

Perencanaan pembangunan gedung dengan konsep rumah tumbuh

Elan Adrayazi^a, Jonrinaldi^b

^{ab} Program Studi Pendidikan Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas, Indonesia

Corresponding Author:

Email:

Keywords:

Gedung, Rumah Tumbuh,
Masyarakat

Received :

Revised :

Abstract: *Building construction is a series of technical planning activities, construction implementation, and supervision, whether new construction, building maintenance, expansion of existing buildings, and/or continuation of building construction. A Growing House means building a residence in stages according to priority needs and costs. The application of the growing house concept in this research was carried out in buildings, the growing house concept was taken as a stage in the construction of a new building in an old building. In planning this work, standards for earthquake loads, building structure analysis, and loading have been implemented by Indonesian national standards. Mosque buildings are a very important means of worship for Muslims, so planning them with the competence of building structural experts must prioritize public safety. The ability to build structural engineers is always based on applicable regulations and standard structural analysis theories so that the results obtained can be justified. In this research, the benefits of buildings for the community have also been analyzed, so that the construction of new buildings does not interrupt community worship activities.*

Copyright © 2024 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Dalam peraturan menteri PUPR nomor 22 tahun 2018 pembangunan gedung adalah kegiatan mendirikan bangunan gedung yang diselenggarakan melalui tahap perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, dan pengawasannya, baik merupakan pembangunan baru, perawatan bangunan gedung, maupun perluasan bangunan gedung yang sudah ada, dan/atau lanjutan pembangunan bangunan gedung. Pada penelitian ini perencanaan bangunan gedung yang dimaksud adalah perencanaan pembangunan gedung baru pada lokasi gedung lama yang masih berfungsi. Rumah Tumbuh (Growing House) yaitu membangun hunian secara bertahap yang disesuaikan dengan prioritas kebutuhan hunian yang esensial, pembangunan tersebut dapat berlangsung dalam jangka waktu yang lama. (kompas.com, 2020), konsep rumah tumbuh dilakukan karena keterbatasan dana (Arguniansah N dan Widiastuti K, 2016). Konsep rumah tumbuh biasanya dilakukan pada hunian saja (Agusniansyah N. 2013), (Agusniansyah N. 2014), (Akmal dan Imelda, 2011), (Dewi NKA dan Swanedri NM, 2007). Penerepan konsep rumah tumbuh pada penelitian ini dilakukan pada bangunan gedung, konsep rumah tumbuh di ambil sebagai tahapan pembangunan gedung baru pada gedung lama, sehingga pembangunan gedung baru yang biasanya terlebih dahulu menghancurkan gedung lama, tidak dilakukan pada pekerjaan ini, hal ini dilakukan karena bangunan yang akan di bangun adalah bangunan masjid yang berfungsi sebagai tempat beribadah yang utama bagi umat muslim, kebutuhan dana untuk membangun langsung dari awal hingga dapat ditempati langsung membutuhkan biaya yang besar dan waktu yang lama. Dikhawatirkan jika di lakukan penghancuran bangunan eksisting maka pembangunan kembali akan berlangsung lama, karena pembangunan dilakukan dengan menggunakan penggalangan dana dari umat. Perencanaan pembangunan gedung baru direncanakan tidak mengganggu struktur eksisting, sehingga pada saat pembangunan gedung baru gedung lama tidak dihancurkan dan masih tetap berfungsi. Penghancuran gedung lama dilakukan secara bertahap sesuai dengan tahapan pembangunan gedung baru. Adapun bangunan kondisi eksisting dan rencana bangunan baru ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Bangunan eksisting



