

TUGAS AKHIR
STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA
PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI



Disusun Oleh:

DENDI AHMADI

14.21.013

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA
PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI**

Oleh:

DENDI AHMADI

14.21.013

**Tugas Akhir ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan
Pada tanggal Januari 2019**

**Menyetujui,
Dosen pembimbing**

Pembimbing I

An. ka Studio Sipil

29/1/19

Vega Adityama ST.MT

Ir. A. Agus Santosa, MT

Pembimbing II

An. ka Studio Sipil

29/1/19

Vega Adityama, ST.MT

Mohammad Erfan, ST., MT

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**



Ir. I Wayan Mundra, MT.

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA
PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI
Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas
Akhir Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal Januari 2019 Dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1

disusun oleh :

DENDI AHMADI

14.21.013

Penguji

Dosen Penguji I

An. ka Studio Teknik Sipil 29/1/24

Vega Aditama

Ir. Bambang Wedvantadji, MT.

Dosen Penguji II

Ir. Ester Priskasari, MT.

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1



Ir. I Wayan Mundra, MT.

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1

Munasih

Ir. Munasih, MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DENDI AHMADI

Nim : 14.21.013

Program Studi : Teknik Sipil - S1

Fakultas : FTSP (Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir Saya yang berjudul :

“STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI “

merupakan Naskah TUGAS AKHIR asli yang saya buat dan bukan merupakan hasil penelitian maupun karya ilmiah yang telah diajukan oleh orang lain untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun. Dalam karya ilmiah ini juga tidak terdapat karya ilmiah yang telah ditulis atau terbitkan oleh pihak lain, kecuali kutipan yang telah disertakan sumber kutipannya dalam daftar pustaka.

Jika pada Naskah TUGAS AKHIR ini ditemukan unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, 2019
Yang Membuat
Pernyataan

DENDI AHMADI
14.21.013

ABTARAKSI

STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI. Dendi Ahmadi, 14.21.013. Program studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, MT., Pembimbing II : Mohammad Erfan, ST., MT.

Dewasa ini semakin banyak pembangunan gedung bertingkat yang didesain untuk tahan terhadap gempa, dan alternatif dari penggunaan struktur penguat lainnya salah satunya dengan metode perkuatan dinding geser. Dinding geser dipasang untuk menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Dinding geser juga berfungsi sebagai pengganti kolom dari segi pemanfaatan ruang. Dinding geser juga berperilaku sebagai balok lentur kantilever, dinding geser adalah elemen lentur dan tekan aksial.

Oleh sebab itu, dinding geser mampu menahan gaya geser dan gaya lentur serta tekan aksial. Pada penelitian Tugas Akhir ini adalah dinding geser kantilever, dinding geser yang ditinjau dari gedung 7 lantai yang berfungsi sebagai hotel. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisa perhitungan tulangan transversal dan longitudinal. Analisa statis tertentu pada model gedung menggunakan program bantu Etabs 2004.

Dengan mutu beton $f_c' 30$ Mpa dan mutu baja tulangan $f_y 300$ Mpa juga Dari hasil gaya dalam yang di dapat dari aplikasi direncanakan tulangan untuk dinding geser, sehingga didapatkan diameter tulangan yang diperlukan.

Kata Kunci : Tahan gaya gempa, dinding geser, penulangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Solawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw. Hanya atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI”** dengan baik.

Atas terselesaikannya penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Lalu Mulyadi, MT. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku Dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang Malang.
4. Ibu Ir. Munasih, MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang Malang.
5. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT dan Bapak M. Erfan, MT. selaku dosen pembimbing Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang Malang.
6. Keluarga dan semua rekan-rekan yang tidak henti - hentinya memberikan dukungan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan.

Malang, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

BAB I. Pendahuluan

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Identifikasi Masalah	2
1.3	Rumusan Masalah	2
1.4	Tujuan Penulisan	3
1.5	Batasan Masalah	3

BAB II. Tinjauan Pustaka

2.1	Konsep Dasar Perencanaan Struktur	4
2.2	Sistem Struktur Penahan Seismik	6
2.3	Jenis Dinding Geser	7
2.4	Dinding Geser Berdasarkan Letak dan Fungsinya	10
2.5	Perencanaan Dinding Geser Kantilever	11
2.5.1	Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Aksial	12
2.5.2	Persyaratan Komponen Struktur	19
2.6	Perencanaan Dinding Geser Terhadap Gaya Geser	24
2.7	Pembebanan Struktur	26

BAB III Metodologi Perencanaan

3.1	Data Bangunan	27
3.2	Mutu Bahan yang Digunakan	27
3.3	Data Pembebanan	30
3.3.1	Data Beban Mati	30
3.3.2	Data Beban Hidup	30
3.3.3	Kombinasi Beban Untuk Metode Ultimit	30

3.4	Diagram Alir	31
-----	--------------------	----

BAB IV Perhitungan Penulangan Struktur

4.1	Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom.....	32
4.1.1	Dimensi Balok.....	32
4.1.2	Dimensi Kolom	33
4.2	Perhitungan Pembebanan	33
4.2.1	Beban Mati	33
4.2.2	Beban Hidup	35
4.2.3	Beban Gempa	36
4.3	Kombinasi Beban	53
4.4	Perhitungan Pertemuan Balok Kolom.....	56
4.5	Perhitungan Penulangan Struktur.....	63
4.5.1	Perhitungan Penulangan Balok B1.....	63
4.5.2	Perhitungan Penulangan Kolom K1.....	94
4.5.3	Perhitungan Penulangan Hubungan Balok Kolom	146
4.5.4	Perhitungan Penulangan Dinding Geser	152

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	195
5.2	Saran	196

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Jawa timur merupakan provinsi dengan wilayah yang rawan terhadap gempa bumi yang cukup tinggi dan setiap harinya yang semakin meningkat. Indonesia terletak di kawasan Cincin Api Pasifik, yang dikenal sebagai salah satu daerah dengan aktivitas seismik tertinggi di dunia. Akibatnya, gempa bumi menjadi ancaman yang nyata bagi banyak daerah di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Indonesia mengalami ratusan gempa bumi setiap tahunnya, beberapa di antaranya menyebabkan kerusakan signifikan pada infrastruktur dan korban jiwa.

Bangunan gedung, terutama yang berfungsi sebagai tempat tinggal, perkantoran, dan fasilitas umum, sangat rentan terhadap dampak gempa bumi. Oleh karena itu, kebutuhan akan bangunan yang tahan gempa menjadi sangat mendesak untuk mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan keselamatan penghuninya.

Penerapan teknologi dan desain konstruksi tahan gempa pada bangunan gedung telah menjadi fokus penting dalam industri konstruksi. Standar-standar seperti SNI 1726:2019 tentang "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung" telah disusun untuk memastikan bahwa bangunan-bangunan di Indonesia mampu menahan beban gempa sesuai dengan tingkat resiko yang diperkirakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi efektivitas dari teknik dan desain konstruksi yang diterapkan pada bangunan gedung tahan

gempa. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan standar keselamatan bangunan di Indonesia, serta memberikan rekomendasi yang dapat diterapkan dalam praktik konstruksi sehari-hari.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis menganalisa perhitungan dinding geser kantilever, sehingga mampu direncanakannya bangunan dengan dinding geser kantilever yang kuat menahan gaya gempa desain, dengan judul “STUDI PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON BANYUWANGI”.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan beban gempa pada gedung bertingkat pada wilayah gempa 3 yang akan ditahan oleh dinding geser kantilever maka perencanaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan dinding geser kantilever.

1.3. Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini :

1. Berapa dimensi dinding geser yang dibutuhkan?
2. Berapa tulangan yang dibutuhkan pada dinding geser ?

1.4. Tujuan Penulisan

Maksud dilakukan analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu mendesain penulangan utama pada dinding geser.
2. Mampu mendesain penulangan geser pada dinding geser.

1.5. Batasan Masalah

Pembahasan pada perencanaan dinding geser ini lebih dikhususkan pada dinding geser dengan bukaan. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, maka untuk menghindari penyimpangan pembahasan perlu dibuat pembatasan masalah. Batasan-batasan yang dipakai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menentukan dimensi dinding geser.
2. Analisa perencanaan penulangan longitudinal.
3. Analisa perencanaan penulangan transversal.
4. Perhitungan analisa struktural dengan menggunakan program Etabs 2004.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dinding Geser

Untuk bangunan bertingkat tinggi, diperlukan tingkat kekakuan yang memadai guna menahan gaya lateral yang dihasilkan oleh angin dan gempa bumi. Jika bangunan tinggi tersebut tidak dirancang dengan tepat untuk menghadapi gaya-gaya ini, maka tegangan yang sangat besar bisa terjadi, disertai dengan getaran dan goyangan lateral saat gaya tersebut terjadi. Hal ini tidak hanya berpotensi menyebabkan kerusakan serius pada bangunan, tetapi juga dapat mengurangi kenyamanan para penghuni.

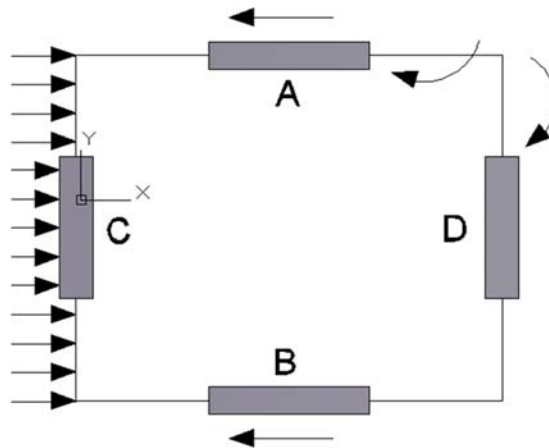
Ketika dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang horizontal yang signifikan ditempatkan di lokasi-lokasi strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara efektif untuk memberikan perlindungan terhadap beban horizontal yang dibutuhkan. Dinding semacam ini dikenal sebagai dinding geser, yang berfungsi seperti balok kantilever vertikal tinggi dan memberikan stabilitas lateral pada struktur dengan menahan geser dan momen tekuk yang disebabkan oleh gaya lateral.

Karena kekuatan dinding geser biasanya ditentukan oleh kemampuan lenturnya, seringkali terjadi kekeliruan dalam penamaan. Namun, pada beberapa kondisi, dinding geser mungkin memerlukan tulangan geser tambahan untuk mencegah kegagalan tarik diagonal.

Praktik umum dalam desain struktur adalah dengan mengasumsikan bahwa gaya lateral bekerja pada setiap tingkat lantai. Kekakuan horizontal pada pelat lantai biasanya jauh lebih besar dibandingkan dengan kekakuan dinding dan kolom,

sehingga diasumsikan bahwa setiap lantai bergeser pada bidang horizontalnya sebagai sebuah elemen kaku.

