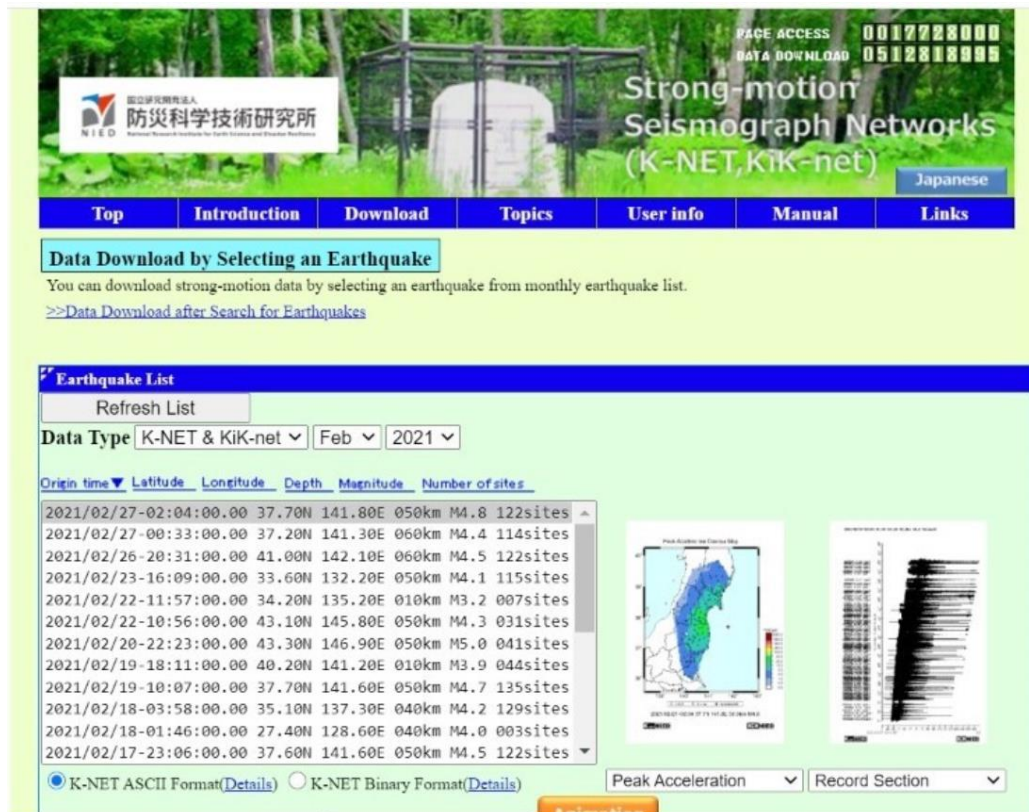
Diagram alur program disajikan pada Gambar 3.2. Program komputer akan menghitung nilai mSIL berdasar data yang telah diimpor untuk setiap titik koordinat untuk kondisi tanah keras, sedang dan lunak. Luaran dari running program ini adalah tabel nilai mSIL untuk setiap titik koordinat dengan tiga kondisi tanah.



Gambar 3.2. Diagram alir perhitungan mSIL.

3.1.2 Kalibrasi Program mSIL

Kalibrasi terhadap program mSIL dilakukan terhadap data gempa aktual di Jepang yang diunduh dari laman <https://www.kyoshin.bosai.go.jp> (Gambar 3.3). Hal ini dikarenakan data gempa Jepang tersebut lengkap dengan intensitas gempa. Validasi dilakukan pada setiap interval level SIL. Jika hasil perhitungan mSIL berdasarkan program memberikan nilai yang sama dengan data aktual gempa, maka program dapat digunakan untuk proses selanjutnya.



