

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR RUMAH SUSUN DI KEDUNGWARU KABUPATEN TULUNGANGUNG

Catur Alkautsar I.J.¹, Nawir Rasidi², Akhmad Suryadi³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹catur.alkautsar@yahoo.com, ²nawir.rasidi@polinema.ac.id, ³akhmadsuryadi1@gmail.com

ABSTRAK

3.904-m² total luas bangunan rumah susun di Kedungwaru Tulungagung terdiri dari 5 lantai. Super dan substruktur menggunakan beton bertulang. Perancangan ulang struktur atap baja ringan menjadi beton dibuat dengan tujuan untuk menentukan elemen-elemen struktural bangunan, merencanakan metode pelaksanaan, dan memperkirakan biaya pekerjaan atap, bangunan super, dan bangunan bawah. Data yang diperlukan adalah penggambaran, spesifikasi teknis dari struktur, tanah, dan harga satuan kerja (HSPK) Tulungagung 2019. Etab 17, AutoCAD 2017, Microsoft Office, dan Microsoft Project diterapkan untuk memproses data. Metode kuantitatif dengan coba-coba adalah untuk menentukan diameter dan jumlah tulangan yang tepat. Desain ulang menghasilkan tulangan ϕ 10-200 untuk pelat setebal 130mm; 5D13 untuk 250/450 balok; 10D16 untuk 300/500 kolom; 2D10-300 untuk *shearwall* setebal 250mm; 8D16 untuk diameter tiang bosan 400mm dengan kedalaman 9m; D19-100 untuk pile cap persegi 1800mm dengan kedalaman 700mm; bottom-up mulai dari ketinggian 0m hingga + 16.2m; pada Rp7.942.566.211,23.

Kata kunci: desain ulang, beton bertulang, biaya pekerjaan struktur, dari bawah ke atas

ABSTRACT

3,904-m² the total building area of Rumah Susun in Kedungwaru Tulungagung consist of 5 floors. The super and substructures used reinforced concrete. The redesign of light-steel-roof structure into concrete was made with the purpose to determine the structural elements of the building, to plan the implementation method, and to estimate the cost of the work of roof, super, and sub structures. The required data were of shopdrawings, technical specifications of the structure, soil, and work unit price (HSPK) of Tulungagung 2019. Etab 17, AutoCAD 2017, Microsoft Office, and Microsoft Project were applied to process the data. The quantitative method with trial and error was to determine the diameter and quantity of the proper reinforcement. The redesign resulted in reinforcement ϕ 10-200 for slab of 130mm thick; 5D13 for 250/450 beam; 10D16 for 300/500 column; 2D10-300 for *shearwall* of 250mm thick; 8D16 for bored pile diameters 400mm with depth 9m; D19-100 for pile cap square 1800mm with depth 700mm; bottom-up starting from the elevation of 0m to +16.2m; at IDR7,942,566,211.23.

Keywords: redesign, reinforced concrete, cost of structural work, bottom-up

1. PENDAHULUAN

Rusun (rumah susun) menjadi salah satu alternatif bangunan tinggal bertingkat yang efektif serta ekonomis. Suatu pembangunan gedung bertingkat diperlukan adanya perhitungan struktural. Hal tersebut untuk mencegah terjadinya kehancuran struktur yang dapat merobohkan bangunan dan mengetahui dimensi serta kebutuhan tulangan yang efisien.

Pembangunan rusun di Kabupaten Tulungagung akan terdiri dari 5 lantai dengan luas total bangunan 3904 m². Struktur atas yang digunakan ialah beton bertulang karena lebih mudah dalam pelaksanaan tanpa banyak memerlukan

tenaga ahli khusus. Spesifikasi bahan menggunakan mutu beton K-400 (f_c' 33,2 Mpa) dan besi tulangan f_y 400 Mpa. Jenis fondasi yang digunakan merupakan fondasi *bore pile* dengan kedalaman disesuaikan kondisi tanah. Spesifikasi bahan struktur bawah menggunakan K-450 (f_c' 37,5 Mpa) untuk pile fondasi dan K-300 (f_c' 24,9 Mpa) untuk *pile cap*.

