

**ASTRA**  
polytechnic  
member of ASTRA

p-ISSN 2085-8507  
e-ISSN 2722-3280

# TECHNOLOGIC

VOLUME 13 NOMOR 2 | DESEMBER 2022

## POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email: [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## DEWAN REDAKSI Technologic

**Ketua Editor:**

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.

**Dewan Editor:**

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

**Mitra Bestari:**

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

**Administrasi:**

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

**Kantor Editor:**

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email : [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## **EDITORIAL**

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 13 No. 2, Edisi Desember 2022.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Desember 2022 kali ini berisi 13 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan semakin menurunnya kasus pandemi covid-19, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Selamat membaca!

## DAFTAR ISI

<b>PEMBUATAN STANDARISASI KERJA UNTUK MENGURANGI ANGKA <i>PRESETTING DEVIATION</i> PADA <i>LINE 9</i> PT SKF INDONESIA</b>	<b>81</b>
Nensi Yuselin, Elvin Valerian	
<b>IMPLEMENTASI METODE <i>QUALITY CONTROL CIRCLE</i> (QCC) UNTUK MEMPERCEPAT WAKTU PROSES PEMASANGAN SISTEM PENYANGGA UNIT MOTOR MATIC DI POLITEKNIK ASTRA</b>	<b>88</b>
Neilinda Novita Aisa, Muhamad Nur Andi W., Nicholas Ego Guarsa, Rohmat Setiawan, Faratiti Dewi Audensi, Rahayu Budi Prahara	
<b>OPTIMALISASI <i>BOOKING RATE</i> DENGAN MENINGKATKAN KONTRIBUSI INSTAGRAM DAN WHATSAPP DI AUTO2000 ZZZ</b>	<b>95</b>
Setia Abikusna, Lea Nika Fibriani	
<b>MENURUNKAN <i>CLAIM NEXT PROCESS REJECT PLATE R</i> CEMBUNG PADA PROSES PERAKITAN <i>CRANKSHAFT</i> MENGGUNAKAN METODE <i>EIGHT STEPS</i> DI PT XYZ</b>	<b>102</b>
Rohmat Setiawan, Dimensi Fara Safitri	
<b>PENGARUH PENGGUNAAN ALAT <i>WEIGHT IN MOTION</i> (WIM) TERHADAP BIAYA PEMELIHARAAN JALAN TOL CIPALI</b>	<b>110</b>
Kartika Setiawati, Syafiq Maulana Asvira	
<b>EVALUASI <i>QUANTITY TAKE OFF</i> PEKERJAAN ARSITEKTUR PROYEK CSR MASJID JAMI MEDAN SATRIA MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT 2020</b>	<b>116</b>
Sofian Arissaputra, Cintri Anjani Rahmada Putri, Febrian Adien Fahrezy	
<b>ANALISIS FAKTOR PENYEBAB SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK KONSTRUKSI</b>	<b>120</b>
Cintri Anjani Rahmada Putri, Sofian Arissaputra	
<b>ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN DINDING GESER METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE <i>STRUT AND TIE</i></b>	<b>126</b>
Sofian Arissaputra, Rhesma Nur Widyana	
<b>ANALISIS BIAYA PEKERJAAN ULANG KONSTRUKSI BERDASARKAN DATA EVALUASI DESAIN DENGAN SISTEM <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i></b>	<b>133</b>
Dica Rosmyanto, Lily Kholida, M. Heri Sukantara	
<b>EVALUASI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN <i>SHEAR PLATE SHEAR WALL</i> PENGGANTI CONCRETE <i>SHEAR WALL</i> TERHADAP TINGKAT KENYAMANAN BANGUNAN</b>	<b>140</b>
Gita Zakiah Putri, Muhammad Yusup Fiqri	

**PEMBUATAN AUTOMATIC TOOLS CHANGER FLUSH UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK  
PADA MESIN CNC MILLING** 145

Yohanes T. Wibowo, Faisal Amanullah, Vuko AT Manurung

**DESIGN OF WIRELESS CONTROL SYSTEMS AND NAVIGATION SYSTEMS ON THE AUTONOMOUS  
VEHICLES AT HEAVY EQUIPMENT COMPANY** 152

Heru Suprpto, Iqbal Nur Fauzi, Syahril Ardi, Agus Ponco

**IMPLEMENTASI DMAIC UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH PENUMPUKAN KERETA PRODUK  
REJECT PADA PROSES CRUSHING DI PT XYZ** 159

Agung Kaswadi, Fransiskus Aris, Dimas Arief Hidayat

## ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN DINDING GESER METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE *STRUT AND TIE*