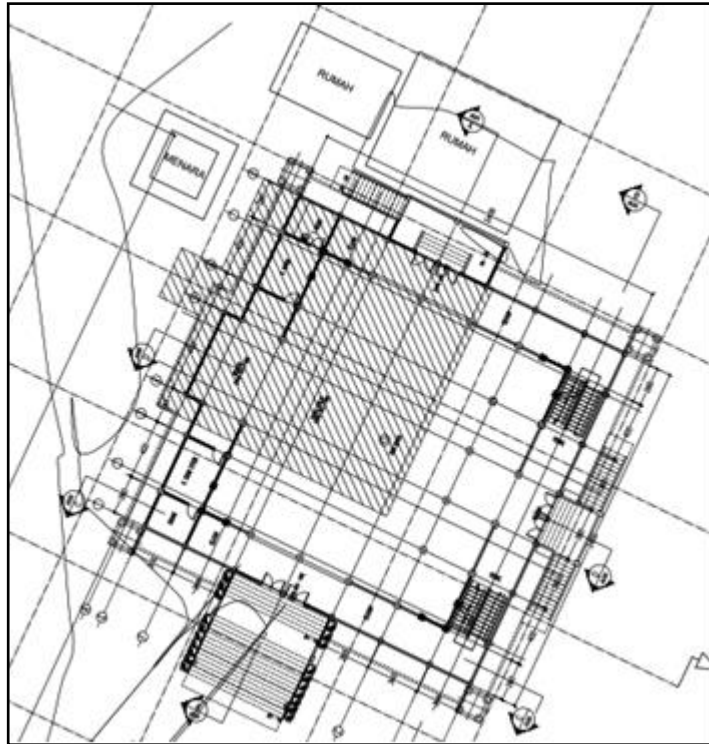
Gambar 2. Rencana bangunan baru

2. DATA DAN METODE

2.1. Metode

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menganalisis denah bangunan eksisting (lama) kemudian merencanakan denah bangunan baru. Perencanaan ini dengan mempertimbangkan kaidah-kaidah struktur dan arsitektur pada bangunan baru, sehingga bangunan yang akan didirikan nantinya dapat bermanfaat bagi masyarakat dan terpenuhi unsur keselamatan dan kesehatan masyarakat yang menggunakannya. Untuk menjamin keamanan dan kenyamanan bangunan selama masa layanannya, struktur bangunan direncanakan dengan berpedoman kepada kaidah dan peraturan yang berlaku di Indonesia antara lain sebagai berikut:

- a) SNI 2847:2013 : Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung.
- b) SNI 03-2847-2002 :Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
- c) SNI 07-2052-2002 :Baja Tulangan Beton.
- d) SNI1726:2012 :Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.
- e) SNI 1727-2013 :Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- f) ACI 318-08 :*Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*
- g) IBC 2009 :*International Building Code.*
- h) FEMA P-750 2009 :*National earthquake hazards reduction program (NEHRP) recommended gempa provisions for new buildings and other structures.*



Gambar 5. Perbandingan bangunan lama dan bangunan baru

2.2. Perencanaan Balok

Intensitas tegangan beton tekan rata-rata ditentukan sebesar $0.85 f_c'$ dan dianggap bekerja pada daerah tekan dari penampang balok sebesar b dan sedalam a , dengan Persamaan 1.

$$a = \beta_1 \cdot c \quad \text{Pers. 1)}$$

Keterangan:

c = arah serat tekan terluar ke garis netral

β_1 = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

adapun nilai β_1 adalah sebagai berikut :

$$\beta_1 = 0.85 \text{ untuk } 0 \leq f_c' \leq 30 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.008(f_c' - 30) \text{ untuk } 0 \leq f_c' \leq 55 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0.65 \text{ untuk } f_c' > 55 \text{ Mpa}$$

Untuk menghindari keruntuhan mendadak maka batasan rasio tulangan maksimum pada balok dengan tulangan tunggal disajikan pada Persamaan 2.

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b \quad \text{Pers. 2)}$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f_c'}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

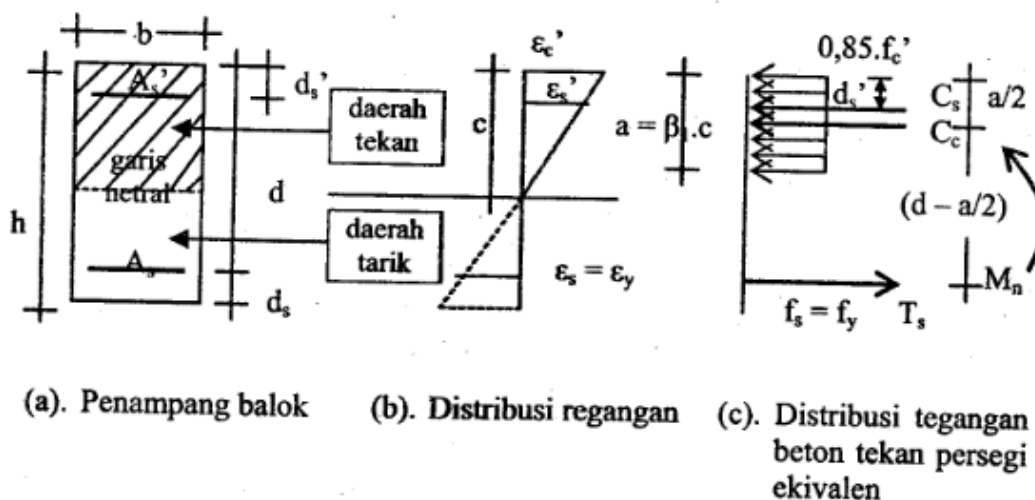
Akan tetapi rasio tulangan tersebut tidak boleh $< \rho_{\min} \geq 1.4 / f_y$