Gambar 2.1 menunjukkan tata letak bangunan yang menerima gaya horizontal. Gaya-gaya ini diterapkan pada pelat lantai dan atap bangunan, yang kemudian berfungsi sebagai balok besar yang menyalurkan beban ke dinding geser A dan B. Jika gaya lateral datang dari arah lain, maka dinding geser C dan D akan menahannya.



Gambar 2.1

Dinding geser sering kali diterapkan pada bangunan yang memiliki pelat lantai dasar. Kombinasi antara pelat dan dinding ini menjadi jenis konstruksi yang paling umum digunakan saat ini, terutama pada bangunan apartemen bertingkat tinggi dan bangunan residensial lainnya.

Dinding geser dirancang membentang sepanjang jarak vertikal antara lantai-lantai.

Ketika dinding ini ditempatkan dengan cermat dan simetris dalam proses perencanaan, mereka sangat efisien dalam menahan beban vertikal dan lateral

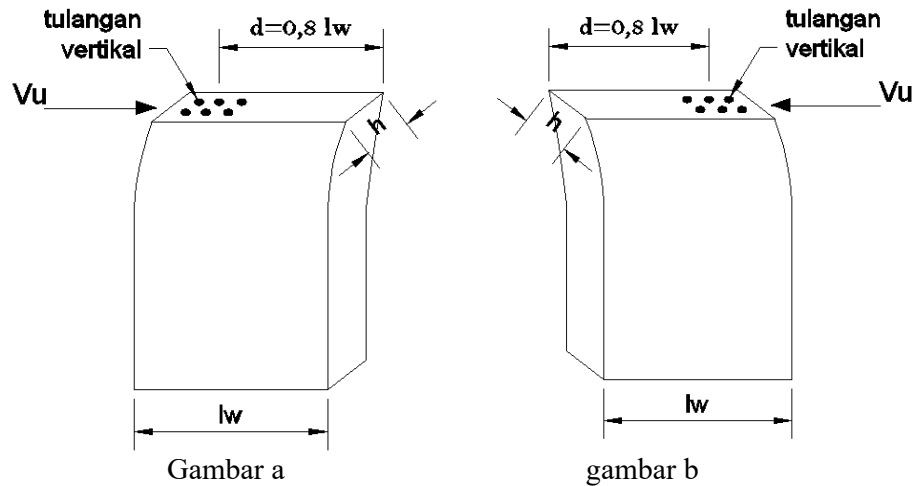
tanpa mengganggu aspek arsitektural bangunan. Gedung beton bertulang yang mencapai ketinggian hingga 70 lantai perlu dilengkapi dengan dinding geser. Pada arah horizontal, dinding geser penuh bisa dipasang sepanjang seluruh panjang panel dan elemen struktur utama lainnya. Namun, jika gaya yang dihadapi lebih kecil, dinding geser hanya perlu dipasang pada sebagian panjang elemen struktur utama.

Dinding geser dapat difungsikan untuk menahan gaya lateral saja atau berfungsi sebagai dinding penahan beban. Selain itu, dinding geser sering digunakan untuk area-area seperti ruang lift, tangga, dan toilet.

Dalam konstruksi tahan gempa, penting diingat bahwa elemen struktur yang lebih kaku cenderung menarik gaya yang lebih besar dibandingkan elemen yang lebih fleksibel. Struktur yang menggunakan dinding geser beton bertulang akan memiliki kekakuan yang cukup untuk menahan gaya gempa yang signifikan. Jika terjadi kegagalan pada dinding geser yang rapuh, sisa dinding yang bersifat lebih daktil masih dapat memberikan tingkat daktilitas yang memadai, sehingga dinding geser yang ditulangi dengan baik akan sangat efektif dalam menahan gaya gempa.

Bangunan beton bertulang bertingkat tinggi sering dirancang dengan dinding geser untuk mengatasi gaya gempa, dan bangunan seperti ini telah terbukti bekerja dengan baik pada gempa yang terjadi akhir-akhir ini. Selama gempa, dinding geser yang dirancang dengan baik akan meminimalkan jumlah kerusakan pada portal struktur. Dinding geser juga berfungsi untuk mengurangi kerusakan pada bagian non-struktural bangunan, seperti jendela, pintu, partisi langit-langit, dan sebagainya.

Gambar 2.2 menunjukkan dinding geser yang menahan gaya lateral V_u . Dinding ini berfungsi sebagai balok kantilever dengan lebar l_w dan tebal keseluruhan h . Pada Gambar bagian (a), dinding mengalami lenturan dari kiri ke kanan akibat V_u , sehingga tulangan tarik diperlukan di sisi kiri atau sisi tarikannya.



Gambar 2.2. gambar dinding geser yang menerima gaya lateral

Jika gaya lateral diterapkan dari sisi kanan, seperti yang diperlihatkan pada gambar bagian (b), tulangan tarik perlu ditempatkan di sisi kanan dinding. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dinding geser membutuhkan tulangan tarik pada kedua sisinya, karena gaya V_u dapat datang dari kedua arah tersebut. Dalam perhitungan lentur, tinggi efektif balok yang diukur dari sisi tekan dinding hingga titik berat tulangan tarik diperkirakan sekitar 0,8 kali panjang dinding l_w .

2.1.1. Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya

gempa dan angin. Berdasarkan geometrinya dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

1. Dinding Geser dengan Bukaannya (Opening Shearwall)

Dalam banyak situasi, dinding geser tidak bisa digunakan tanpa memasukkan beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, serta saluran mekanikal dan elektrik. Namun, bukaan-bukaan ini dapat ditempatkan pada lokasi yang tidak secara signifikan mempengaruhi kekakuan atau tegangan dinding. Jika bukaan-bukaan tersebut berukuran kecil, pengaruhnya terhadap struktur biasanya minimal, tetapi hal ini tidak berlaku jika ukurannya besar.

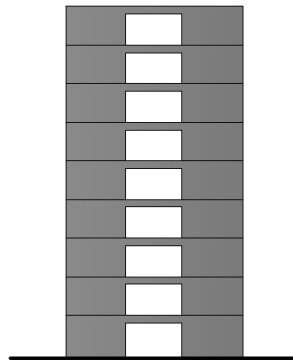
Biasanya, bukaan-bukaan seperti jendela dan pintu diletakkan secara vertikal dan simetris pada dinding sepanjang tinggi struktur. Penampang dinding di sekitar bukaan ini dihubungkan bersama oleh balok yang terdapat pada dinding, pelat lantai, atau kombinasi keduanya. Seperti yang bisa Anda lihat, analisis struktur untuk kondisi semacam ini cukup kompleks dan sering kali dilakukan dengan menggunakan persamaan empiris.

Bukaan-bukaan ini sedikit mempengaruhi kemampuan geser struktur pendukung. Kapasitas lentur struktur pendukung di bagian dasar yang kritis akan berkurang secara drastis akibat perubahan mendadak dari bagian dinding menjadi kolom.

Gambar 2.3 Dinding geser dengan bukaan

2. Dinding geser berangkai (coupled shearwall).

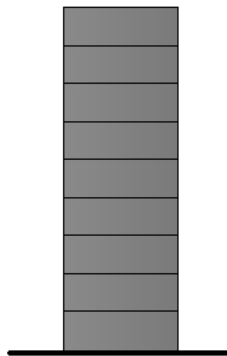
Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser kantilever tersebut saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain (gambar 2.7).



2.4. Dinding geser berangkai

3. Dinding geser kantilever (free standing shearwall).

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas



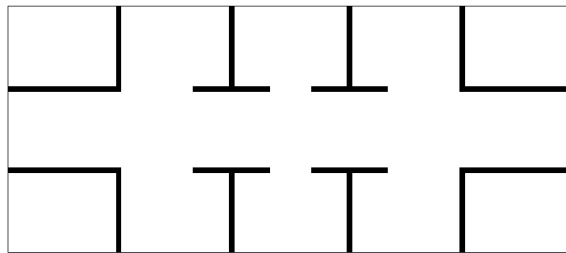
2.5. Dinding geser kantilever

2.1.2. Dinding Geser Berdasarkan Letak dan fungsinya

Berdasarkan letak dan fungsinya dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

1. Bearing Walls

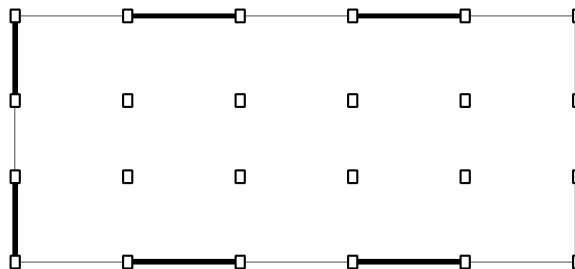
adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antarapartemen yang berdekatan.



2.6. Bearing Walls

2. Frame Walls

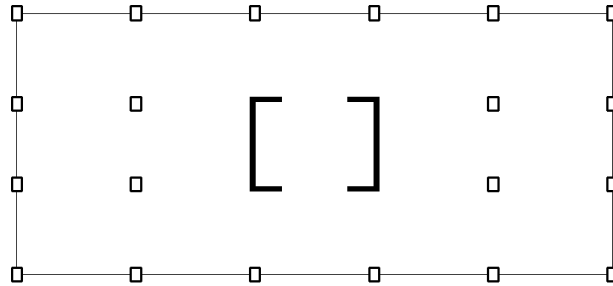
adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom.



2.7. Frame Walls

3. Core Walls

adalah dinding geser yang berada di area inti pusat gedung, yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak di area inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan yang ramah kantong.



2.8. Core Walls

2.2. Struktur Bangunan Tahan Gempa

Untuk perencanaan pada pembangunan hotel aston banyuwangi menggunakan analisis beban gempa pada gedung beraturan

2.2.1. Analisis bangunan tahan gempa pada Gedung Beraturan

a. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V)

Beban geser dasar statik ekuivalen (V) ditentukan berdasarkan ketentuan pasal 6.1.2 SPKGUSBG-2002, yaitu :

$$V = \frac{C_I \cdot I}{R} \cdot W_t$$

Dimana :

V = Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan, kN.

C_I = Nilai faktor respons gempa yang diperoleh dari spektrum respons

gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.

I = faktor keutamaan gedung

R = Faktor reduksi gempa

Wt = Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.