Perhitungan struktural dapat dilakukan secara manual maupun komputerisasi berdasarkan SNI 2847:2013. Sedangkan untuk pembebanan gempa mengacu SNI 1726:2012, yang termasuk dalam kategori risiko II karena difungsikan sebagai hunian.

Terdapat perubahan desain atap yaitu dari atap kuda-kuda baja ringan diganti atap dak beton dikarenakan lebih kuat, memiliki banyak fungsi, serta lebih mudah jika terdapat penambahan lantai bangunan. Adanya perubahan desain atap mengakibatkan perubahan beban yang bekerja pada bangunan, sehingga diperlukan perencanaan ulang.

Dengan memperhatikan latar belakang dan permasalahan di atas, pembahasan ini akan menghitung perencanaan ulang struktur Rumah Susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung. Selain itu, merencanakan metode pelaksanaan serta rencana anggaran biaya rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung.

2. METODE

Adapun perencanaan dalam rumah susun memiliki data sebagai berikut.

- Nama Proyek : Pembangunan Rumah Susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung
- Jumlah Lantai : 5 Lantai
- Fungsi Bangunan : Rumah susun (hunian)
- Luas Bangunan : 3904 m²
- Data Bahan
 1. Beton Bertulang
 - Spun pile Ø60 : $f_c' = 37,5$ Mpa (K-450)
 - Pile cap, sloof : $f_c' = 24,9$ Mpa (K-300)
 - Kolom : $f_c' = 33,2$ Mpa (K-400)
 - Balok : $f_c' = 33,2$ Mpa (K-400)
 - Pelat lantai : $f_c' = 33,2$ Mpa (K-400)
 2. Mutu Baja
 - tulangan $\varnothing > 10$: $f_y = 400$ Mpa
 - tulangan $\varnothing < 10$: $f_y = 240$ Mpa

Pembebanan yang akan digunakan secara garis besar sebagai berikut.

1. Beban mati

Meliputi berat sendiri elemen struktur dan elemen nonstruktur. Beban sendiri elemen struktur akan didapat dari permodelan struktur pada program ETABS. Sedangkan untuk beban elemen nonstruktur mengacu SNI 1727-2013.
2. Beban hidup

Besaran beban hidup mengacu SNI 1727-2013.
3. Beban gempa

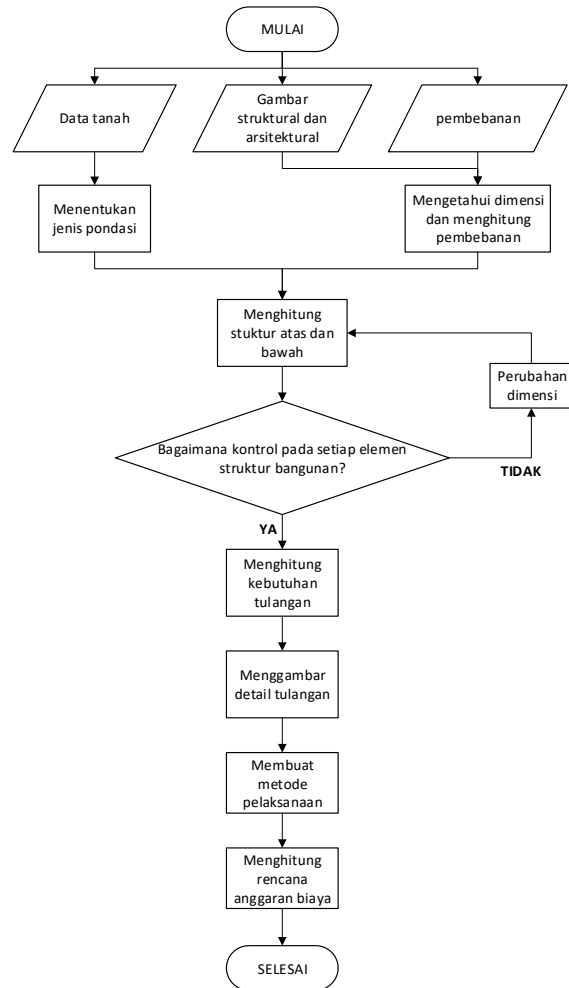
Beban gempa ditentukan dengan menggunakan analisis respons spektrum probabilistik sesuai dengan SNI 1726-2012.
4. Beban angin

Besaran beban angin diambil tekanan minimum mengacu SNI 1727-2013.