Dalam perencanaan penulangan lentur balok beton bertulang, asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Bidang penampang tetap rata sebelum dan sesudah deformasi lentur terjadi
- Diagram tegangan dan regangan baja diketahui
- Diagram tegangan dan regangan beton diketahui
- Tegangan tarik beton diabaikan
- Regangan tekan maksimum beton diambil sebesar 0.003

Dari asumsi-asumsi di atas, Gambar berikut memperlihatkan sebuah penampang persegi dengan tulangan rangkap, tulangan tekan A_s' ditempatkan sejarak d_s' dari serat atas dan tulangan tarik A_s

pada jarak d dari serat atas, hubungan tegangan dan regangan pada penampang balok beton bertulang dapat dimodelkan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain balok tulangan rangkap

C_c adalah resultan gaya tekan beton yang besarnya dihitung dengan Persamaan 3.

$$C_c = 0,85 f_c' \cdot a \cdot b \quad \text{Pers. 3)}$$

Sedangkan C_s adalah resultan gaya tarik untuk tulangan tekan disajikan pada Persamaan 4.

$$C_s = A_s' \cdot f_s' \quad \text{Pers. 4)}$$

Maka momen tahanan nominal total disajikan pada Persamaan 5.

$$M_n = A_s' f_y (d - d_s') + (0.85 f_c' \cdot a \cdot b) \cdot (d - a/2) \quad \text{Pers. 5)}$$

Persamaan ini hanya berlaku apabila tulangan tekan A_s' leleh. Bila belum leleh harus dicari tegangan aktual f_s' pada tulangan tekan A_s' tersebut.

2.3. Perencanaan Kolom

Tulangan tekan pada kolom beton yang dibebani eksentris pada tingkat beban ultimate umumnya akan mencapai tegangan leleh, kecuali jika beban tersebut kecil atau menggunakan baja mutu tinggi atau dimensi kolomnya relatif kecil. Sehingga umumnya diasumsikan baha baja tulangan tekan sudah leleh, kemudian baru regangannyadiperiksa apakah memenuhi ketentuan ini. Dari Gambar 6 dengan $f_s' = f_s$ dihasilkan Persamaan 6.

$$P_u = 0.85 f_c' a b + A_s' f_y - A_s f_y \quad \text{Pers. 6)}$$

Dengan mengambil momen terhadap tulangan tarik, dapat disusun Persamaan 7.

$$P_u \cdot e = 0.85 f_c' a b \left(d - \frac{1}{2} a \right) + A_s' f_y (d - d') \quad \text{Pers. 7)}$$

Keterangan:

- e' = eksentrisitas beban ultimit
- f_c' = kekuatan tekan beton silinder
- f_y = tegangan leleh baja tulangan
- f_s = tegangan pada baja tulangan tarik
- A_s = luas tulangan tarik
- A_s' = luas tulangan tekan

Dengan menyusun keseimbangan kondii batas terhadap tulangan tarik, dapat ditentukan titik sentroid plastis dari penampang disajikan pada Persamaan 8.

$$d'' = \frac{0.85f_c'bh\left(d - \frac{1}{2}h\right) + A_s'f_y(d - d')}{0.85f_c'bh + (A_s + A_s')f_y} \tag{Pers. 8)}$$