Cara ini adalah merupakan analisa beban gempa static ekuivalen yang biasanya digunakan pada gedung-gedung yang strukturnya beraturan dan tinggi bangunan ≤ 40 m. Dimana pembangian beban geser dasar (V) akibat gempa sepanjang tinggi gedung dibagikan menjadi beban-beban horizontal terpusat yang bekerja pada masing-masing tingkat lantai.

b. Beban gempa nominal statik ekuivalen pada lantai (F_i)

Beban gempa nominal statik ekuivalen (F_i) ditentukan berdasarkan ketentuan pasal 6.1.3 SPKGUSBG-2002, yaitu :

$$F_i = \frac{W_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot Z_i)} \cdot V$$

Dimana :

F_i = Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-I struktur atas gedung, kN.

W_i = Berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.

Z_i = Ketinggian lantai tingkat ke-I gedung terhadap taraf penjepitan lateral, m.

N = Nomor lantai paling atas.

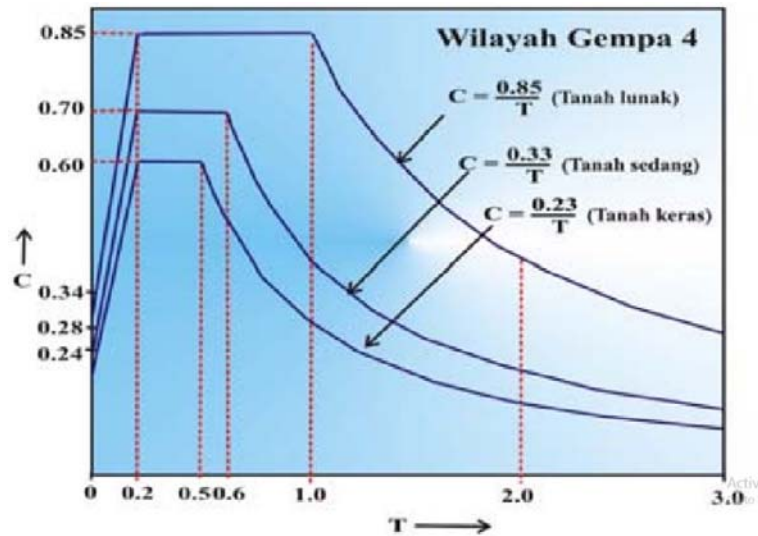
c. Koefesien gempa dasar - C

Koefisien gempa dasar ditentukan dari PPKGURG 1987, dengan memakai waktu getar alami struktur gedung. Dua jenis tanah bawah harus dibedakan dalam memilih nilai C, yaitu tanah keras dan tanah lunak. Untuk menentukan pedoman ini suatu struktur gedung harus dianggap berdiri diatas tanah bawah yang lunak.

2.2.2. Wilayah Gempa dan Respons Spektrum

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa, dimana Wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 dengan kegempaan yang paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun.

Pada lokasi yang dipakai dalam penulisan skripsi ini berada di kota Malang sehingga termasuk dalam wilayah gempa 4 dengan respons spectrum gempa rencana seperti pada gambar 2.9.



gambar 2.9. respons spectrum gempa rencana

2.2.3. Rencana Pembebanan

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung tahun 1983 (DPU, 1983), beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, serta kombinasi dari beban-beban tersebut. Definisi masing-masing beban adalah sebagai berikut:

1. **Beban mati** merujuk pada berat semua bagian struktur gedung yang bersifat permanen, termasuk unsur tambahan, mesin, dan peralatan yang menjadi bagian tak terpisahkan dari gedung tersebut.
2. **Beban hidup** adalah semua beban yang dihasilkan akibat penghuni atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang bisa dipindahkan, mesin, dan peralatan yang bukan merupakan bagian tetap dari gedung dan dapat diganti selama masa pakainya, sehingga mempengaruhi pembebanan pada lantai dan atap gedung.
3. **Beban gempa** adalah semua beban statis ekuivalen yang bekerja pada gedung untuk mensimulasikan efek dari gerakan tanah yang diakibatkan oleh gempa.
4. **Beban angin** mencakup semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara.

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen struktur gedung sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (DPU, 1983) yang digunakan seperti pada SNI.

2.2.4. Analisis Statik Ekuivalen

Analisis perancangan struktur bangunan terhadap beban gempa secara statis pada dasarnya melibatkan penggantian gaya-gaya horizontal yang dihasilkan

oleh pergerakan tanah dengan gaya-gaya statis yang setara. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk menyederhanakan dan mempermudah perhitungan. Metode ini dikenal sebagai Metode Gaya Lateral Ekuivalen (Equivalent Lateral Force Method). Dalam metode ini, diasumsikan bahwa gaya horizontal akibat gempa yang bekerja pada suatu elemen struktur ditentukan berdasarkan perkalian antara suatu konstanta dengan berat atau massa elemen struktur tersebut.

2.3. Perencanaan Dinding Geser kantilever.

2.3.1. Desain Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

Rasio penulangan ρ_v dan ρ_n untuk dinding struktural tidak boleh kurang dari 0,0025 pada arah sumbu-sumbu longitudinal dan transversal. Apabila tebal dinding lebih besar atau sama dengan 200 mm dan atau apabila nilai gaya geser terfaktor yang bekerja pada suatu bidang dinding geser melampaui nilai : $\frac{1}{6} \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f'c}$, maka pada dinding tersebut paling sedikit harus di pasang tulangan dalam 2 lapis, dimana dinding harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang.

Beberapa pembatasan untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut *Paulay dan Priestley*, yaitu :

- a. Besarnya ρ_v pada seluruh bagian dinding geser tidak boleh kurang dari $0,7/f_y$ (dalam MPa) dan tidak lebih dari $16/f_y$ (MPa).
- b. Jarak antar tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm dan pada daerah lain (yaitu daerah elastis), 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi $1/8$ dari tebal dinding geser.

- d. Jika pembatasan tulangan lentur ditetapkan berdasarkan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di sepanjang tinggi dinding geser dengan kemungkinan yang merata. Kondisi ini tidak diinginkan dalam perencanaan karena area sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul di setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka harus dilakukan pendetailan khusus di sepanjang dinding, yang tentu saja tidak ekonomis. Selain itu, kekuatan dinding geser akan menurun pada area di mana terjadi pelelehan tulangan lentur, sehingga perlu penambahan tulangan geser pada setiap tingkat.
- e. Untuk menghindari hal tersebut, lebih rasional jika memastikan bahwa sendi plastis hanya terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logis di dasar dinding geser. Ini dapat dicapai dengan menetapkan kekuatan lentur yang melebihi kekuatan lentur maksimum yang diperlukan.
- f. Diagram bidang momen menunjukkan momen hasil dari aplikasi gaya statis lateral dengan kekuatan ideal terjadi di dasar dinding geser. Gambar tersebut mengindikasikan kekuatan lentur minimum yang harus dipenuhi, di mana kekuatan ideal terjadi di dasar dinding geser.
- g. Menurut gambar 2.3.1, perubahan kekuatan diasumsikan terjadi pada jarak yang sama dengan lebar dinding geser l_{wl_wlw} . Daerah dengan ketinggian l_{wl_wlw} akan menerima momen lentur yang sama dengan momen di dasar dinding geser, sehingga area setinggi l_{wl_wlw} ini merupakan area sendi plastis.

Untuk keperluan penyambungan, tulangan dari tingkat sebelumnya harus diteruskan agar menjamin perilaku serta kekuatan dari struktur. Panjang tulangan yang diteruskan tersebut panjangnya tidak kurang dari panjang penyaluran l_d . Besarnya l_d dapat dihitung dengan rumus :

$$l_d = m_{db} \cdot l_{db}$$

dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \cdot A_b \cdot f_y}{c \cdot \sqrt{f'_c}}$$

dengan :

A_b = Luas penampang tulangan (mm^2)

c = 3 x diameter tulangan (mm)

m_{db} = faktor modifikasi 1,3.

2.3.2. Desain Dinding Geser Terhadap Beban Geser

Elemen dinding (Wall) dikatakan sebagai dinding geser (shear wall) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban lateral lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul

Beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut *Paulay dan Priestley* adalah :

- a. Besarnya rasio penulangan horizontal (ρ_h) minimal 0,0025 atau $\rho_h \geq 0,0025$.
- b. Jarak antar tulangan horizontal tidak boleh melebihi dua setengah kali tebal dinding atau 450 mm.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh lebih dari $\frac{1}{8}$ tebal dinding geser.

- d. Keruntuhan akibat geser sebaiknya dihindari sebisa mungkin. Oleh karena itu, kekuatan dinding geser terhadap gaya geser harus dirancang melebihi gaya geser maksimum yang mungkin terjadi. Selama gempa, gaya geser yang bekerja pada dinding geser sering kali lebih besar dari yang diperkirakan dalam analisis statik.
- e. Untuk memastikan kapasitas dinding pada setiap ketinggian, gaya geser rencana perlu ditingkatkan dengan mempertimbangkan faktor ϕ dan faktor pembesaran dinamis (ω). Faktor ϕ digunakan untuk menghindari keruntuhan geser sebelum terjadi keruntuhan atau pelelehan lentur pada struktur.

Menurut SK-SNI 03-2847-2002 pasal 23.6.3, kuat geser rencana bagi dinding geser pada penampang dasar sehubungan dengan adanya pembesaran dinamis, harus dihitung menurut persamaan berikut :

$$V_{u.d.maks} = \omega_d \cdot 0,7 \cdot \frac{M_{kap.d}}{M_{E.d.maks}} \cdot V_{d.maks}$$

Dimana :

- $M_{kap.d}$ = Momen kapasitas dinding geser pada penampang dasar yang dihitung berdasarkan luas baja tulangan yang terpasang dan tegangan tarik baja tulangan
- $M_{E.d.maks}$ = Momen lentur maksimum dinding geser akibat beban gempa tak berfaktor pada penampang.
- $M_{E.d.maks}$ = Gaya geser maksimum dinding geser akibat beban gempa tak berfaktor pada penampang.

- ω_d = Koefisien pembesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.

Menurut SK-SNI 03-2847-2002 pasal 23.6.4 butir 1, kuat geser nominal

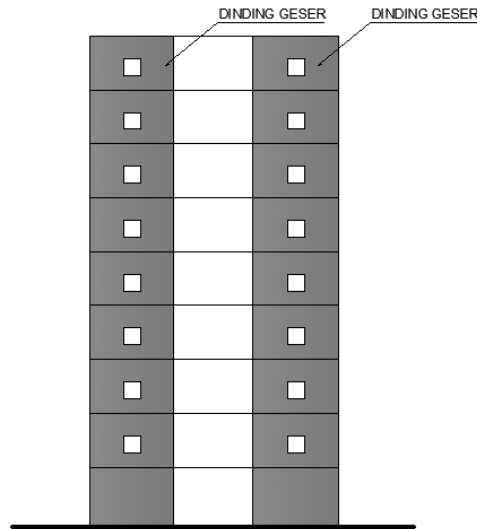
V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada :

$$V_n = A_{CV} (\alpha_C \sqrt{f'_c} + \rho_n f_y)$$

Dimana koefisien :

- $\alpha_C = 1/4$ untuk $(h_w/l_w) \leq 1,5$
- $\alpha_C = 1/6$ untuk $(h_w/l_w) \leq 2$

Tahanan geser nominal segmen-segmen dinding horizontal tidak boleh diambil melebihi $(5/6) A_{CP} \sqrt{f'_c}$, dimana A_{CP} adalah luas penampang segmen dinding horizontal atau balok perangkai, seperti pada gambar 2.10.