Sofian Arissaputra<sup>1</sup>, dan Rhesma Nur Widyana<sup>2</sup>

1.Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail: sofian.arissaputra@polytechnic.astra.ac.id<sup>1</sup>, rhesmanurw@gmail.com<sup>2</sup>

*Abstract--Earthquake resistance on high rise building in general use structure element such as shear wall to resist combination of shear, flexure, and axial that caused by earthquake. Shearwall is vertical structure element designed for lateral force resistance or earthquake on building. With shearwall on a building, most of the earthquake load will be absorbed by it. This research is to show analysis of rebar demand on shear wall from 24<sup>th</sup> floor building in Jakarta using strut and tie and then will be compared by conventional method. The results have done by ETABS software and the modelling use free body diagram and the forces on the building will be analysed using simple truss analogy. Strut is element that received compression force and will be held by concrete, tie is element that received tension force and will be held by rebar. This research analysed 2 types of shearwall which are SW3 and SW4 using strut and tie methods and will be compared using conventional methods. Rebar that is analysed by strut and tie methods can save 1.701,93 kg which around Rp.38.033.000 in comparison than conventional method.*

*Keywords: concrete structure, shearwall, strut and tie, shear force, earthquake*

*Abstrak--Bangunan tinggi tahan gempa pada umumnya sering menggunakan elemen – elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan aksial yang timbul akibat beban gempa. Dinding geser adalah struktur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan. Dengan adanya dinding geser pada suatu bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut. Penelitian ini membahas analisis perencanaan dinding geser pada struktur gedung 24 lantai di Jakarta menggunakan metode strut and tie dan kemudian akan dibandingkan kebutuhan tulangan dengan metode konvensional. Analisis menggunakan bantuan software ETABS dan pemodelan menggunakan free body atas gaya-gaya yang bekerja pada struktur gedung yang kemudian elemen dinding geser ini dianalisis menggunakan analogi rangka batang. Strut adalah bagian yang menerima gaya tekan dan ditahan oleh material beton, sedangkan Tie adalah bagian yang menerima gaya tarik dan ditahan oleh baja tulangan. Penelitian ini menganalisis 2 jenis dinding geser pada struktur gedung yaitu SW3 dan SW4 menggunakan metode strut and tie dan dibandingkan dengan metode konvensional. Hasil perhitungan kebutuhan tulangan menggunakan metode strut and tie bisa menghemat 1.701,93 kg yang kira-kira sebesar Rp.38.033.000 dari metode konvensional.*

*Kata Kunci: struktur beton, dinding geser, strut and tie, gaya geser, gempa.*

### I. PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan penduduk yang cukup tinggi hal ini menyebabkan pertumbuhan pembangunan infrastruktur Gedung di Indonesia juga mengalami signifikan. Dengan demikian semakin banyak gedung – gedung bertingkat tinggi yang mendominasi. Bangunan bertingkat tinggi atau *high rise building* mempunyai landasan perencanaan yang harus direncanakan secara matang. Pada dasarnya *high rise building*, gaya – gaya pada kolom yang dihasilkan cukup besar untuk menahan beban gaya yang terjadi, oleh karena itu diperlukannya elemen – elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa.

Indonesia merupakan wilayah yang mempunyai potensi besar untuk terjadinya gempa. Gempa dapat mengakibatkan bangunan mengalami gerakan

horizontal dan vertikal, pada gaya horizontal, gaya gempa menyerang titik - titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan. Dinding geser (*shear wall*) adalah struktur vertikal yang direncanakan untuk menahan geser atau gaya lateral akibat gempa bumi. Dinding geser berperilaku sebagai balok lentur kantilever. Oleh karena itu, dinding geser juga bisa menahan lentur. Dinding geser dengan lebar yang besar akan menghasilkan daya tahan lentur dan geser yang sangat tinggi dan merupakan sistem struktur yang paling rasional dengan memanfaatkan sifat-sifat beton bertulang.

Menurut Harianto Harjasaputra (2002), *Strut and tie* adalah suatu teknik permodelan yang mendasarkan pada asumsi bahwa aliran gaya-gaya dalam struktur beton dan terutama pada daerah yang mengalami distorsi dapat didekati sebagai suatu rangka batang

yang terdiri dari strut (batang tekan atau penunjang) dan tie (batang tarik atau pengikat). *Strut and tie* merupakan resultan dari medan tegangan (*stress field*), dimana pada strut yang bekerja adalah betonnya, sedangkan tie yang bekerja adalah tulangan baja terpasang. Dari permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya maka dibuat suatu penilitan lanjutan mengenai Perencanaan *Strut and Tie Model* pada dinding Geser.