SNI 1727-2013 Pasal 4.2.2 menentukan kombinasi beban sebagai berikut.

 1. 1,4 D
 2. 1,2 D + 1,6 L
 3. 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L
 4. 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L
 5. 0,9 D + 1,0 W
 6. 0,9 D + 1,0 E

Diagram alur perencanaan ulang struktur rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram Alur Perencanaan

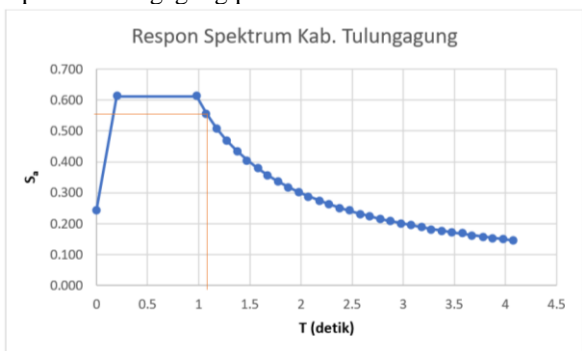
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Acuan perencanaan ulang bangunan gedung struktur beton bertulang sesuai dengan SNI-03-2847-2013 dan tata cara perencanaan ketahanan gempa sesuai 03-1726-2012. Pembebanan yang diinputkan dalam program bantu ETABS 17 sebagai berikut :

1. Beban mati
 - Lantai = 375 kg/m²
 - Balok = 1040 kg/m
 - Kolom = 1152 kg
2. Beban hidup
 - Lantai atap = 100 kg/m²
 - Lantai 2-5 = 250 kg/m²
3. Beban gempa

Penentuan percepatan respons spektrum menggunakan Sumber dan Bahaya Gempa 2010, didapatkan nilai $S_S = 0,9$ dan $S_1 = 0,34$. Kategori risiko bangunan II, faktor keutamaan gempa adalah 1.0. Lokasi bangunan berada di kondisi tanah lunak (SE), sehingga struktur tersebut masuk dalam KDS D. Penentuan parameter gempa rencana yaitu; $R=7$, $\Omega_0=2,5$ dan $C_d = 5,5$.

Berdasarkan parameter, didapatkan grafik respon spektrum Kabupaten Tulungagung pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Grafik Respon Spektrum

Berdasarkan gaya geser dasar seismic, selanjutnya didistribusikan ke semua tingkat menjadi gaya gempa lateral (Fx) pada **Tabel 1**.

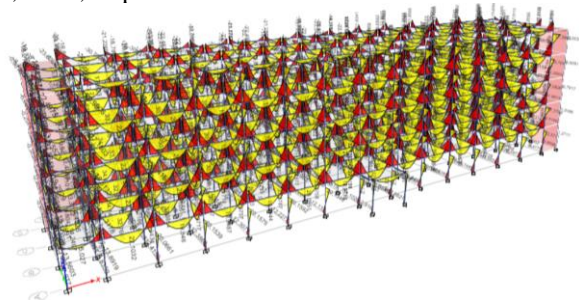
Tabel 1. Beban Gempa Lateral Tiap Lantai

Lantai	hi (m)	Wi (kg)	Fx (kg)
Lantai 1	3.4	245924.8	1781.268
Lantai 2	6.6	787973.9375	11079.08
Lantai 3	9.8	787973.9375	16450.76
Lantai 4	13	787973.9375	21822.44
Lantai Atap	16.2	441220.3125	15227.15

Sumber : Hasil Perhitungan

4. Beban angin = 25 kg/m²

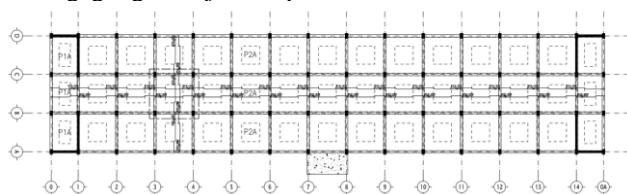
Kombinasi beban terbesar didapatkan pada kombinasi 1,2D+1,6L pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Kombinasi 1,2D+1,6L

Pelat

Denah pelat lantai rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Denah Pelat

Pelat atap (tebal 12cm)