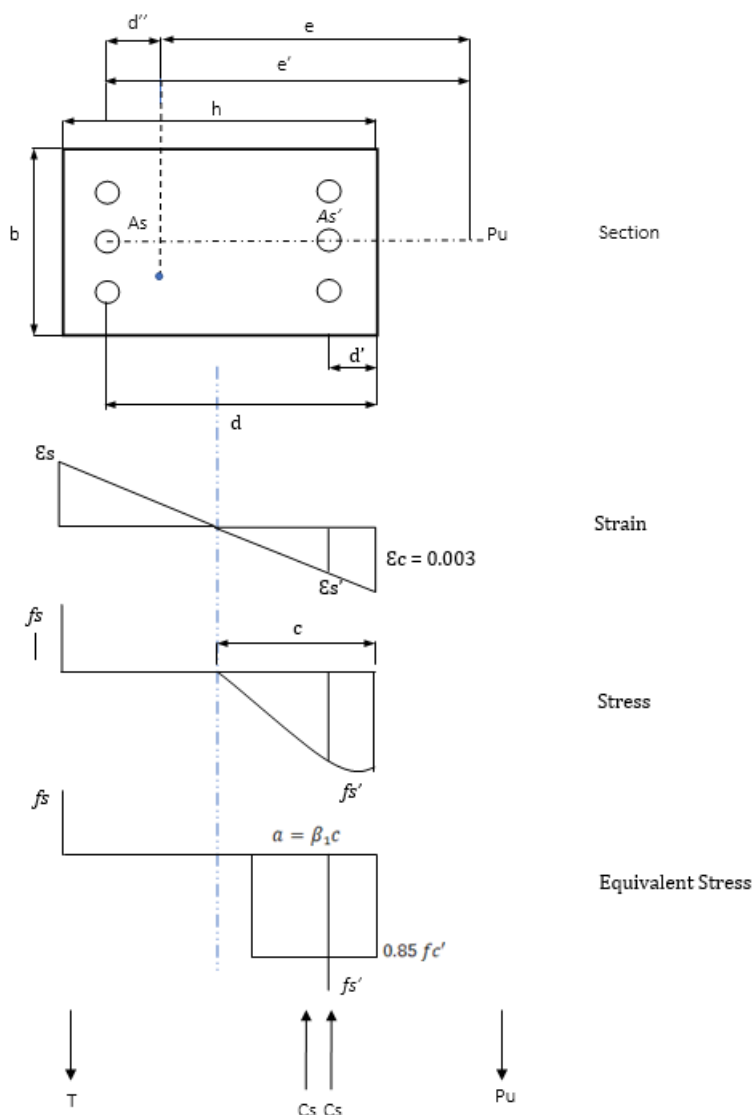
Untuk kolom dengan beban eksentris disajikan pada Gambar 7 dan disajikan pada Persamaan 9.

$$P_u \cdot e = 0.85 f_c' ab (d - d - \frac{1}{2}a) + A_s'f_y (d - d' - d'') + A_s f_s d'' \tag{Pers. 9)}$$

Kondisi seimbang (*balance failure*) disajikan pada Persamaan 10.

$$ab = \beta_1 cb = \frac{0.003 E_s}{0.003E_s + f_y} \beta_1 d \tag{Pers. 10)}$$

Dengan $f_s = f_y$ dan $\beta_1 = 0.85$. Adapun beban eksentris pada penampang dengan tulangan pada dua sisi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Beban eksentris dan penampang dengan tulangan pada dua sisi

Substitusi nilai ab dan f_s kedalam persamaan (2.34) dan (2.35) akan memperoleh beban aksial dan momen lentur untuk kondisi keruntuhan imbang. Adanya variasi dalam nilai beban yang bekerja, ragam keruntuhan yang terjadi mungkin saja bukan merupakan keruntuhan imbang. Kondisi ini yang

disebut dengan keruntuhan tarik atau keruntuhan tekan berturut-turut dapat terjadi tergantung pada nilai beban aksial yang bekerja pada penampang tersebut. Sebagai contoh keadaan keruntuhan tarik (tension failure) akan berlaku bila $P_u < P_b$ yang berarti juga $\epsilon_s > \epsilon_y$ atau $c < c_b$. Tegangan pada tulangan tarik f_s sama dengan tegangan leleh f_y . Keruntuhan tekan (compression failure) bila $P_u > P_b$ yang berarti $\epsilon_s < \epsilon_y$ atau $c > c_b$. Tegangan pada tulangan tarik mesti ditentukan dengan Persamaan 11.