Ide penelitian ini diambil dari penelitian Ahmad Raihan Syah (2016) mengenai Analisis Perencanaan Dinding Geser dengan Metode *Strut and Tie Model*. Penelitian dari Raihan Syah (2016) meninjau struktur gedung tipe *low rise building* sedangkan penelitian ini adalah menganalisis struktur gedung tipe *high rise building* dengan jumlah lantai adalah 24 lantai.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada proses penelitian, pengumpulan data adalah tahapan pertama yang harus dilakukan. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan survei pada proyek yang ditinjau yang nantinya data- data yang didapatkan akan diolah kembali dan di analisis. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan data – data penunjang untuk bahan pertimbangan mendapatkan kesimpulan dari penelitian.

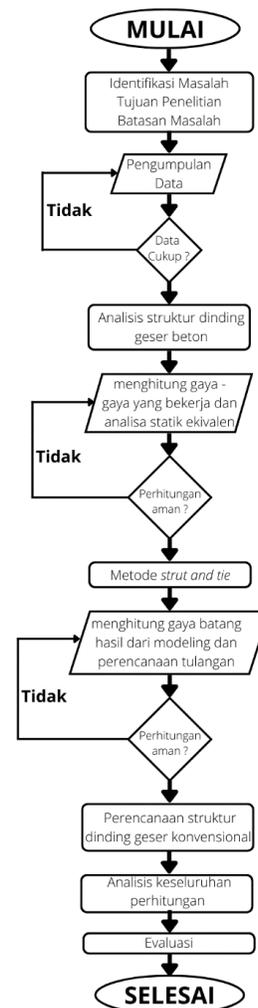
Pengumpulan data dari struktur gedung ini adalah dari spesifikasi material dan gedung ketika proyek konstruksi berlangsung. Kemudian dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi struktur yaitu ETABS, dan dilakukan analisis struktur dinding geser beton sehingga didapatkan kebutuhan tulangan menggunakan cara konvensional dan metode *strut and tie*.

Adapun semua parameter pada metode penelitian ini berdasarkan SNI yang berlaku saat ini, yaitu :

1. SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Badan Standarisasi Nasional Indonesia,
2. SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional Indonesia,
3. SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, dan
4. SNI 1726-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Kemudian untuk meninjau analisis perencanaan dinding geser dengan metode *strut and tie* model dan struktur dinding geser secara konvensional perlu

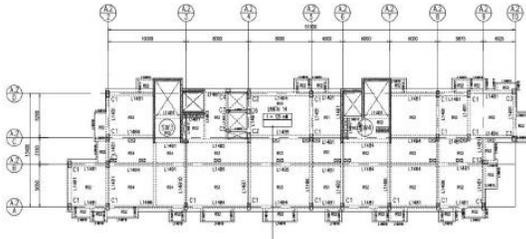
menggunakan aplikasi analisis struktur, yaitu ETABS. Pada tahapan metodologi penelitian hal yang pertama dilakukan yaitu identifikasi masalah, membuat tujuan masalah dan Batasan masalah, setelah itu akan dilakukan pengumpulan data, setelah selesai pengumpulan data yang cukup maka selanjutnya membuat *design* sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan dan juga menginput beban – beban yang bekerja seperti : perhitungan berat sendiri, beban hidup, berat bangunan perantai akibat beban hidup dan beban mati, setelah perhitungan beban yang bekerja maka menghitung Analisa statik ekuivalen dan juga gaya gempa yang terjadi. Apabila perhitungan sudah memenuhi syarat selanjutnya akan menghitung metode konvensional dan metode *strut and tie* dengan mengguakan acuan *design* yang dibuat sebelumnya. Selanjutnya mengevaluasi hasil dari kedua metode yang nantinya akan didapat kesimpulan dan saran. Berikut gambar 1 menggambarkan tahapan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

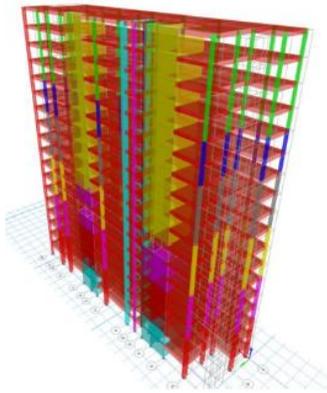
### III. HASIL DAN PERANCANGAN

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan analisis dinding geser menggunakan metode konvensional yang menggunakan program ETABS dan metode *strut and tie* pada SW3 dan SW4. Struktur gedung yang dianalisis adalah struktur beton bertulang 24 lantai dan analisis pada penelitian ini dimulai dari lantai tipikal yaitu lantai 7 sampai lantai 24. Berikut merupakan gambar denah struktur gedung yang ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Gambar Denah Struktur Gedung