- P1A
- Lx = 3m
- Ly = 4,25m
- P2A
- Lx = 4,25m
- Ly = 4,25m
- P1
- Lx = 3m
- Ly = 4,25m
- P2
- Lx = 4,25m
- Ly = 4,25m

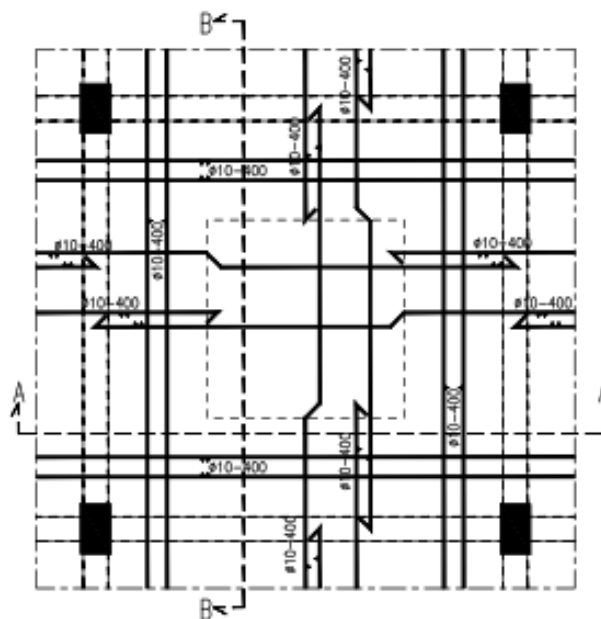
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen untuk perhitungan pelat dengan rekapitulasi penulangan **Tabel 2**.

Tabel 2. Penulangan Pelat

Bagian	Tumpuan	Lapangan
Pelat 1a	D10-200	D10-200
Pelat 2a	D10-200	D10-200
Pelat 1	D10-200	D10-200
Pelat 2	D10-200	D10-200

Sumber : Hasil Perhitungan

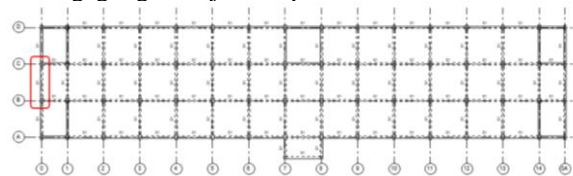
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan denah penulangan pelat pada **Gambar 5**.



Gambar 5 Denah Penulangan Pelat

Balok

Denah pembalokan rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Denah Pembalokan

- Panjang balok (L) = 4,25 m
- Panjang balok bersih (ln) = 3,95 m
- Tinggi balok (h) = 450 mm

Lebar balok (b)	= 250 mm
fc'	= 33,2 MPa
fy	= 400 MPa

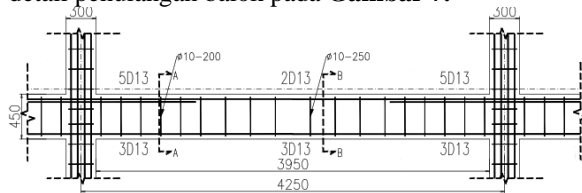
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser untuk perhitungan balok dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Penulangan Balok

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah	Sengkang
Tumpuan	5D13	3D13	D10-200
Lapangan	2D13	3D13	D10-250

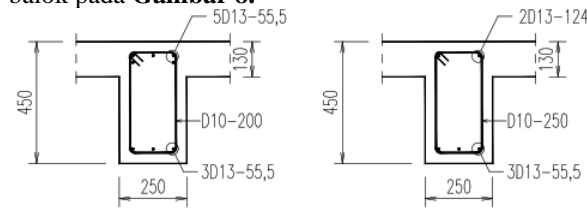
Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan balok pada **Gambar 7**.



Gambar 7 Detail Balok

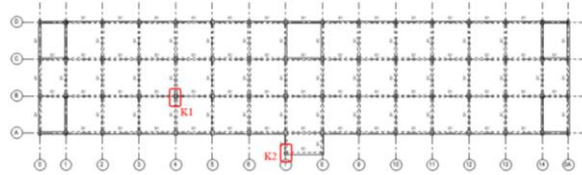
Dari gambar detail balok didapatkan gambar potongan balok pada **Gambar 8**.