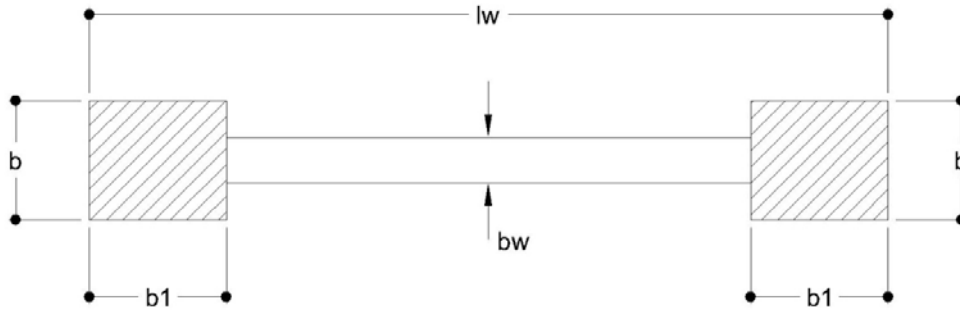


Gambar 2.10. Dinding geser dengan bukaan

Kontrol Penulangan, Ukuran dimensi dan jarak antar tulangan agar dinding tersebut dapat memenuhi persyaratan yang ada. Rasio penulangan dinding geser adalah sebesar :

$$\rho_1 = \sum A_b / b_{sv}$$

Dimana A_b adalah luas tulangan dan b_{sv} adalah jarak antar tulangan, tidak boleh kurang dari $0,7/f_y$ (Mpa) dan tidak boleh lebih dari $1,6/f_y$ (Mpa). Sedangkan untuk pembatasan dimensi dinding adalah sebagai berikut :



Gambar 2.11. Pembatasan dimensi dinding geser

$$b \geq b_w \qquad b_1 \geq \frac{b_c \cdot l_w}{10 \cdot b}$$

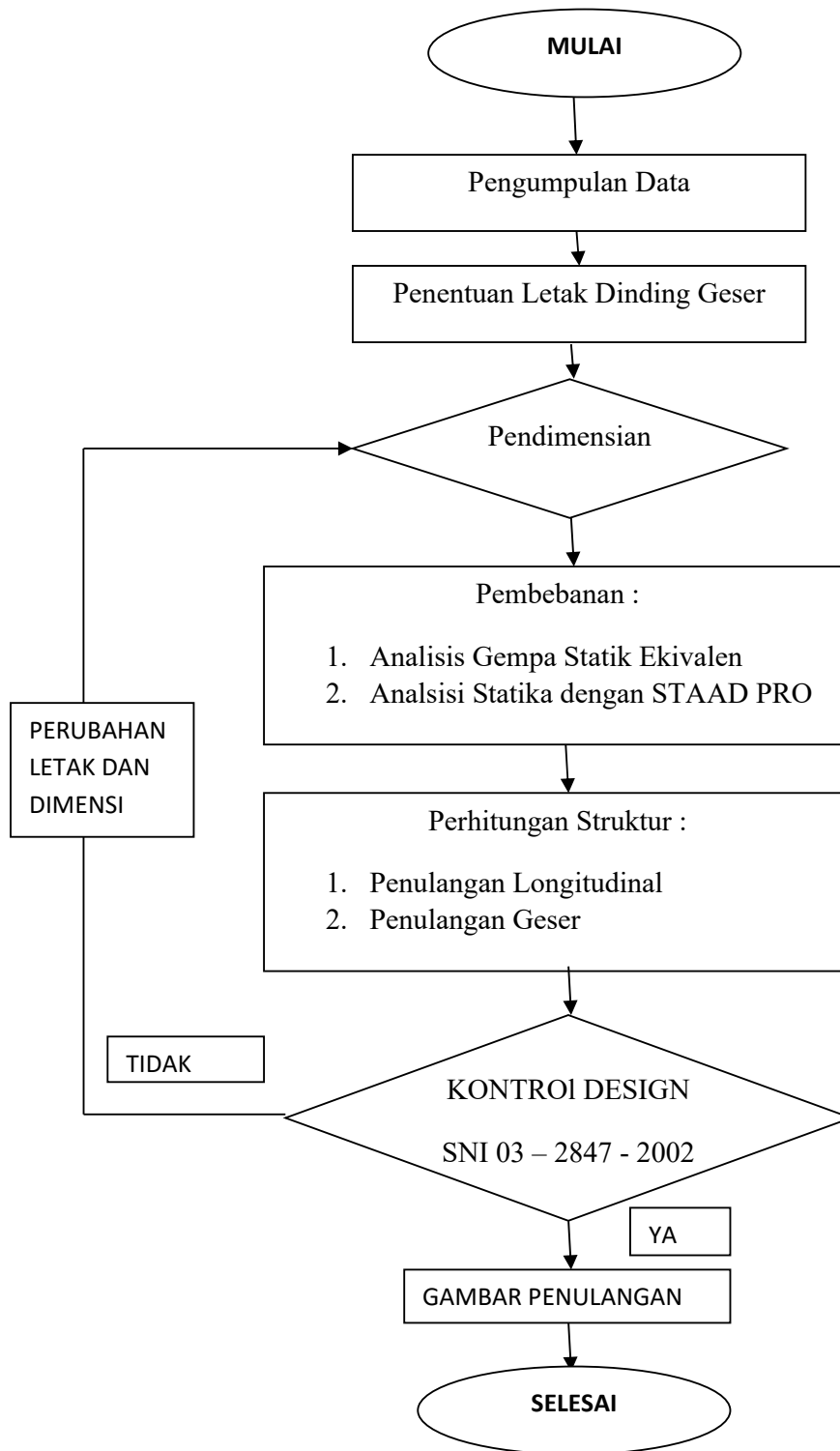
$$b \geq b_c \qquad b_1 \geq \frac{b_c^2}{b}$$

$$b \geq h_i/16 \qquad b_1 \geq h_i/16$$

dimana : $b_c = 0,0171 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_\phi}$

$\mu_\phi =$ rasio daktilitas kurva = 5

2.4. Bagan Alir



BAB III METODOLOGI KAJIAN

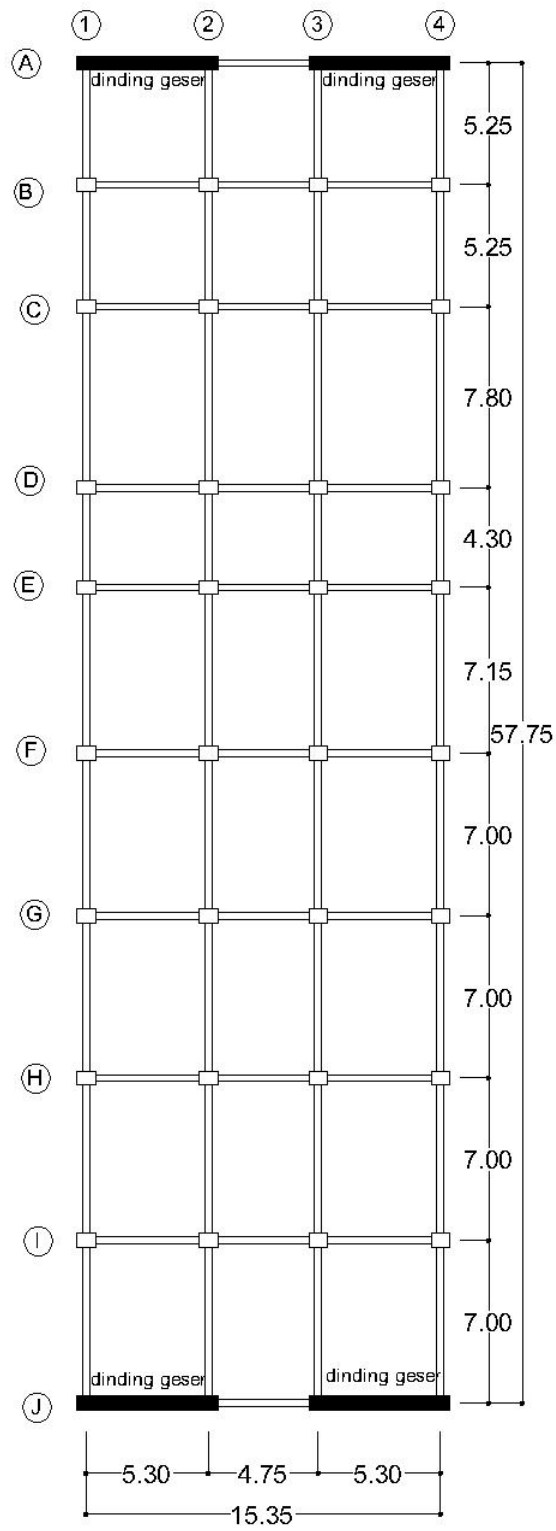
3.1 Data Bangunan

Data umum Perencanaan dinding geser proyek pembangunan hotel aston banyuwangi adalah sebagai berikut :