Model struktur gedung 24 lantai ini dimodelkan menggunakan software ETABS yang bisa dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil Modelling 3 Dimensi

Mutu beton $f'c$	= 35 MPa
$E_c$	= 4730 * $\sqrt{55}$ = 27.983,1MPa (Modulus Elastisitas Beton)
Mutu Baja $F_y$	= 370 MPa
$F_{ys}$	= 240 Mpa
$E_c$	= 210.000 Mpa
Berat Jenis Beton $Y_b$	= 24 KN/m <sup>3</sup>
Berat Jenis Keramik $Y_k$	= 22 KN/m <sup>2</sup>
Tebal Plat Lantai	= 12 cm

Adapun beban yang bekerja pada pelat struktur gedung ini adalah:

A. Beban Hidup	
SNI 1272 – 2020 Beban Minimum	
Unit	= 1,92 kN/m <sup>2</sup>
Koridor Publik	= 4,79 kN/m <sup>2</sup>

#### B. Beban mati

Tegel	= 22	kg/m <sup>2</sup>
Spesi	= 21	Kg/m <sup>2</sup>
Pasir	= 16	Kg/m <sup>2</sup>

#### C. Beban Mati Pada Plat sendiri

Berat Plat Bangunan	= Tebal x BJ Beton x Luas
	= 2.169,84 kg
Plafond	= 11+7 = 18kg/m <sup>2</sup> x 695,46 m <sup>2</sup>
	= 12.518,28 kg
Tegel	= 0,02 x 2200
	= 22kg/m <sup>2</sup> x 695,46 m <sup>2</sup>
	= 30.600,24 kg
Spesi	= 0,03 x 2100
	= 63kg/m <sup>2</sup> x 695,46 m <sup>2</sup>
	= 43.813,98 kg
Pasir	= 0,05 x 1600
	= 64kg/m <sup>2</sup> x 695,46 m <sup>2</sup>
	= 55.636,8 kg
Total Berat Plat ditambah berat finishing	= 144.739,1352 kg

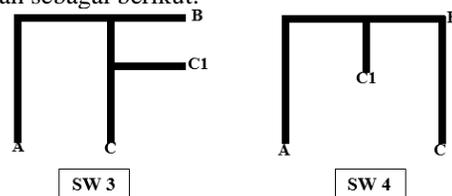
Adapun perhitungan berat sendiri balok adalah sebagai berikut:

Berat Sendiri Balok	
Balok 40/60	= 174.917 kg
Balok 25/40	= 2.496 kg
Balok 20/40	= 998,4 kg
Berat Balok	= 178.411 kg

Sedangkan perhitungan kolom diambil dari lantai 7 karena kita meninjau 1 tower untuk struktur gedung ini dan penelitian ini dimulai dari lantai 7. Untuk perhitungan berat sendiri kolom dari lantai 7 adalah sebagai berikut:

Kolom (Lantai 7-Lantai 10)	= 104.986 kg
Kolom (Lantai 11-Lantai 13)	= 103.872 kg
Kolom (Lantai 14-Lantai 16)	= 103.066 kg
Kolom (Lantai 17-Lantai 19)	= 102.912 kg
Kolom (Lantai 20-Lantai 21)	= 102.512 kg
Kolom (Lantai 22-Lantai Atap)	= 102.205 kg

Untuk perhitungan berat dinding geser yang bisa dilihat model dari SW3 dan SW4 pada gambar 4 adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Pemodelan SW3 dan SW4

Lantai 7-Lantai 9 (tebal dinding = 350 mm)  
Total SW3 = 274,176 kN  
Total SW4 = 248,640 kN

Lantai 10-Lantai 12 (tebal dinding = 300 mm)  
Total SW3 = 235,008 kN  
Total SW4 = 213,120 kN

Lantai 13-Lantai 15 (tebal dinding = 250 mm)  
Total SW3 = 195,840 kN  
Total SW4 = 177,600 kN

Lantai 16-Lantai Atap (tebal dinding = 200 mm)  
Total SW3 = 156,672 kN  
Total SW4 = 142,080 kN

Untuk perhitungan berat sendiri atap / kuda-kuda  
Plafond = 18 kg/ m<sup>2</sup>  
= Luas Bangunan x 18 kg/ m<sup>2</sup>  
= 695,46 x 18 kg/ m<sup>2</sup>  
= 12.518,28 kg  
Berat dll 10% = 1.251,828 kg  
Total = 13.770,11 kN