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{\beta_1 d - a}{a}$$

$$f_s = \epsilon_s E_s = 0.003 \frac{\beta_1 d - a}{a} E_s \quad \text{Pers. 11)}$$

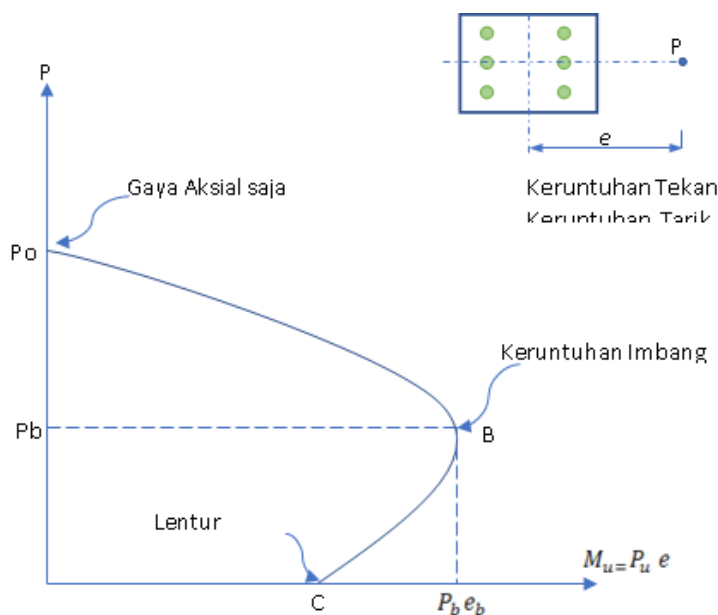
Persamaan dalam pasal ini disusun berdasarkan asumsi bahwa baja tulangan tekan sudah leleh $f_s' = f_y$ keadaan ini harus diperiksa dengan melihat regangan pada baja tulangan yang disajikan pada Persamaan 12.

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{c - d'}{c} > \frac{f_y}{E_s} \quad \text{Pers. 12)}$$

Jika baja tulangan tekan belum leleh, yang regangannya lebih kecil daripada ϵ_y nilai f_s' harus ditentukan melalui diagram tegangannya yang dapat dirumuskan dengan Persamaan 13.

$$f_s' = \epsilon_s' E_s = 0.003 \frac{c - d'}{c} E_s = 0.003 \frac{\alpha - \beta_1 d}{\alpha} E_s \quad \text{Pers. 13)}$$

Nilai ini kemudian disubstitusikan kedalam persamaan sebelumnya untuk menggantikan tegangan pada baja tulangan tekan. Untuk suatu penampang yang dimensi dan luas baja tulangannya telah ditetapkan, dan dengan nilai gaya aksial maupun momen yang dibuat variabel, dapat dibuat suatu diagram interaksi seperti diperlihatkan dalam diagram 2.4. Diagram interaksi adalah daerah batasan yang menunjukkan ragam kombinasi beban yang dapat ditahan oleh kolom tersebut secara aman ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram interaksi tipikal

Momen dan gaya aksial merupakan beban yang dominan yang bekerja pada kolom. Kegagalan yang umum terjadi pada kolom adalah meningkatnya nilai gaya aksial di atas batas kekuatan kolom. Dalam analisis kapasitas kolom, baja tulangan diasumsikan selalu mengalami pada kondisi beban maksimum. Dengan demikian besarnya beban aksial dan momen ultimit disajikan pada Persamaan 14.

$$P_u = 0.85 f_c' a b + A_s' f_y - A_s f_y$$

$$P_u \cdot e = 0.85 f_c' a b \left(d - \frac{1}{2} a \right) + A_s' f_y (d - d')$$

Pers. 14)

Dengan e' merupakan titik eksentrisitas beban ultimit dan beban ultimit bekerja pada titik sentroid yang disajikan pada Persamaan 15.

$$d'' = \frac{0.85f_c'bh\left(d - \frac{1}{2}h\right) + A_s'f_y(d - d')}{0.85f_c'bh + (A_s + A_s')f_y} \quad \text{Pers. 15)}$$