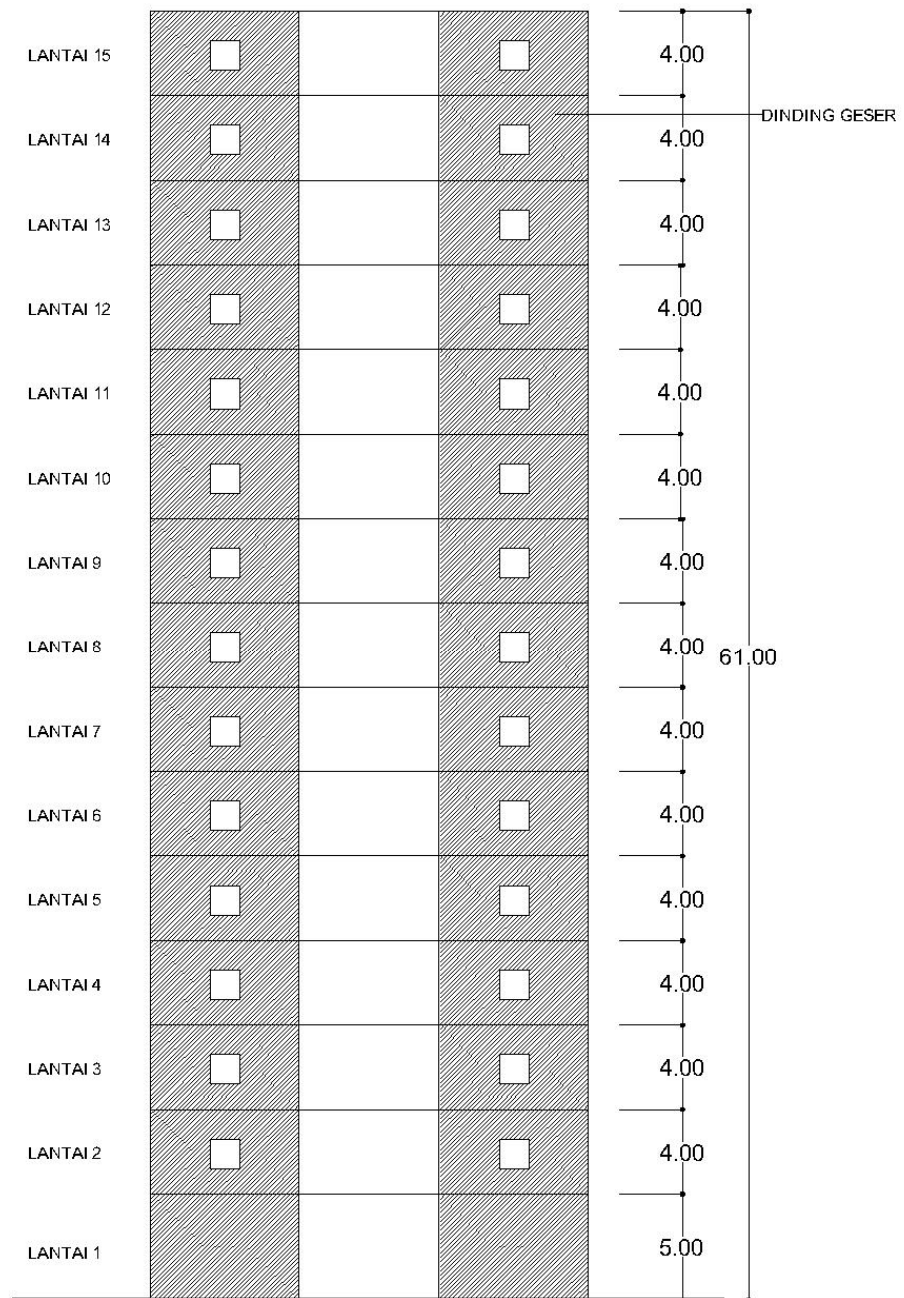
- Nama Gedung : Hotel Aston Banyuwangi
- Lokasi Bangunan : Kecamatan Giri, Banyuwangi – Jawa Timur
- Fungsi : Gedung Hotel
- Daerah gempa : Wilayah Gempa 3
- Luas bangunan : 630 m²
- Tinggi bangunan : 25.5 m
- Tinggi tiap bangunan : 3,5 m
- Jumlah lantai : 7 lantai
- Struktur bangunan : Beton Bertulang

3.2 Mutu Bahan Yang Digunakan

- Mutu beton (f_c) : 30 Mpa
- Mutu baja ulir (f_y) : 300 MPa
- Mutu baja polos (f_y) : 240 Mpa



Gambar 3.1. Perletakan Dinding Geser



Gambar 3.2. Perletakan Dinding Geser Dari Depan

3.3. Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser

3.3.1. Dimensi Kolom

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi kolom seperti pada gambar rencana Ijen Padjadjaran Suites Hotel Resort dengan ukuran 60/80 cm.

3.3.2. Dimensi Balok

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi balok seperti pada rencana Ijen Padjadjaran Suites Hotel Resort yang sudah ada dengan ukuran :

1. Bentang 5,3 m (B1) = 30/50 cm
2. Bentang 4,75 m (B2) = 25/40 cm
3. Bentang 7 m (B3) = 40/60 cm
4. Bentang 4,3 m (B2) = 25/40 cm

3.3.3. Dimensi Dinding Geser

Menurut SNI 03-2847-2002 pada penjelasan pasal S13.10.3 banyak percobaan pada dinding geser dengan ketebalan sama sebesar $l_w / 25$ telah menunjukkan bahwa dapat diperoleh tegangan ultimate lebih dari $(5/6) \sqrt{f'_c}$.

Jadi untuk tebal (t) Dinding geser *berdasarkan lebar dinding* :

- $l_w = 560 \text{ cm}$
- $t = l_w / 25$
 $= 560 / 25$
 $= 22,4 \text{ cm} \dots\dots\dots$ dipakai $t = 25 \text{ cm}$

Berdasarkan rumusan hasil T. paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul “Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansory Building”, dimensi dinding geser *berdasarkan tinggi dinding* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- $h_1 = 5 \text{ m}$
- $h_2 = 4 \text{ m}$
- $t \geq \frac{h_1}{16}$
 $\geq \frac{5}{16}$
 $\geq 0,31 \text{ m} = 31 \text{ cm} \dots\dots\dots$ Dipakai 35 cm
- $t \geq \frac{h_2}{16}$
 $\geq \frac{4}{16}$
 $\geq 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm} \dots\dots\dots$ Dipakai 25 cm
- Maka untuk tebal dinding geser dipakai 35 cm

Untuk kontrol lebar dinding geser (l_w) = $l_w < l_{wmaks}$

Diambil type dinding geser dengan l_w terpanjang

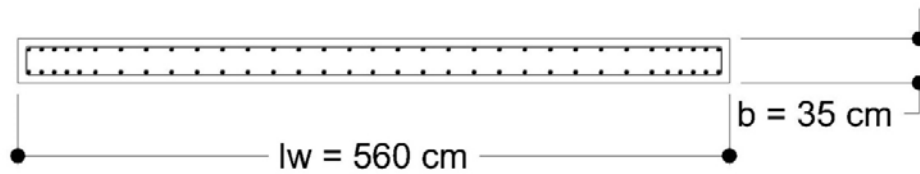
➤ $t = 35 \text{ cm}$

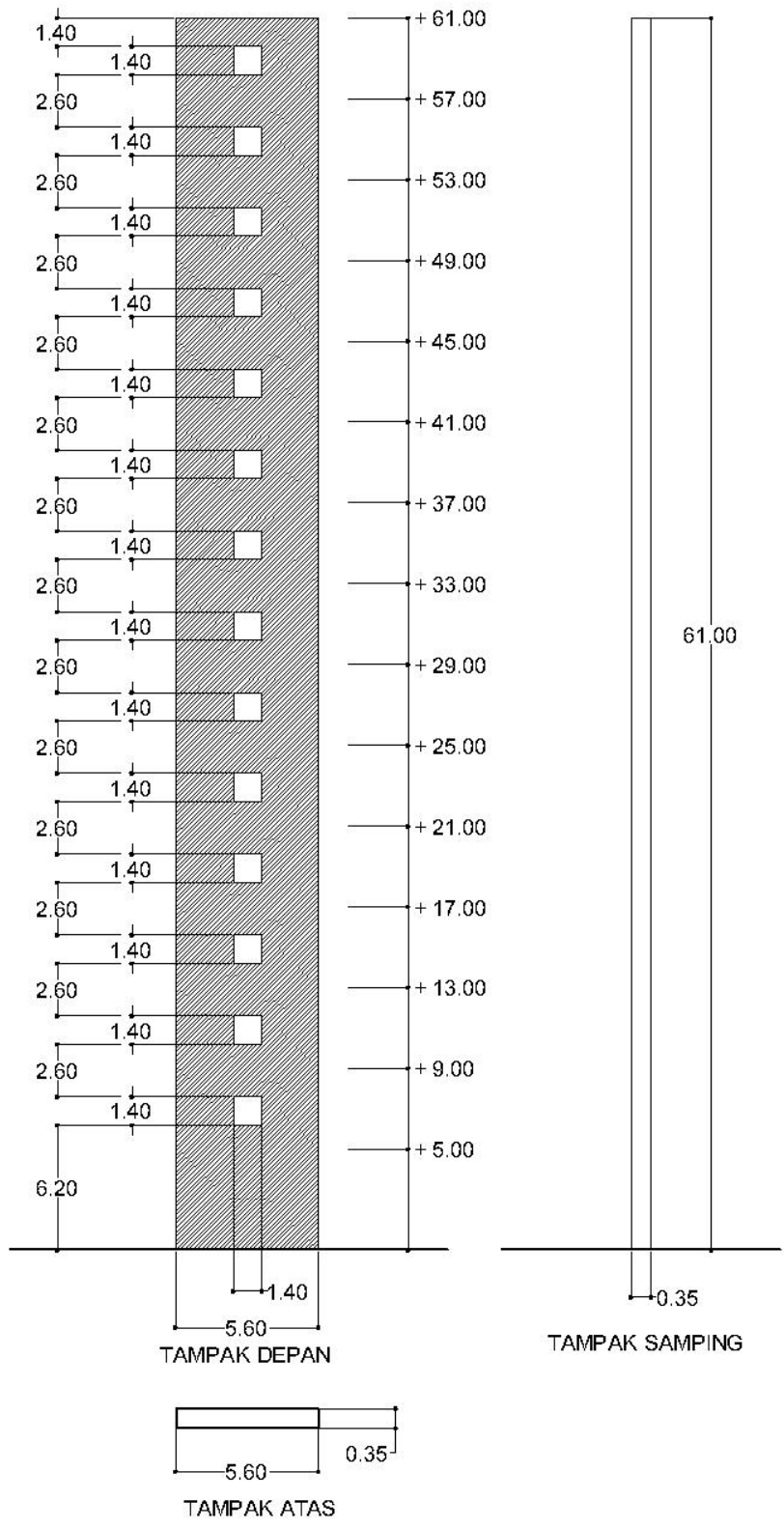
➤ $h_1 = 500$

➤ $l_w = 560 \text{ cm}$

➤ $l_{wmaks} = 1,6 \cdot h_1$
 $= 1,6 \cdot 500$
 $= 800 \text{ cm}$

➤ $l_w = 560 \text{ cm} < l_{wmaks} = 800 \text{ cm} \dots \text{ (ok)}$





Gambar 3.3. Gambar rencana dinding Geser

3.4. Pembebanan.

Sesuai dengan PPI'87 tabel 3.1 :

a. Beban Hidup

- Beban hidup lantai 1-7 = 192 kg/m²
- Beban hidup atap = 96 kg/m²

b. Beban mati

- Beton Bertulang = 2400 kg/m³
- Keramik = 25 kg/m²
- Spesi = 21 kg/m²
- Langit-langit = 11 kg/m²
- Pasir = 1600 kg/m³