Selanjutnya dihitung berat total semua lantai akibat beban mati adalah 2.028.072,084 kN dan berat total setiap lantai akibat beban hidup sesuai SNI 1727-2020 yang mengatur beban minimum adalah 30% dari luas lantai berdasarkan fungsi lantai dan didapat setiap lantai adalah 1.399,96 kN. Dari perhitungan untuk semua lantai gedung yang ditinjau, distribusi beban mati dan hidup total bisa dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Distribusi Total Beban Setiap Lantai

Tingkat	Beban Mati					Beban Hidup
	Balok	Kolom	Pelat	Dinding Geser	Atap	
	KN	KN	KN	KN	KN	KN
Atap	1.774,13	102.205,44	1.447,39	298,75	13.770,108	2.560,56
24	1.774,13	102.205,44	1.447,39	298,75		1.399,96
23	1.774,13	102.205,44	1.447,39	298,75		1.399,96
22	1.774,13	102.205,44	1.447,39	298,75		1.399,96
21	1.774,13	102.512,64	1.447,39	298,75		1.399,96
20	1.774,13	102.512,64	1.447,39	298,75		1.399,96
19	1.774,13	102.912	1.447,39	298,75		1.399,96
18	1.774,13	102.912	1.447,39	298,75		1.399,96
17	1.774,13	102.912	1.447,39	298,75		1.399,96
16	1.774,13	103.065,6	1.447,39	298,75		1.399,96
15	1.774,13	103.065,6	1.447,39	373,44		1.399,96
14	1.774,13	103.065,6	1.447,39	373,44		1.399,96
13	1.774,13	103.872	1.447,39	373,44		1.399,96
12	1.774,13	103.872	1.447,39	448,13		1.399,96
11	1.774,13	103.872	1.447,39	448,13		1.399,96
10	1.774,13	104.985,6	1.447,39	448,13		1.399,96
9	1.774,13	104.985,6	1.447,39	522,82		1.399,96
8	1.774,13	104.985,6	1.447,39	522,82		1.399,96
7	-	104.985,6	-	522,82		0,00
	31.934,30	1.963.338,24	26.053,04	7.020,672	13.770,108	26.359,90

### 1. Analisis Statik Ekuivalen

Fungsi bangunan : Apartment (Unit & Koridor)

Jenis tanah : Lunak

Ec : 27.983,057 Mpa

Mutu Baja BJ 37 : 370 Mpa

Fys : 240 Mpa

Ec : 200.000 Mpa

Jenis tanah sedang sesuai dengan SNI 1727 – 2020  
Faktor keutamaan (I) untuk gedung *apartment* / rumah susun = 1,0

Penentuan periode berdasarkan tabel 18 SNI 1726-2019 dan didapat periode fundamental struktur 24 lantai yang dianalisis adalah 1,88 detik. Selanjutnya untuk koefisien respon seismik (Cs) sebesar 0,0838.

Kemudian untuk penentuan eksponen (K) pada penelitian ini adalah dengan interpolasi berdasarkan SNI adalah sebagai berikut :

- untuk struktur dengan  $T \leq 0,5$  detik, = 1
- untuk struktur dengan  $T \geq 2,5$  detik, = 2
- untuk struktur dengan  $0,5 < T < 2,5$  detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

Dilakukan interpolasi didapat nilai X = 1,7 yang dimasukkan pada perhitungan menggunakan persamaan (1) untuk menghitung distribusi vertikal gaya seismik berikut:

$$F_x = C_{vx} V \quad (1)$$

Untuk perhitungan gaya gempa setiap lantai bisa dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan Gaya Gempa (Statik Ekuivalen) Setiap Lantai