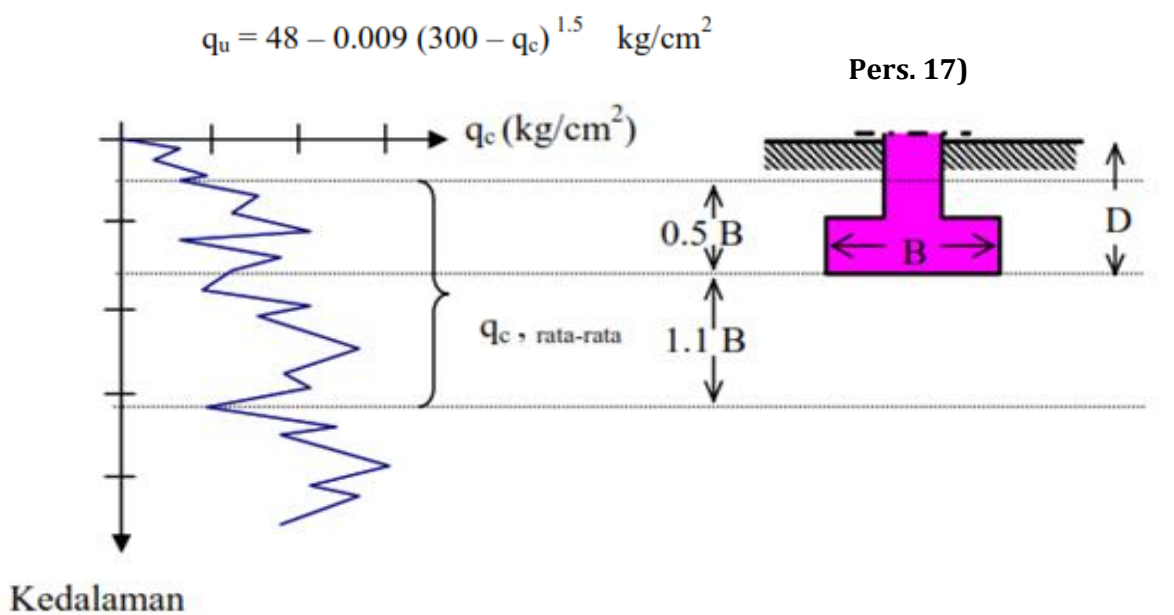
Perencanaan komponen beton bertulang di atas mengikuti peraturan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013).

2.4. Perencanaan Pondasi

Berdasarkan hasil uji lapangan sondir, rumus daya dukung Terzaghi dapat digunakan dengan memberikan faktor daya dukung yang disesuaikan oleh Schmertmann dengan tahanan ujung konus sondir (q_c dalam satuan kg/cm^2) sebagai berikut (Schmertmann-1978 dalam Bowles-1988) disajikan pada Persamaan 16.

$$q_c \simeq 0.8 N_q \simeq 0.8 N_\gamma \quad \text{Pers. 16)}$$

Dengan q_c adalah nilai rata-rata tahanan konus untuk interval $\frac{1}{2} B$ ke atas sampai dengan $1.1 B$ di bawah dasar rencana pondasi (lihat Gambar 2.5). Kedalaman dasar pondasi (D) untuk rumusan ini hanya diperuntukkan hingga 1.5 dari lebar pondasi (B). Selanjutnya berdasarkan grafik yang dikeluarkan Schmertmann dan jenis tanah berbutir (tidak kohesif) pada lapisan dasar pondasi, pendekatan empiris diatas dapat dituliskan dalam Persamaan 17 sedangkan nilai rata-rata Q_c ditunjukkan pada Gambar 9.

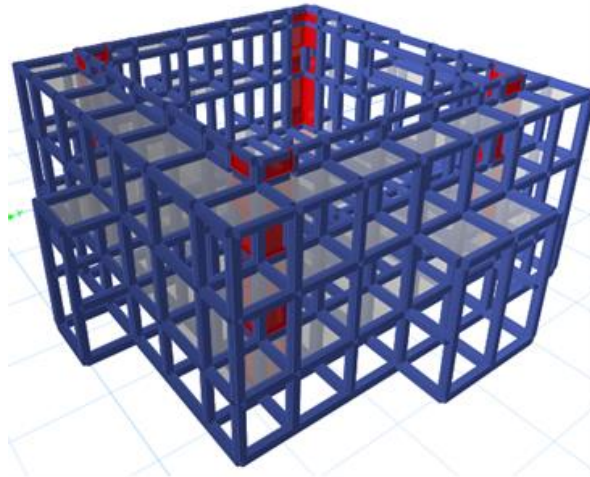


Gambar 9. Nilai rata-rata Q_c untuk perencanaan pondasi dangkal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemodelan dan Data Teknis Struktur

Pemodelan perencanaan struktur dilakukan dengan tiga dimensi seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