3.4.1 Perhitungan Beban Gempa Statik Ekuivalen

- **Kombinasi Pembebanan**

Kombinasi pembebanan yang digunakan diambil dari SNI 03-2847-2002 pasal 3.2.2 hal 13, antara lain :

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 1,2 DL + 1 LL + 1,05 E
4. 1,2 DL + 1 LL - 1,05 E
5. 0,9 DL + 1 E
6. 0,9 DL - 1 E

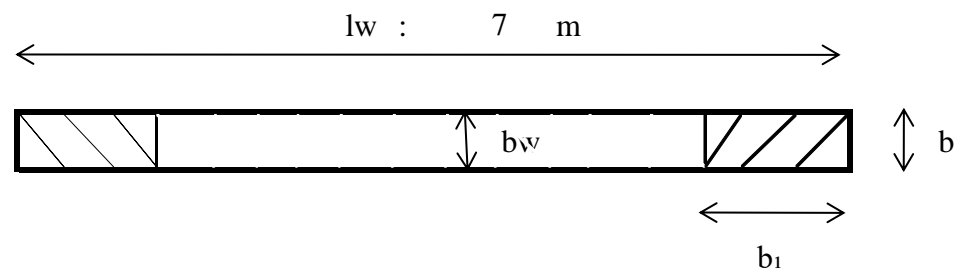
BAB IV PENULANGAN DINDING GESER

4,1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser

Data Perencanaan

- Kuat Tekan Beton (f_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 300 Mpa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0,65
 - Geser Φ : 0,60

Luas penampang dinding ges : 7000 x 300 = 2100000 mm²



- $b_c = 0,017 \times l_w \times \sqrt{\frac{\mu \Phi}{5}}$
 $= 0,017 \times 7000 \times \sqrt{\frac{5 \times 0,60}{5}}$
 $= 267,6573 \text{ mm}$
- $b_1 \geq \frac{b_c \times l_w}{10 \cdot b}$
 $\geq \frac{267,7 \times 7000}{3125}$
 $\geq 599,55 \text{ mm}$
- $b_w = 300 \text{ mm}$
- $b \geq \frac{h_l}{16}$
 $\geq 312,5 \text{ mm}$
- $b_1 \geq \frac{b_c^2}{b}$
 $\geq \frac{214.126^2}{300}$
 $\geq 239 \text{ mm}$
- $b_w \geq b \geq b_c$
 $300 \geq 312,5 \geq 267,65734$
- Jadi dimensi yang dipakai pada dinding geser pada bagian ujung
 $b = 300$ $b_1 = 384$

1. Penulangan pada segmen 1

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 64070,40 \text{ kgm} = 6407040 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 420160,128 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{6407040}{0,65} = 9856984,615 \text{ kgcm}$$

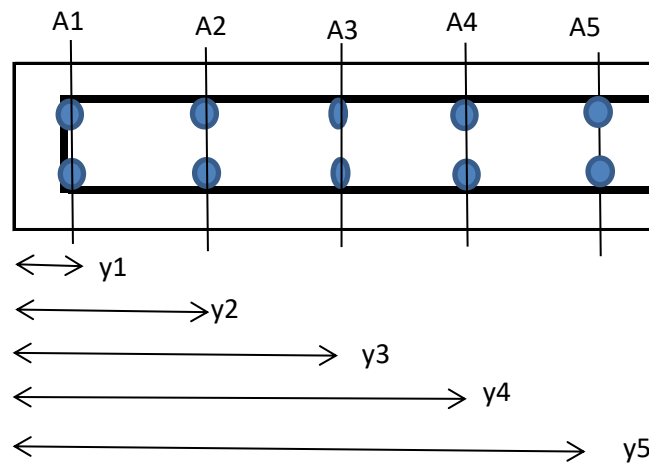
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{420160,1}{0,65} = 646400,1969 \text{ kg}$$

$$l_w = 7 \text{ m}$$

Pendekatan pertama di misalkan $d = 653,9 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{9856984,615}{3000 \times 653,9} = 5,024562 \text{ cm}^2$$

Dicoba tulangan 10 D 13 $A_s = 13,279 \text{ cm}^2$



$$y_1 = 6,08 \quad y_3 = 26,1 \quad y_5 = 46,1$$

$$y_2 = 16,1 \quad y_4 = 36,1$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + (A_4 \times y_4) + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= 26,08 \text{ cm}$$

$$d = 700 - 26,08 = 673,9 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times \sqrt{f_c} \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 21705,958 \text{ kg}$$

$$= 217059,58 \text{ N}$$

Karena $V_u = 217059,58 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0025 \times 30 \times 673,9$$

$$= 50,544 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 46 \text{ D } 13 = 61,081 \text{ cm}^2$$

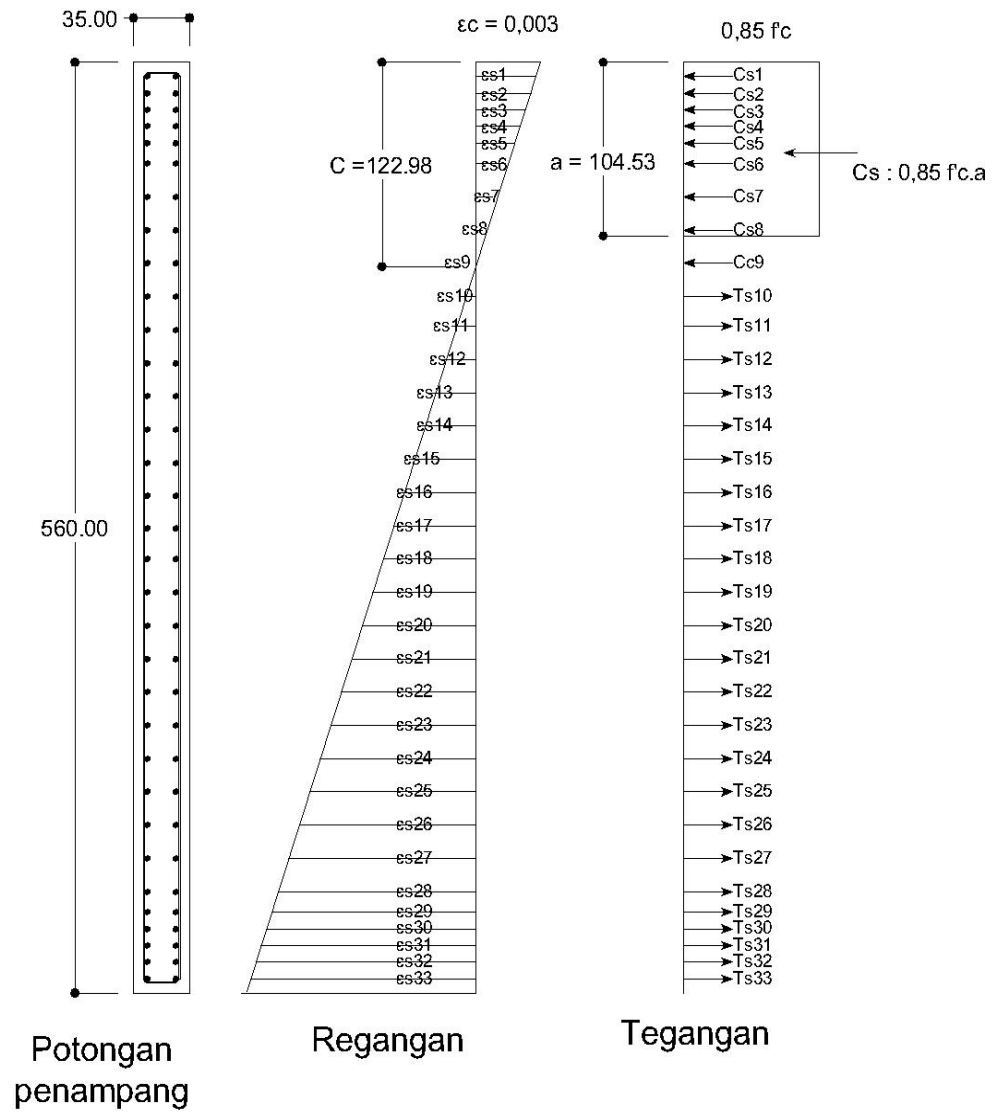
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{61,081}{30 \times 673,92} = 0,00302$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$0,00302 > 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{ OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 1229,809 \text{ mm}$



Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan arah x

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas penampang

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	6,08	d12	178,48	d23	398,48
d2	16,08	d13	198,48	d24	418,48
d3	26,08	d14	218,48	d25	438,48
d4	36,08	d15	238,48	d26	458,48
d5	46,08	d16	258,48	d27	478,48
d6	58,48	d17	278,48	d28	498,48
d7	78,48	d18	298,48	d29	510,88
d8	98,48	d19	318,48	d30	520,88
d9	118,48	d20	338,48	d31	530,88
d10	138,48	d21	358,48	d32	540,88
d11	158,48	d22	378,48	d33	550,88

Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang

Tabel 4.2. Tabel Jarak tulangan tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	273,92	y12	101,52	y23	121,52
y2	263,92	y13	81,52	y24	141,52
y3	253,92	y14	61,52	y25	161,52
y4	243,92	y15	41,52	y26	181,52
y5	233,92	y16	21,52	y27	201,52
y6	221,52	y17	2	y28	221,52
y7	201,52	y18	21,52	y29	233,92
y8	181,52	y19	41,52	y30	243,92
y9	161,52	y20	61,52	y31	253,92
y10	141,52	y21	81,52	y32	263,92
y11	121,52	y22	101,52	y33	273,92

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00285	εs12	0,00135	εs23	0,00672
εs2	0,00261	εs13	0,00184	εs24	0,00721
εs3	0,00236	εs14	0,00233	εs25	0,00770
εs4	0,00212	εs15	0,00282	εs26	0,00818
εs5	0,00188	εs16	0,00331	εs27	0,00867
εs6	0,00157	εs17	0,00379	εs28	0,00916
εs7	0,00109	εs18	0,00428	εs29	0,00946
εs8	0,00060	εs19	0,00477	εs30	0,00971
εs9	0,00011	εs20	0,00526	εs31	0,00995
εs10	0,00038	εs21	0,00574	εs32	0,01019
εs11	0,00087	εs22	0,00623	εs33	0,01044