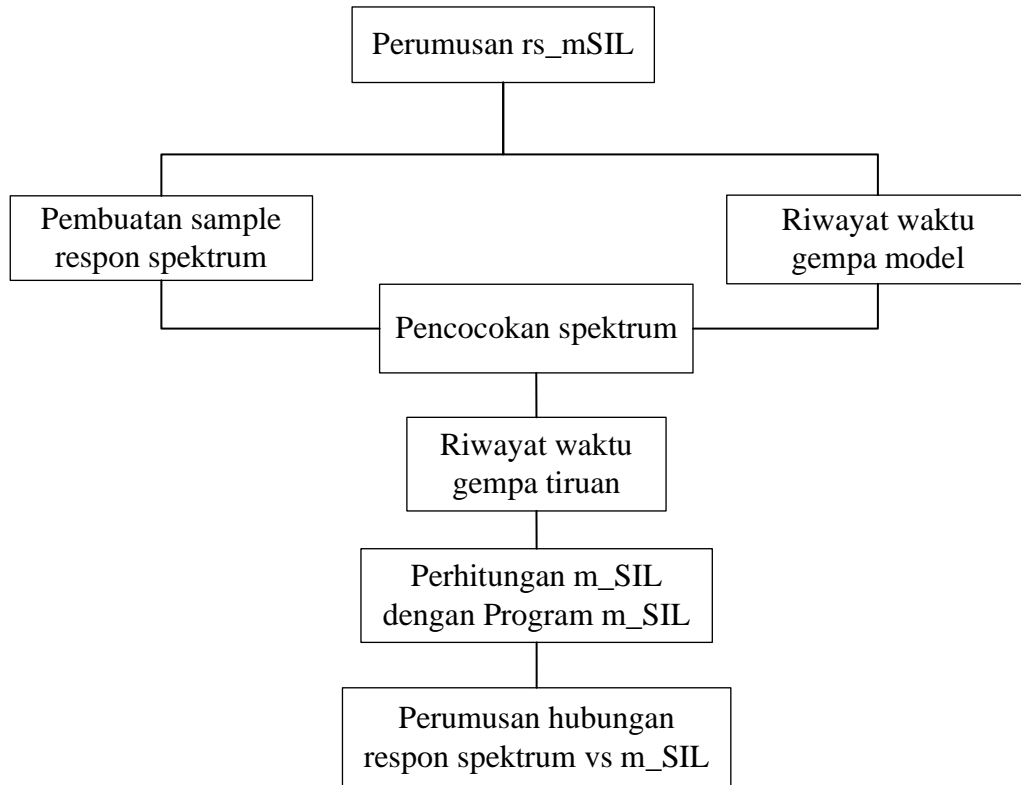
Gambar 3.3. Laman pengambilan data validasi mSIL (<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/>).

3.1.3 Kontribusi riwayat waktu arah lateral pada mSIL

Perhitungan mSIL pada dasarnya merupakan gabungan dari kontribusi riwayat waktu arah lateral dan arah vertikal. Namun didalam analisis linear riwayat waktu yang digunakan hanya riwayat waktu arah lateral. Dengan demikian perlu dilakukan modifikasi perhitungan mSIL jika hanya memperhitungkan arah lateral. Untuk itu perlu dilakukan analisis kontribusi riwayat waktu arah lateral terhadap nilai mSIL. Cara yang dilakukan adalah dengan menggunakan data kalibrasi program mSIL untuk menghitung kontribusi riwayat waktu aralah lateral (U-S dan B-T) dengan mengalikan koefisien nol (0) untuk arah vertikal (A-B) dalam perhitungan mSIL.

3.2 Perumusan rs_mSIL

Perumusan rs_mSIL dilakukan untuk mendapatkan persamaan mSIL berdasarkan variabel respon spektrum. Tahapan perumusan rs_mSIL meliputi running program mSIL, perumusan rs_mSIL , dan validasi rs_mSIL . Running program dilakukan dengan menggunakan software MATLAB, dengan inputan riwayat waktu hasil perhitungan SeismoMatch. Diagram alur perumusan rs_mSIL selengkapnya seperti Gambar 3.4



Gambar 3.4. Diagram alur perumusan mSIL.