Gambar 8 Potongan Balok

Kolom

Denah kolom pada rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung ditunjukkan **Gambar 9**.



Gambar 9 Denah Kolom

	- K1	- K2
Panjang kolom (L)	= 3,40 m	= 3,40 m
Panjang kolom bersih (ln)	= 2,95 m	= 2,95 m
Tinggi kolom (h)	= 500 mm	= 300 mm
Lebar kolom (b)	= 300 mm	= 300 mm
fc'	= 33,2 MPa	
fy	= 400 MPa	

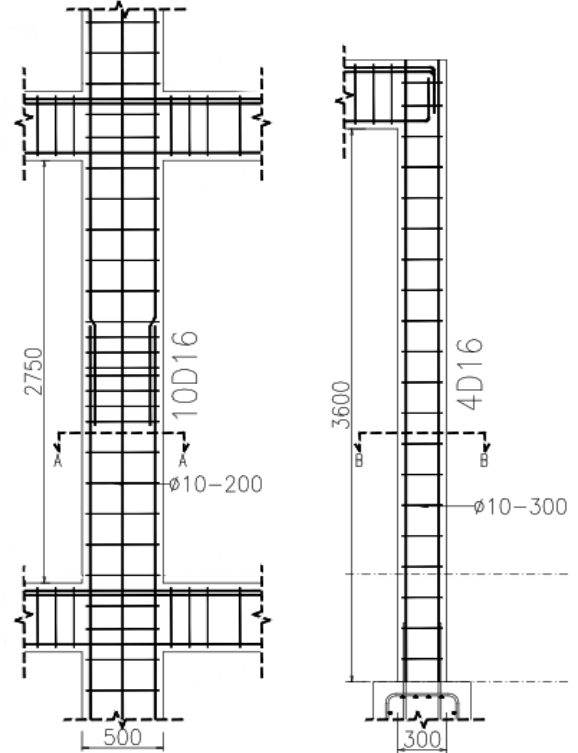
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen, gaya aksial dan gaya geser untuk perhitungan kolom dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 4**

Tabel 4. Penulangan Kolom

Bagian	Kolom K1	Kolom K2
Tul. Utama	10D16	4D16
Sengkang	D10-200	D10-300

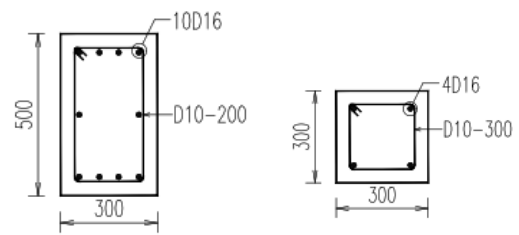
Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan kolom pada **Gambar 10**.



Gambar 10 Detail Kolom

Dari gambar detail didapatkan gambar potongan kolom pada **Gambar 11**.



Gambar 11 Potongan Kolom

Shearwall

Denah dinding geser (*shearwall*) pada rumah susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung ditunjukkan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Denah *Shearwall*

Tinggi dinding (L_w) = 3,4 m
 Tinggi total dinding (h_w) = 16,2 m
 Panjang dinding (h) = 4250 mm
 Tebal dinding (b) = 250 mm
 f_c' = 33,2 MPa
 f_y = 400 MPa

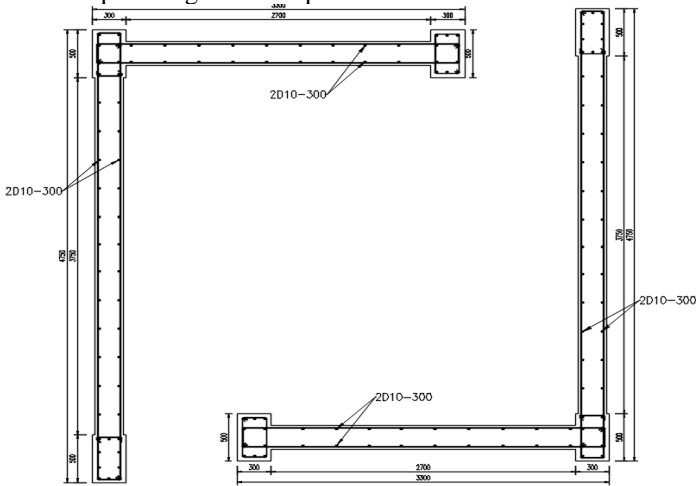
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen, gaya aksial dan gaya geser untuk perhitungan *shearwall* dengan rekapitulasi penulangan yang ditunjukkan **Tabel 5.**