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \longrightarrow \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{122,9809 - 6,08}{122,9809} \times 0,003$$

$$= 0,002851684$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s10}}{\epsilon_s} = \frac{d10 - c}{c} \longrightarrow \epsilon_{s10} = \frac{d10 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{138 - 122,9809}{122,9809} \times 0,003$$

$$= 0,000378085$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	570,3369	fs12	270,76924	fs23	1344,106
fs2	521,5488	fs13	368,34535	fs24	1441,683
fs3	472,7607	fs14	465,92146	fs25	1539,259
fs4	423,9727	fs15	563,49758	fs26	1636,835
fs5	375,1846	fs16	661,07369	fs27	1734,411
fs6	314,6874	fs17	758,6498	fs28	1831,987
fs7	217,1113	fs18	856,22592	fs29	1892,484
fs8	119,5352	fs19	953,80203	fs30	1941,272
fs9	21,9591	fs20	1051,3781	fs31	1990,06
fs10	75,61701	fs21	1148,9543	fs32	2038,848
fs11	173,1931	fs22	1246,5304	fs33	2087,636

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs1 = 0,00285 \times 200000 = 570,33686 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fs = 300 \text{ Mpa}$$

$$fs9 = 0,00011 \times 200000 = 21,959104 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fs = 21,9591 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s10} = 0,00038 \times 200000 = 75,617009 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 75,61701 \text{ Mpa}$

$$f_{s13} = 0,00184 \times 200000 = 368,34535 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 300 \text{ Mpa}$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.5. Tabel nilai Ts dan Cs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Ts12	71,908573	Ts23	79,67143
Cs2	79,67143	Ts13	79,671429	Ts24	79,67143
Cs3	79,67143	Ts14	79,671429	Ts25	79,67143
Cs4	79,67143	Ts15	79,671429	Ts26	79,67143
Cs5	79,67143	Ts16	79,671429	Ts27	79,67143
Cs6	79,67143	Ts17	79,671429	Ts28	79,67143
Cs7	57,65857	Ts18	79,671429	Ts29	79,67143
Cs8	31,74514	Ts19	79,671429	Ts30	79,67143
Cs9	5,831711	Ts20	79,671429	Ts31	79,67143
Ts10	20,08172	Ts21	79,671429	Ts32	79,67143
Ts11	45,99514	Ts22	79,671429	Ts33	79,67143

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$C_s = A_s \times f_s$$

$$C_{s1} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 300 = 79671,42857 \text{ N} \\ = 79,67142857 \text{ kN}$$

$$C_{s9} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 21,96 = 5831,710688 \text{ N} \\ = 5,831710688 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$T_s = A_s \times f_s$$

$$T_{s10} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 75,62 = 20081,71714 \text{ N} \\ = 20,08171714 \text{ kN}$$

$$T_{s13} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 79671,42857 \text{ N} \\ = 79,67142857 \text{ kN}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b \\ = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 1229,809 \times 300 \\ = 7996834,19 \text{ N} \\ = 7996,83419 \text{ kN}$$

Kontrol $\Sigma H = 0$

$$(C_{s1} + C_{s2} + \dots + C_{s9}) + C_c = (T_{s10} + T_{s17} + \dots + T_{s33}) + P_n \\ 573,263987 + 7996,834193 = 1811,085435 + 6464,001969 \\ 8570,098 \text{ kN} = 8275,087 \text{ kN}$$

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.6. Tabel nilai Mn

Mn	kNm	N	kNm	N	kNm
Mn1	218,236	Mn12	73,002	Mn23	96,817
Mn2	210,269	Mn13	64,948	Mn24	112,751
Mn3	202,302	Mn14	49,014	Mn25	128,685
Mn4	194,335	Mn15	33,080	Mn26	144,620
Mn5	186,37	Mn16	17,145	Mn27	160,554
Mn6	176,49	Mn17	1,211	Mn28	176,488
Mn7	116,19	Mn18	17,145	Mn29	186,367
Mn8	57,624	Mn19	33,080	Mn30	194,335
Mn9	9,419	Mn20	49,014	Mn31	202,302
Mn10	28,420	Mn21	64,948	Mn32	210,269
Mn11	55,893	Mn22	80,882	Mn33	218,236

Keterangan tabel :

$$Mn1 = C_{c1} \times y1 \\ = 79,67143 \times 273,92 = 21823,598 \text{ kNcm} = 218,24 \text{ kNm}$$

$$Mn2 = C_{c2} \times y2 \\ = 79,67143 \times 263,92 = 21026,883 \text{ kNcm} = 210,27 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jika } c &= 1229,8092 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\
&= 0,85 \times 1229,8092 \\
&= 1045,338 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y_c &= h/2 - a/2 \\
&= 7000 / 2 - 1045,3378 / 2 \\
&= 2977,331 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= (C_c \times y_c) + (M_{n1} + M_{n2} + \dots + M_{n33}) \\
&= (7996,83419 \times 2,9773311) + 3770,44 \\
&= 27579,6612 \text{ kNm} > M_n = 985,6984615 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 18252,000 \text{ kgcm} = 1825200 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 420160,128 \text{ kg} = 4201601,28 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
A_s' \text{ 33 D 16} &= 6637,714286 \text{ mm}^2 & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\
A_s \text{ 33 D 16} &= 6637,714286 \text{ mm}^2 & \beta &= 0,85 \\
d' &= 60,8 \text{ mm} & P_u &= 420160,13 \text{ kg} \\
b &= 7000 \text{ mm} & &= 4201601,3 \text{ N}
\end{aligned}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_n$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_s1 - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_y1$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$M_{nd} = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c , maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$C_c + C_s = T_s + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c , maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + ((600 (c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) = (A_s \cdot f_y + P_u) c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

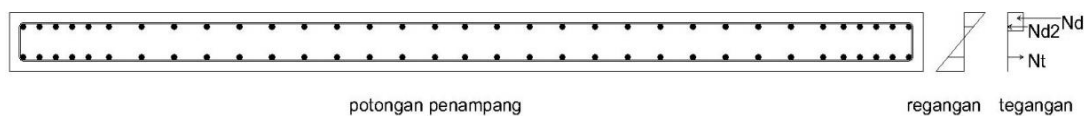
$$151725 c^2 - 4370862,994 c - 242143817,1 = 0$$

$$\text{dari persamaan di atas, di dapatkan nilai } c = 56,8705 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 56,8705 = 48,3399 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{56,87 - 61}{56,8705} = -0,000207$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \times 30 \times 48,340 \times 7000 \\
&= 8628674,585 \text{ N} \\
C_s &= \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s' \\
&= -275183,0189 - 169261,7143 = -444444,7332 \text{ N} \\
T_s &= A_s \cdot F_y \\
&= (66 \times 3,14 \times 8^2) \times 300 \\
&= 3982628,571 \text{ N}
\end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
C_c + C_s &= T_s + P_u \\
8628674,585 + -444444,733 &= 3982628,571 + 4201601,28 \\
8184229,851 \text{ N} &= 8184229,851 \text{ N} \dots\dots \text{Ok}
\end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1825200}{4201601,28} = 0,434405808 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
M_{nd1} &= C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
&= 8628674,585 \times \left(239,2 - \frac{48,3399}{2} \right) \\
&= 1855424269 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nd2} &= C_s \cdot (d - d') \\
&= -444444,7332 \times (239,2 - 60,8) \\
&= -79288940,41 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\
&= 1855424269 + -79288940,41 \\
&= 1776135328 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1825200}{0,65} = 2808000 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 1776135328 \text{ Nmm} > M_n = 2808000 \text{ Nmm} \dots\dots\text{Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 217059,58 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{217059,58}{14 \times 2100000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 3539,2 \\ &= 1040809 \text{ N} = 104080,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{S} \\ &= \frac{283,6429 \times 300 \times 3539}{300} \\ &= 1003868,8 \text{ N} = 100386,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 104081 + 100386,88 = 204468 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$204468 \text{ kg} \geq 217059,58 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 19 - 300

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 19^2 \\ &= 283,642857 \text{ mm}^2 \geq 102,6979795 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\ &\geq 102,69798 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan ls sama dengan ld, sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam Ld.

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 13

$$A_b = 3,14 \times 7^2$$

$$= 132,7857143 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 132,78571 \times 300}{39 \times 5,477}$$

$$= 257,3513559 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 257,3514$$

$$= 334,5567627 \text{ mm}$$

2 Penulangan pada segmen 2 (ada bukaan)

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 19933,84 \text{ kgm} = 1993384 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 440119,51 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1993384}{0,65} = 3066744,615 \text{ kgcm}$$

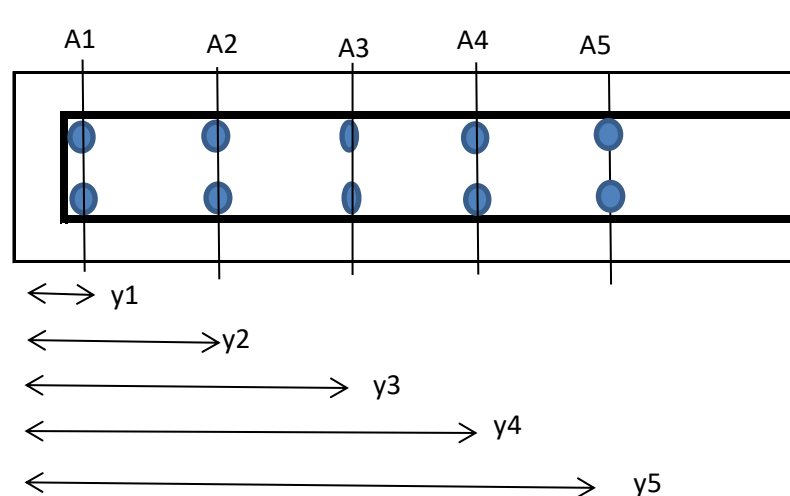
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{440119,5}{0,65} = 677106,9415 \text{ kg}$$

$$l_w = 2,1 \text{ m}$$

Pendekatan pertama di misalkan $d = 163,9 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{3066744,615}{3000 \times 163,9} = 6,236263 \text{ cm}^2$$

Dicoba tulangan 10 D 13 $A_s = 13,279 \text{ cm}^2$



$$y_1 = 6,08 \quad y_3 = 26,1 \quad y_5 = 46,1$$

$$y_2 = 16,1 \quad y_4 = 36,1$$

$$A = (1/4 \times 3,14 \times 1,3^2) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + \dots + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_5}$$

$$= 26,08 \text{ cm}$$

$$d = 210 - 26,08 = 183,9 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times f_c$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

Dimana :