3.2.1 Penentuan Model Respon Spektrum

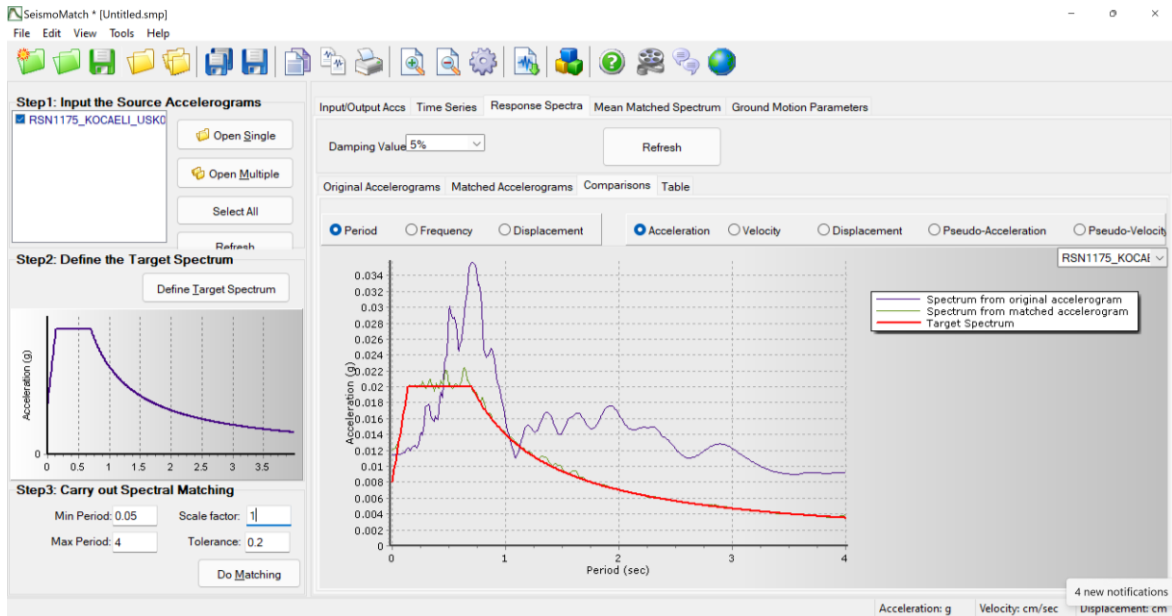
Model respon spektrum pada penelitian ini dibagi menjadi tujuh kelompok model. Pembagian kelompok berdasarkan nilai T_s . Nilai T_s yang digunakan untuk sampel respon spektrum adalah 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 dan 1,0 detik. Nilai konstanta S_a (K) bervariasi dari 0,02 g sampai dengan 2,0 g dengan interval 0,02 g untuk tiap model. Jumlah sampel respon spektrum tiap model adalah 100 buah, sehingga total sampel respon spektrum sebanyak 700 buah.

3.2.2 Pembuatan Riwayat Waktu Gempa Tiruan

Pembuatan riwayat waktu gempa tiruan dilakukan dengan metode *spectral matching*/pencocokan spektrum. Pencocokan spektrum dilakukan pada semua model respon spektrum dengan menggunakan software SeismoMatch. Pencocokan spektrum dilakukan terhadap riwayat waktu dua arah (U-S dan B-T) secara terpisah.

Software SeismoMatch melakukan penskalaan spektrum untuk mendapatkan nilai konvergensi terhadap respon spektrum target. Selanjutnya proses pembuatan riwayat waktu tiruan dilakukan untuk semua model gempa terhadap respon spektrum masing-masing

model. Ilustrasi pembuatan model riwayat waktu dengan metode pencocokan spektrum dengan software SeismoMatch disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Ilustrasi pencocokan spektrum dengan software SeismoMatch.

3.2.3 Running Program mSIL

Hasil riwayat waktu yang dibuat menggunakan software SeismoMatch selanjutnya akan dijadikan input gempa arah lateral pada program mSIL. Perhitungan nilai mSIL dilakukan untuk semua riwayat waktu gempa tiruan. Nilai mSIL dirata-ratakan berdasarkan respon spektrumnya.

3.2.4 Pengembangan Persamaan rs_mSIL

Pengembangan persamaan mSIL berdasarkan respon spektrum dilakukan untuk mendapatkan hubungan mSIL dengan koefisien K. Analisis dilakukan dengan cara regresi terhadap data hasil perhitungan mSIL untuk masing-masing model respon spektrum. Selanjutnya persamaan yang didapatkan disebut rs_mSIL .

3.2.5 Validasi Rumus rs_mSIL

Validasi rumus rs_mSIL dilakukan menggunakan data riwayat waktu gempa yang berbeda dengan data riwayat waktu gempa yang digunakan untuk pengembangan model. Validasi dilakukan terhadap respon spektrum sesuai dengan SNI 1726:2019. Kota yang digunakan untuk validasi ini adalah Jakarta, Padang, dan Yogyakarta. Gempa model merupakan gempa

yang disarankan berdasarkan analisis regresi untuk masing-masing kota. Jenis yang ditinjau dalam validasi ini adalah tanah keras, sedang, dan lunak.

3.3 Perumusan l_{t_mSIL}

Usulan metode mSIL pada bangunan dilakukan dengan modifikasi metode JMA, dimana faktor filter (λ_1 , λ_2 dan λ_3) seperti pada Persamaan 2.14, 2.15 dan 2.16 digantikan dengan sebuah parameter filter f . Parameter f dikembangkan dengan membuat persamaan regresi antara periode T dan perkalian λ_1 , λ_2 dan λ_3 . Tahapan perhitungan yang dilakukan dalam pengembangan persamaan f fungsi T adalah sebagai berikut:

- Menyusun data periode (T) dan frekuensi (f) dengan interval tertentu, dengan range T antara 0,1 sampai 2 detik.
- Menghitung nilai faktor filter λ_1 , λ_2 dan λ_3 pada bangunan gedung tingkat rendah dengan menggunakan Persamaan 2.14, 2.15 dan 2.16.
- Menghitung nilai nilai filter (λ) yang merupakan perkalian λ_1 , λ_2 dan λ_3 .
- Melakukan analisis regresi untuk membuat persamaan f fungsi T .