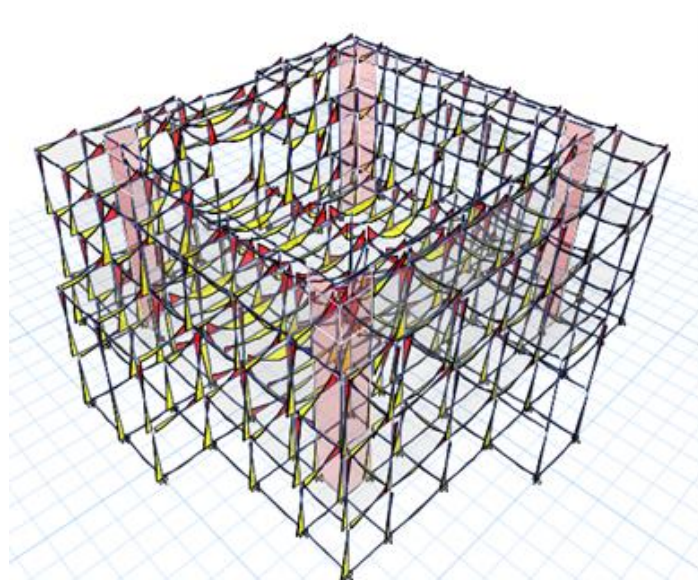
Gambar 10. Model struktur Gedung

Spesifikasi teknis struktur ditentukan antara lain sebagai berikut:

Dimensi struktur	: Sesuai dengan data perencanaan
Mutu beton	: K-300 dan K-250
Mutu baja	: BjTS-40 (ulir) dan BjTP-24 (polos)
Fungsi bangunan	: Bangunan masjid
Wilayah gempa	: Lokasi pada peta gempa
Peta gempa	: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011
Perencanaan gempa	: SNI 1726:2012
Faktor Keutamaan Gempa	: 1,50

3.2. Hasil Analisis

Setelah dilakukan pemodelan struktur dan dianalisa dengan memasukkan beban vertikal dan horizontal serta kombinasi beban, maka diperoleh diagram momen untuk struktur 3D seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram momen portal 3D

3.3. Perencanaan Komponen Struktur Beton Bertulang

Hasil dari perencanaan berupa dimensi dan tulangan komponen struktur, untuk struktur kolom dan balok dapat disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Daftar tulangan kolom

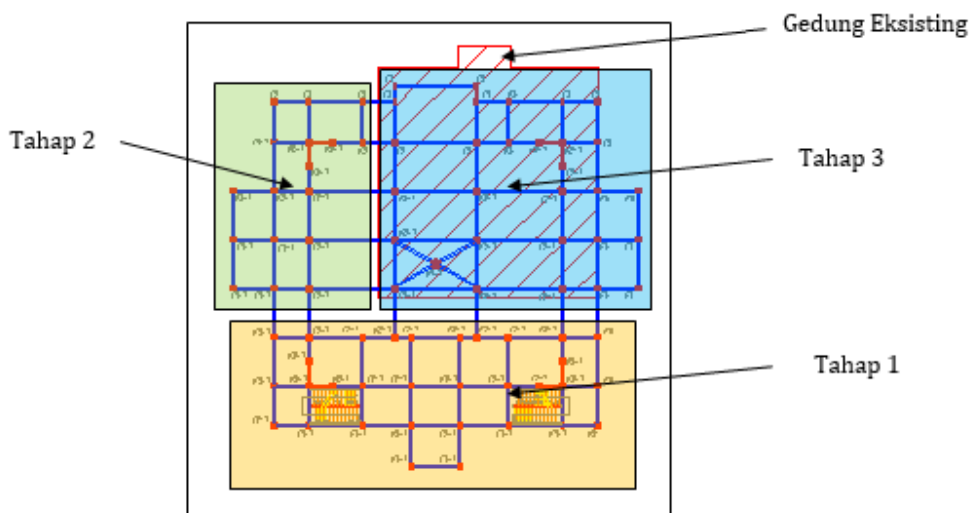
No	Struktur	Ukuran (cm)	Tulangan	Senggang	
				Tumpuan	Lapangan
1	K1	Dia 45	12D19	D10-100	D10-150
2	K2	40x40	12D19	D10-100	D10-150
3	K3	30x40	10D16	D10-100	D10-150
4	K4	Dia 45	12D19	D10-100	D10-150
5	K5	Dia 20	6D13	D10-100	D10-150

Tabel 2. Daftar tulangan balok

No	Struktur	Ukuran (cm)	Tulangan		Senggang	
			Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
1	B1	30x50	12D16	12D16	D10-100	D10-150
2	B2	30x40	10D16	10D16	D10-100	D10-150
3	B3	25x35	5D16	5D16	D10-100	D10-150
4	B4	20x30	5D13	5D13	D10-100	D10-150