Tingkat	h	$\sum_{i=1}^n h_i$	W	h <sup>k</sup>	W x h	C <sub>vx</sub>	V	F (Gempa)
Atap	3,2	60,8	108.286,27	7,22	782.219,01	0,05	9.068,98	478,27
24	3,2	57,6	107.125,67	7,22	773.835,28	0,05	8.971,78	468,08
23	3,2	54,4	107.125,67	7,22	773.835,28	0,05	8.971,78	468,08
22	3,2	51,2	107.125,67	7,22	773.835,28	0,05	8.971,78	468,08
21	3,2	48	107.432,87	7,22	776.054,37	0,05	8.997,50	470,76
20	3,2	44,8	107.432,87	7,22	776.054,37	0,05	8.997,50	470,76
19	3,2	41,6	107.832,23	7,22	778.939,20	0,05	9.030,95	474,27
18	3,2	38,4	107.832,23	7,22	778.939,20	0,05	9.030,95	474,27
17	3,2	35,2	107.832,23	7,22	778.939,20	0,05	9.030,95	474,27
16	3,2	32	107.985,83	7,22	780.048,75	0,05	9.043,81	475,62
15	3,2	28,8	108.060,52	7,22	780.588,26	0,05	9.050,07	476,28
14	3,2	25,6	108.060,52	7,22	780.588,26	0,05	9.050,07	476,28
13	3,2	22,4	108.866,92	7,22	786.413,39	0,05	9.117,60	483,42
12	3,2	19,2	108.941,61	7,22	786.952,91	0,05	9.123,86	484,08
11	3,2	16	108.941,61	7,22	786.952,91	0,05	9.123,86	484,08
10	3,2	12,8	108.941,61	7,22	786.952,91	0,05	9.123,86	484,08
9	3,2	9,6	110.129,90	7,22	795.536,65	0,05	9.223,38	494,70
8	3,2	6,4	110.129,90	7,22	795.536,65	0,05	9.223,38	494,70
7	3,2	3,2	105.234,24	7,22	760.172,29	0,05	8.813,37	451,69
			2.053.318,38	137,25	1.483.239,17	1,00	171.965,41	9.051,76

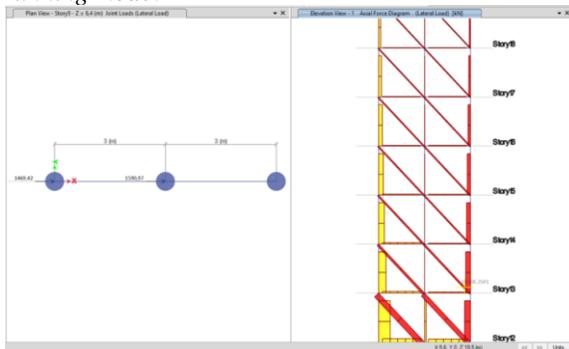
Sistem struktur yang dipakai pada gedung 24 lantai pada penelitian ini adalah Sistem Dinding Beton Bertulang yang dipikul bersama oleh dinding geser dan rangka secara proporsional dimana dinding geser memikul 75% dari gaya lateral yang terjadi. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa beban yang dipikul oleh dinding geser pada gedung ini tidak lebih dari 75%.

Tabel 3. Perbandingan Beban Lateral Dinding Geser dan Seluruh Gedung

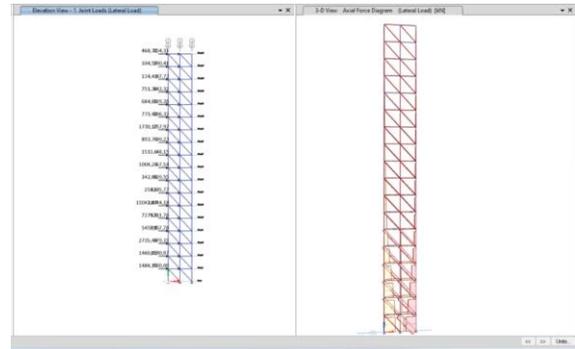
Lantai	V1 (Shear Wall)	V2 Seluruh	V1/V2
Atap	-1.123,02	-2.246,05	50%
Lantai 24	-494,93	-989,86	50%
Lantai 23	46,68	93,35	50%
Lantai 22	308,99	617,99	50%
Lantai 21	355,41	710,82	50%
Lantai 20	383,09	766,19	50%
Lantai 19	1.472,19	2.944,39	50%
Lantai 18	803,53	1.607,05	50%
Lantai 17	1.561,75	3.123,50	50%
Lantai 16	936,74	1.873,49	50%
Lantai 15	1.272,24	2.544,48	50%
Lantai 14	-4.489,37	-8.978,73	50%
Lantai 13	-97,99	-195,99	50%
Lantai 12	-1.568,03	-3.136,07	50%
Lantai 11	-2.502,03	-5.004,06	50%
Lantai 10	-1.756,29	-3.512,57	50%
Lantai 9	-121,55	-243,10	50%
Lantai 8	554,11	1.108,21	50%

## 2. Hasil Analisis Strut and Tie

Setelah mendapatkan hasil dari gaya-gaya dari *modelling* struktur gedung diantaranya gaya normal, geser dan momen yang dikeluarkan pada aplikasi ETABS maka selanjutnya memodelkan *strut and tie* dengan menginput gaya – gaya tersebut yang nantinya akan menghasilkan data – data besar gaya normal yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan perencanaan tulangan. Berikut dapat dilihat pada gambar 4 hasil dari *modelling strut and tie* dan gambar 5 merupakan hasil *modelling strut and tie* ketika *running mode*.