Tabel 5. Penulangan *Shearwall*

Tulangan Vertikal	Tulangan Horizontal
2D10-300	2D10-300

Sumber : Hasil Perhitungan

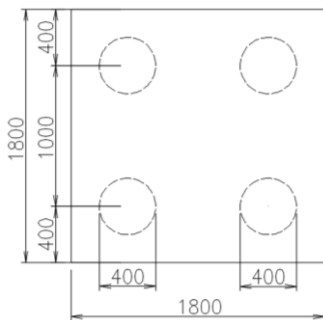
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan kolom pada **Gambar 13.**



Gambar 13 Detail *Shearwall*

Bored Pile

Denah *bored pile* ditunjukkan pada **Gambar 14.**



Gambar 14. Denah *Bored Pile*

Diameter bored pile (d) = 400 mm
 Panjang bored pile (L) = 9000 mm

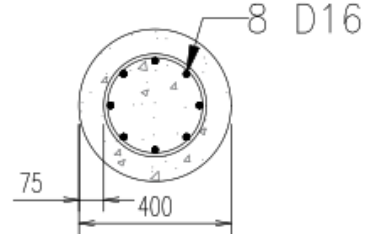
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen x dan y, gaya aksial, serta gaya horizontal akibat gempa untuk perhitungan *bored pile* dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Penulangan *Bored Pile*

Tulangan Utama	Tulangan Sengkang
8D16	D10-50

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan potongan penulangan pada **Gambar 15.**



Gambar 15 Potongan *Bored Pile*

Pile Cap

Lebar (b) = 1800 mm

Tebal (h) = 700 mm

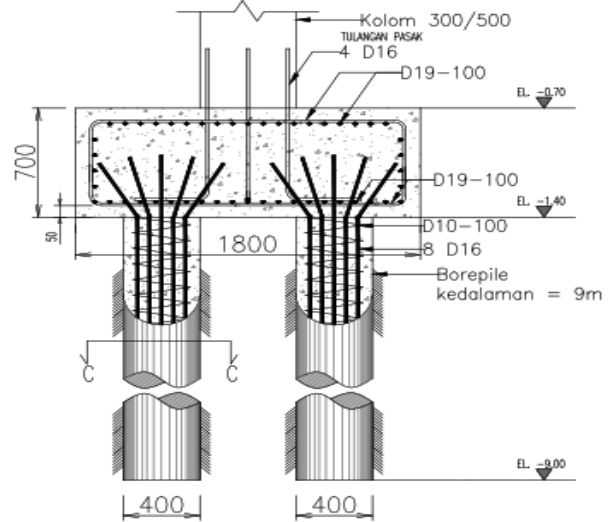
Dari analisis perhitungan ETABS 17 diperoleh momen x dan y, gaya aksial, serta gaya horizontal akibat gempa untuk perhitungan *pile cap* dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 7.**

Tabel 7. Penulangan *Pile Cap*

Tulangan Utama	Tulangan Pasak
D19-100	4D16

Sumber : Hasil Perhitungan

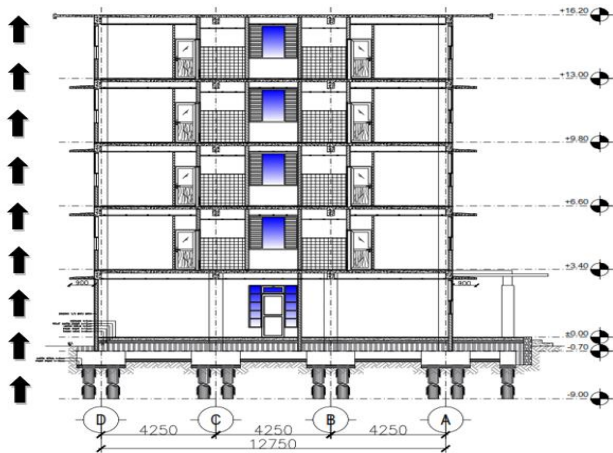
Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan potongan penulangan *pile cap* pada **Gambar 16.**