3.4. Metode Pengerjaan

Pada penelitian ini perencanaan diarahkan untuk mempertahankan bangunan eksisting sesuai dengan tahapan pekerjaan bangunan baru, sehingga diharapkan pada saat proses konstruksi masyarakat tetap bisa menjalankan ibadah. Tahapan – tahapan pekerjaan konstruksi yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tahapan pembangunan baru

Tahapan pekerjaan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan tiga tahapan, tahap 1 dan 2 merupakan pembangunan pada daerah diluar bangunan eksisting, pada proses tahapan ini bangunan eksisting masih bisa digunakan untuk kegiatan beribadah, sedangkan pada tahap 3 pembangunan dilakukan pada bangunan eksisting, namun stuktur yang direncanakan diupayakan tidak berada pada struktur eksisting, sehingga pengerjaannya tidak menghancurkan bangunan eksisting terlebih dahulu. Pada tahap 1 dilakukan pekerjaan Pondasi, Sloof dan kolom lantai 1 serta balok dan pelat lantai 2, setelah pekerjaan pada tahap 1 selesai dikerjakan dilakukan pekerjaan pada tahap 2, yaitu pekerjaan Pondasi, Sloof dan kolom lantai 1 serta balok dan pelat lantai 2. Pada kondisi ini, bangunan pada tahap 1 dan 2 sudah bisa digunakan untuk kegiatan ibadah. Selanjutnya dilakukan pembangunan pada lokasi

tahap 3, yang berada pada bangunan eksisting, pada tahapan ini dilakukan pekerjaan Pondasi, Sloof dan kolom lantai 1 serta balok dan pelat lantai 2, penghancuran bangunan eksisting disesuaikan dengan lokasi struktur. Dikarenakan pembangunan ini menggunakan sistem tumbuh (bertahap) sehingga banyak dilakukan sambungan pengecoran, pada saat pelaksanaan pengawas diharapkan dapat memberikan perhatian khusus terhadap sambungan pengecoran ini sesuai dengan standard yang berlaku.

4. KESIMPULAN

Dalam perencanaan pekerjaan ini telah menerapkan standard untuk beban gempa, analisa struktur bangunan dan pembebanan sesuai dengan standard nasional indonesia. Bangunan masjid merupakan sarana ibadah umat islam yang amat penting, sehingga perencanaan nya sesuai dengan kompetensi ahli struktur bangunan harus mengutamakan keselamatan masyarakat, kemampuan insinyur struktur bangunan selalu di dasarkan atas peraturan yang berlaku dan teori analisa struktur yang baku sehingga hasil yang di peroleh dapat dipertanggung jawabkan. Dalam penelitian ini, juga sudah dianalisa tentang kemanfaatan bangunan untuk masyarakat, sehingga pembangunan gedung baru tidak memutus kegiatan beribadah masyarakat.

REFERENSI

- Agusniansyah, N. (2013). Rumah Tumbuh : Desain matang Pegang Peran (wawancara dengan Hasto Prianggoro), Majalah Nova, Edisi 7-13 Oktober 2013. Jakarta
- Agusniansyah, N. (2014). Konsep Awal Rumah Tumbuh, [Http://www.rumahtumbuh.com/konsep-awal-rumah-tumbuh](http://www.rumahtumbuh.com/konsep-awal-rumah-tumbuh). Diakses 25 September 2014.
- Agusniansyah, N., & Widyastuti, K. (2016). Konsep Pengolahan Desain Rumah Tumbuh. Modul Vol 16 No 1 Januari Juni 2016
- Akmal, dan Imelda. (2011). Serial Ide : 20 Desain Inspiratif Rumah tumbuh type 45-68 m2. PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)". Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). "Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)". Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI2847:2013). Jakarta: BSN.
- Dipohusodo, I. (1999). Struktur Beton Bertulang. Jakarta.
- Hakam, A. (2008). Rekayasa Pondasi. Padang
- Hardiyatmo, H.C. (1996). Teknik Pondasi 1. Jakarta
- Paulay, T., & Priestley, M.J.N. (1992). Seismic Desain Of Reinforced Concrete And Masonry Buildings. New York: Jonh Wiley & Sons, Inc.
- Tavio, & Wijaya, U. (2018). "Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja". Yogyakarta.
- Wahyudi, L., & Rahim, A. S. (1997). Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03. Jakarta.