Gambar 5. Hasil Modelling Strut and Tie



Gambar 6. Hasil Modelling Strut and Tie Saat Running Mode

### Perencanaan Tulangan Strut and Tie

- Tie pada batang Tegak untuk Lantai 10 SW3

$$A_t = \frac{S_1 S_1}{F_y \cdot \theta F_y \cdot \theta} = \frac{157,102(1000)157,102(1000)}{0,75 \times 400 \quad 0,75 \times 400} = 523,67 \text{ mm}^2$$

Pakai = 25 mm  
Dipakai 2 25 (As = 982,14 mm<sup>2</sup>)

- Tie Pada Batang Horizontal untuk Lantai 10 SW3

$$A_t = \frac{S_2 S_2}{F_y \cdot \theta F_y \cdot \theta} = \frac{502,7(1000)502,7(1000)}{0,75 \times 400 \quad 0,75 \times 400} = 1675,67 \text{ mm}^2$$

Pakai = 25 mm  
Dipakai 2 25 (As = 982,14 mm<sup>2</sup>)  
Pemeriksaan Strut tekan

$$F_{cu} = (0,85) (0,75) (\beta_s \beta_s) (f'c) = (0,85) (0,75) (1) (35) = 22,3125 \text{ Mpa}$$

- Lebar strut batang SW3 S110

$$S_{21} = \frac{S_{21} S_{21}}{F_{cu} \cdot \theta b F_{cu} \cdot \theta b} = \frac{157,102(1000)157,102(1000)}{22,3125 \times 350 \quad 22,3125 \times 350} = 20,17 \text{ mm}$$

Ambl 25 mm

Maka semua *strut* berada didaerah region berarti diterima. Distribusi tulangan minimum dapat dianalisis menggunakan analisis analogi rangka batang.

- Tie pada batang Tegak untuk Lantai 10 SW4

$$A_t = \frac{S_1 S_1}{F_y \cdot \theta F_y \cdot \theta} = \frac{161,41(1000)161,41(1000)}{0,75 \times 400 \quad 0,75 \times 400} = 538,03 \text{ mm}^2$$

Pakai = 20 mm  
Dipakai 2 20 (As = 628 mm<sup>2</sup>)

- *Tie* Pada Batang Horizontal untuk Lantai 10 SW4

$$A_t = \frac{S_2 \cdot S_2}{F_y \cdot \theta F_y \cdot \theta} = \frac{44,48(1000)44,48(1000)}{0,75 \times 400 \cdot 0,75 \times 400} = 148,82 \text{ mm}^2$$

Pakai = 20 mm  
Dipakai 2 20 ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )  
Pemeriksaan Strut tekan

$$F_{cu} = (0,85) (0,75) (\beta_s \beta_s) (f'_c)$$

$$= (0,85) (0,75) (1) (35)$$

$$= 22,3125 \text{ Mpa}$$

- Lebar strut batang S9 SW4

$$= \frac{S_{21} \cdot S_{21}}{F_{cu} \cdot \theta b F_{cu} \cdot \theta b} = \frac{121,65(1000) 121,65(1000)}{22,3125 \times 350 22,3125 \times 350} = 15,58 \text{ mm}$$

Ambil 20 mm

Maka semua *strut* berada didaerah region berarti diterima. Selanjutnya adalah perhitungan untuk penulangan horizontal dan vertikal untuk dinding geser SW3 dan SW4.

1. Penulangan Horizontal SW3

$$A_h \geq 0,0025 \text{ bw.sh (Asumsi spasi 300 mm) (I)}$$

$$\text{Minimal } A_h = 0,0025 \times 6525 \times 300$$

$$= 4893,75 \text{ mm}^2 \sim \sim 9,97 \rightarrow \rightarrow 10$$

Tulangan yang dipakai

$$\frac{11}{44} \times \pi \pi \times 25 \times 25 = 490,625 \text{ mm}^2$$

Pakai 2 D25 – 300 mm  
Jadi memakai 20 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.  
 $A_h \geq 0,0025 \text{ bw.sh (Asumsi spasi 300 mm) (II)}$   
Minimal  $A_h = 0,0025 \times 2875 \times 300$

$$= 2156,25 \text{ mm}^2 \sim \sim 4,39 \rightarrow \rightarrow 5$$

Tulangan yang dipakai

$$\frac{11}{44} \times \pi \pi \times 25 \times 25 = 490,625 \text{ mm}^2$$

Pakai 2 D25 – 300 mm

Jadi memakai 10 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.