Setelah persamaan $f(T)$ didapatkan selanjutnya digunakan untuk mengembangkan persamaan mSIL menggunakan nilai f (l_{t_mSIL}). Formula usulan l_{t_mSIL} disajikan pada Persamaan 3.1. Diagram alur perumusan l_{t_mSIL} selengkapnya pada Gambar 3.6.

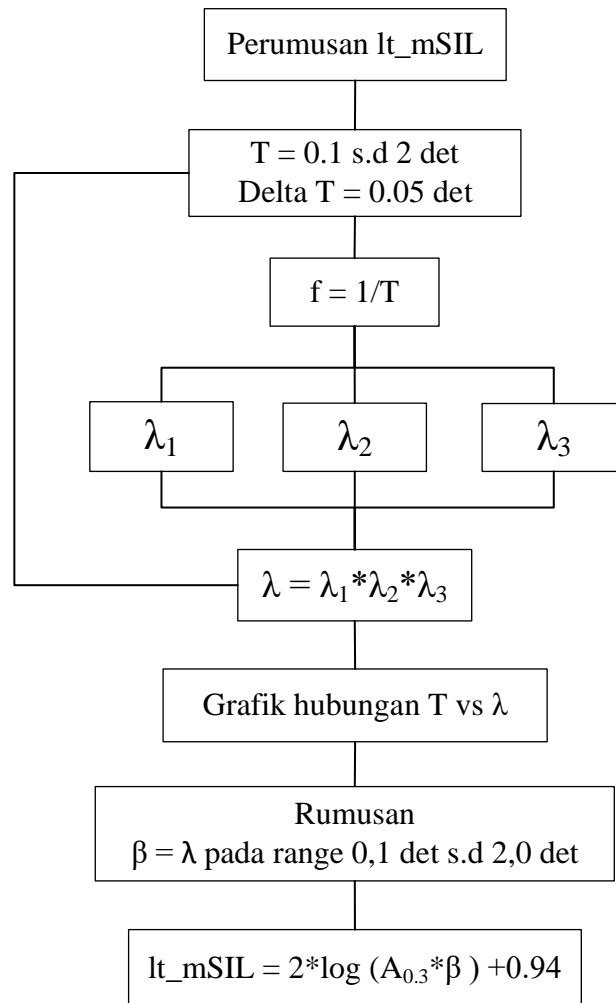
$$l_{t_mSIL} = 2\log (A_{0.3} * \beta) + 0,94 \quad (3.1)$$

Keterangan:

l_{t_mSIL} = mSIL pada lantai bangunan.

$A_{0.3}$ = akselerasi rangking ke $(1 + 0,3\text{det}/\Delta t)$ dari yang terbesar.

β = λ pada range 0,1 det s.d 2,0 det.



Gambar 3.6 Diagram alur perumusan It_mSIL.

3.4 Validasi It_mSIL

Validasi It_mSIL dilakukan pada struktur sederhana 3 lantai dengan variasi dimensi kolom sehingga menghasilkan nilai T yang berbeda-beda. Jumlah model struktur yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 model. Beban gempa yang digunakan pada validasi ini adalah riwayat waktu gempa Chichi (1999), Hector Mine (1999) dan Tohoku (2011) selengkapnya pada Tabel 4.15.

3.5 Aplikasi Metode Pada Bangunan

Aplikasi hasil penelitian rs_mSIL dan It_mSIL digunakan untuk menganalisis tingkat intensitas guncangan yang terjadi pada lantai dasar dan lantai di atasnya. Analisis riwayat waktu harus dilakukan untuk dapat dihitung intensitas guncangan pada tiap lantai. Respon riwayat waktu tiap lantai dianalisis dengan It_mSIL.

Struktur bangunan yang digunakan pada sampel aplikasi penelitian ini adalah struktur baja dua lantai yang berlokasi di Jakarta dengan kondisi tanah sedang. Analisis dilakukan pada intensitas guncangan yang terjadi pada tiap lantai akibat gempa tiruan berdasarkan respon spektrum target dan mSIL target.