Gambar 16 Potongan *Pile Cap*

Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan untuk pekerjaan Pembangunan Rumah Susun di Kedungwaru Kabupaten Tulungagung menggunakan *Bottom-Up* mulai elevasi 0 meter sampai +16,2 meter seperti **Gambar 17.**



Gambar 17 Ilustrasi Metode Bottom-Up

Pekerjaan yang dilaksanakan meliputi : pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan struktur. Beberapa alat berat yang digunakan antara lain: 1 buah *mobile crane* dengan panjang lengan mencapai 26 meter. Adanya *mobile crane* digunakan untuk mengangkut material berat seperti besi tulangan, bekisting, serta *scaffolding*, sehingga didatangkan saat mulai pengerjaan pondasi *bore pile*. Selain itu, *bulldozer* serta *exavator* juga didatangkan untuk melancarkan pekerjaan persiapan dan pekerjaan tanah. *Concrete truck*, *concrete pump*, dan *vibrator* juga didatangkan guna memperlancar proses pengecoran.

RAB

Pada sub bab sebelumnya telah menghitung elemen struktur bawah hingga struktur untuk menghitung rencana anggaran biaya. Perhitungan rencana anggaran biaya ini dibagi menjadi 4 jenis pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan fondasi (struktur bawah), pekerjaan struktur atas. Harga Satuan Dasar yang digunakan adalah HSD Kabupaten Tulungagung Tahun 2019 dan AHSP Permen PUPR 11-2013. Kebutuhan anggaran biaya proyek ini ditabelkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Rekapitulasi RAB

NO	JENIS PEKERJAAN	BIAYA
I	Pek. Persiapan	Rp 121,075,000.03
II	Pek. Tanah	Rp 34,150,912.89
III	Pek. Pondasi	Rp 2,663,191,120.96
IV	Pek. Struktur Atas	Rp 4,202,097,703.60
JUMLAH		Rp 7,220,514,737.48
OVERHEAD+PPN 10%		Rp 722,051,473.75
TOTAL		Rp 7,942,566,211.23

Sumber : Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perhitungan elemen struktur berdasarkan SNI 2857-2013 didapatkan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut: pelat lantai tebal 130mm menggunakan tulangan $\phi 10-200$; balok 250/450 menggunakan tulangan tarik 5-D13 dan tekan 3-D13 pada daerah tumpuan; kolom 300/500 menggunakan tulangan 10-D16; *shearwall* tebal 250mm menggunakan tulangan 2D10-300; *bored pile* diameter 400mm dengan panjang 9m menggunakan tulangan 8-D16; *pile cap* persegi dengan lebar 1800mm dan tinggi 700mm menggunakan tulangan D19-100. (gambar terlampir pada lampiran)
2. Metode pelaksanaan yang digunakan yaitu *bottom-up* mulai elevasi 0meter sampai +16,2 meter.
3. Besar rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan struktur atas dan struktur bawah pada proyek pembangunan Rumah Susun Kabupaten Tulungagung sebesar Rp7.942.566.211,23.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Standardisasi Nasional 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 03-1726-2012, Jakarta.
- [2] Badan Standardisasi Nasional 2013, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 03-1727-2013, Jakarta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847-2013, Jakarta.
- [4] Kusuma, Gideon dan W.C Vis 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Airlangga, Jakarta.
- [5] Haryanto, Y, Sudibyo, GH, & Wariyatno, NG 2015, *Kinerja Model Struktur Gedung Lima Lantai pada Kondisi Tanah Keras di Wilayah Banyumas Akibat Beban Gempa SNI 03-1726-2002 Dan SNI 03-1726-2012*, Dinamika Rekayasa, Vol. 11, Hal. 81-84.
- [6] Ichwandri, YP 2014, *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang dengan Penahan Lateral Dinding Struktural*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol. 2, Hal. 180-187.
- [7] Masherni & Susanto, Desi 2015, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang pada Gedung Sekolah 5 Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen dan Daktilitas Penuh*, TAPAK, Vol. 5, Hal. 41-54.
- [8] Pamungkas, Anugrah & Erny H. 2013, *Desain Pondasi Tahan Gempa*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [9] Setiawan, Agus 2016, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Penerbit Airlangga, Jakarta.