2. Penulangan Vertikal SW3

$$A_v \geq 0,0015 \text{ bw.sh}$$

$$A_v \geq 0,0015 \times 6400 \times 300 = 2880 \text{ mm}^2$$

$$A_v = 5,87 \text{ mm}^2 \rightarrow \rightarrow 6 \text{ Tulangan yang dipakai}$$

Pakai 2 D25 -300 mm  
Jadi memakai 12 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.

3. Penulangan Horizontal SW4

$$A_h \geq 0,0025 \text{ bw.sh (Asumsi spasi 300 mm)}$$

$$\text{Minimal } A_h = 0,0025 \times 5200 \times 300$$

$$= 3.900 \text{ mm}^2 \sim \sim 7,94 \rightarrow \rightarrow 8$$

Tulangan yang dipakai

$$\frac{11}{44} \times \pi \pi \times 25 \times 25 = 490,625 \text{ mm}^2$$

Pakai 2 D25 – 300 mm  
Jadi memakai 16 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.

4. Penulangan Vertikal SW4

Penulangan vertikal 1

$$A_v \geq 0,0015 \text{ bw.sh}$$

$$A_v \geq 0,0015 \times 6400 \times 300 = 2880 \text{ mm}^2$$

$$A_v = 5,87 \text{ mm}^2 \rightarrow \rightarrow 6 \text{ Tulangan yang dipakai}$$

Pakai 2 D25 -300 mm  
Jadi memakai 12 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.  
 $A_v \geq 0,0015 \text{ bw.sh}$   
 $A_v \geq 0,0015 \times 3200 \times 300 = 1440 \text{ mm}^2$   
 $A_v = 2,93 \text{ mm}^2 \rightarrow \rightarrow 3 \text{ Tulangan yang dipakai}$   
Pakai 2 D25 -300 mm  
Jadi memakai 6 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm.

Setelah perencanaan tulangan *strut and tie* diatas dan sudah melakukan pengecekan tulangan dengan hasil masih bisa menerima geser dari *shear wall* sendiri. Digunakan tulangan horizontal yaitu 30 tulangan memakai diameter 25 dengan spasi 300 mm. dan untuk vertikal memakai 12 tulangan diameter 25 dengan spasi 300 mm. Pada prinsipnya, untuk menghitung berat besi dan perbandingannya volumenya didapatkan dari rumus asal volume tabung ( $\text{m}^3$ ) dikali dengan berat jenis baja ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Berat besi tulangan per 1m bisa dihitung menggunakan persamaan (2)

$$\text{Berat besi} = 0,25 \times \pi \times D^2 \times 1 \times \text{Berat Jenis} \sqrt{55}$$

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan konvensional dan menggunakan metode *strut and tie*, didapat hasil pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Kebutuhan Tulangan

No	Metode	Volume / Harga Besi	Penghematan
1	Konvensional	3905,74 Kg	1701,93 Kg
2	<i>Strut and Tie</i>	2203,81 Kg	
1	Konvensional	Rp. 134.418.000	Rp. 38.033.000
2	<i>Strut and Tie</i>	Rp. 96.385.000	

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan:

Dalam perencanaan dinding geser dengan metode *Strut and tie model*, perbandingan volume tulangan lebih ekonomis dan efisien menggunakan metode *Strut and tie model* daripada konvensional. Dari hasil penelitian didapat volume tulangan konvensional yaitu 6287,95 Kg dengan mendapatkan perhitungan harga sebesar Rp. 273.004.000, sedangkan untuk volume tulangan *strut and tie* yaitu 2203,81 Kg dengan mendapatkan perhitungan harga sebesar Rp. 96.385.000.

Penelitian ini masih mengambil 2 jenis dinding geser, yaitu SW3 dan SW4, sedangkan di pemodelan struktur ada 4 jenis dinding geser, jadi diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk memperhitungkan lebih detail mengenai kebutuhan tulangan keseluruhan dinding geser.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Raihan Syah, A. A. (2017). *Analisis Perencanaan Dinding Geser dengan Metode Strut and Tie Model (Studi Kasus Gedung Teknologi Informatika Politeknik Negeri Jember)*. 1-10.
- [2] Author. (2019). *SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [3] Author. (2019). *SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [4] Author. (2019). *SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [5] Author. (2020). *SNI 1726-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [6] Hardjasaputra, H. (2015). *Evoluationary Structural Optimazation As Tool in Finding Strut and Tie Models For Designing Reinforced Concrete Deep Beam*. The 5<sup>th</sup> International Concrete Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5), Elseiver Ltd.