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 14038,548 \text{ kg}$$

$$= 140385,48 \text{ N}$$

$$\text{Karena } V_u = 140385,48 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$$

maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0025 \times 30 \times 183,9$$

$$= 13,794 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 16 \text{ D } 13 = 21,246 \text{ cm}^2$$

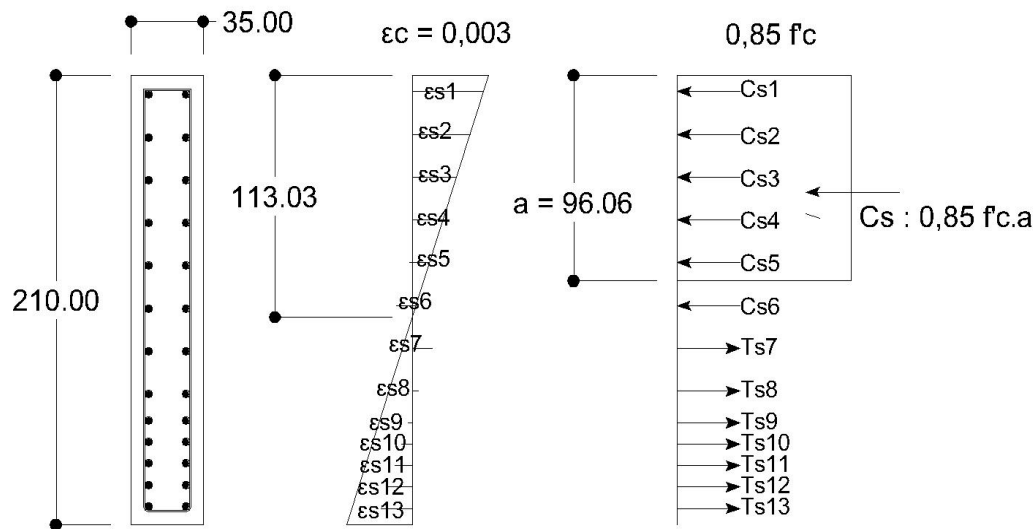
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{21,246}{30 \times 183,92} = 0,00385$$

$$\rho > \rho_{min2}$$

$$0,00385 > 0,00250 \dots\dots\dots \text{OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 1130,311$ mm



Potongan penampang Regangan Tegangan

Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas penampang

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	6,08	d6	106,08	d11	180,88
d2	26,08	d7	126,08	d12	190,88
d3	46,08	d8	146,08	d13	200,88
d4	66,08	d9	160,88		
d5	86,08	d10	170,88		

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan pada

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00284	εs6	0,00018	εs11	0,00180
εs2	0,00231	εs7	0,00035	εs12	0,00207
εs3	0,00178	εs8	0,00088	εs13	0,00233
εs4	0,00125	εs9	0,00127		
εs5	0,00072	εs10	0,00154		

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \quad \varepsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \varepsilon_c \quad ; \varepsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{113,0311 - 6,08}{113,0311} \times 0,003$$

$$= 0,002838628$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\varepsilon_{s7}}{\varepsilon_s} = \frac{d7 - c}{c} \quad \varepsilon_{s7} = \frac{d7 - c}{c} \times \varepsilon_c \quad ; \varepsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{126 - 113,0311}{113,0311} \times 0,003$$

$$= 0,00035$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	567,7257	fs6	36,89839	fs11	360,1604
fs2	461,5602	fs7	69,267072	fs12	413,2432
fs3	355,3948	fs8	175,43253	fs13	466,3259
fs4	249,2293	fs9	253,99498		
fs5	143,0639	fs10	307,07771		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$f_s = \varepsilon_s \times E_s$$

$$f_{s1} = 0,00284 \times 200000 = 567,7257 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s7} = 0,00035 \times 200000 = 69,267072 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 69,26707 \text{ Mpa}$

$$f_{s12} = 0,00207 \times 200000 = 413,24317 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.4. Tabel nilai f_s

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Cs6	9,7991582	Ts11	79,67143
Cs2	79,67143	Ts7	18,395355	Ts12	79,67143
Cs3	79,67143	Ts8	46,589869	Ts13	79,67143
Cs4	66,18818	Ts9	67,453808		
Cs5	37,99367	Ts10	79,671429		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$C_s = A_s' \times f_s'$$

$$C_{s1} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 79671,42857 \text{ N}$$

$$= 79,67142857 \text{ kN}$$

$$C_{s6} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 36,9 = 9799,158194 \text{ N}$$

$$= 9,799158194 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$T_s = A_s \times f_s$$

$$T_{s7} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 69,3 = 18395,35518 \text{ N}$$

$$= 18,39535518 \text{ kN}$$

$$T_{s12} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 413,2 = 109745,5785 \text{ N}$$

$$= 109,7455785 \text{ kN}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot \beta_c \cdot b = 7349,848 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 1130,311 \times 300 \\
&= 7349847,93 \text{ N} \\
&= 7349,84793 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Kontrol $\Sigma H = 0$

$$\begin{aligned}
(Cs1 + Cs2 + \dots + Cs6) + Cc &= (Ts7 + Ts8 + \dots + Ts13) + Pn \\
352,9953004 + 7349,847928 &= 451,1247465 + 6771,069415 \\
7702,843 \text{ kN} &= 7222,194 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Mencari titik tengah penampang tulangan

$$\begin{aligned}
A &= 1/4 \times 22/7 \times 1.3^2 \times 2 \\
&= 2,65571429 \text{ cm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y &= \frac{(A1 \times d1) + (A2 \times d2) + (A3 \times d3) + \dots + (A13 \times d13)}{A1 + A2 + A3 + \dots + A13} \\
&= \frac{4018,201943}{34,52428571} \\
&= 116,3876923 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	110,3077	y6	10,307692	y11	67,53231
y2	90,30769	y7	12,732308	y12	77,53231
y3	70,30769	y8	32,732308	y13	87,53231
y4	50,30769	y9	47,532308		
y5	30,30769	y10	57,532308		

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

Mn	kNm	Mn	kNm	Mn	kNm
Mn1	87,884	Mn6	1,010	Mn11	53,804
Mn2	71,949	Mn7	2,342	Mn12	61,771

Mn3	56,015
Mn4	33,298
Mn5	11,515

Mn8	15,250
Mn9	32,062
Mn10	45,837

Mn13	69,738
------	--------

Keterangan tabel :

$$\begin{aligned} Mn1 &= Cc1 \times y1 \\ &= 79,67143 \times 110,31 = 8788,3714 \text{ kNcm} = 87,88 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn2 &= Cc2 \times y2 \\ &= 79,67143 \times 90,308 = 7194,9429 \text{ kNcm} = 71,95 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika } c &= 1130,3111 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\ &= 0,85 \times 1130,3111 \\ &= 960,7644 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_c &= y - a/2 \\ &= 1163,877 - 960,7644 / 2 \\ &= 683,4947 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn &= (Cc \times y_c) + (Mn1 + Mn2 + \dots + Mn13) \\ &= (7349,84793 \times 0,6834947) + 542,48 \\ &= 5566,0578 \text{ kNm} > Mn = 3066,744615 \text{ kNm} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$Mu = 3131,500 \text{ kgcm} = 313150 \text{ Nmm}$$

$$Pu = 440119,512 \text{ kg} = 4401195,12 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$As' \text{ 13 D 16} = 2614,857143 \text{ mm}^2 \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$As \text{ 13 D 16} = 2614,857143 \text{ mm}^2 \quad \beta = 0,85$$

$$d' = 60,8 \text{ mm} \quad Pu = 440119,51 \text{ kg}$$

$$b = 2100 \text{ mm} \quad = 4401195,1 \text{ N}$$

Maka $Cc + Cs = Ts + Pu$

$$\text{Dimana : } Cc \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_s - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s \cdot F_y$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times d - \frac{a}{2}$$

$$M_{nd2} = N_{d2} \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$C_c + C_s = T_s + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (600 (c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c = (A_s \cdot f_y + P_u) \cdot c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

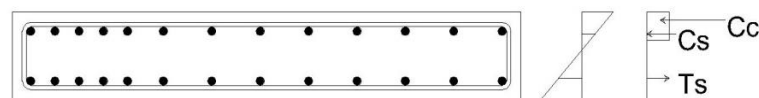
$$45518 \quad c^2 \quad -4467873,977 \quad c \quad - 95389988,6 = 0$$

dari persamaan di atas, di dapatkan nilai c = 116,1934 mm

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 116,1934 = 98,7644 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{116 - 61}{116,1934} = 0,001430$$



potongan penampang

regangan tegangan

Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 30 \cdot 98,764 \cdot 2100 \\ &= 5288832,776 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s' \\ &= 747955,4866 - 66678,85714 = 681276,6294 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot F_y \\ &= (2614,85714 + 2614,857) \cdot 300 \\ &= 1568914,286 \text{ N} \end{aligned}$$

$$N_d = C_c + C_s$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} C_c + C_s &= T_s + P_u \\ 5288832,776 + 681276,6294 &= 1568914,286 + 4401195,12 \\ 5970109,406 \text{ N} &= 5970109,406 \text{ N} \dots\dots \text{Ok} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{313150}{4401195,12} = 0,071151129 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned} M_{nd1} &= C_c \cdot x \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 5288832,776 \cdot x \left(239,2 - \frac{98,7644}{2} \right) \\ &= 1003914644 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd2} &= C_s \cdot (d - d') \\ &= 681276,6294 \cdot x (239,2 - 60,8) \end{aligned}$$

$$= 121539750,7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\ &= 1003914644 + 121539750,7 \\ &= 1125454395 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{313150}{0,65} = 481769 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 1125454395 \text{ Nmm} > M_n = 481769 \text{ Nmm} \text{Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 195347,864 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14 \cdot A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f_c}}{6} \right] b_w \cdot d \\ &= \left[1 + \frac{19534,7864}{14 \times 630000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 2039,2 \\ &= 559695 \text{ N} = 55969,48 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\ &= \frac{491,0714 \times 300 \times 2039,2}{150} \\ &= 2002785,71 \text{ N} = 200278,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 55969 + 200278,5714 = 256248 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$256248 \text{ kg} \geq 195348 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 25 - 150

$$A_v = 1/4 \times 22/7 \times 25^2$$

$$= 491,071429 \text{ mm}^2 \geq 51,34898977 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \times f_c \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$\geq \frac{75 \times 30 \times 350 \times 150}{1200 \times 300}$$

$$\geq 51,3489898 \text{ mm}^2$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam l_d .

$$l_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times f_c}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 16

$$A_b = 3,14 \times 8^2$$

$$= 201,1428571 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 16 = 48 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 201,14286 \times 300}{48 \times 30}$$

$$= 316,7401304 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$l_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 316,7401$$

$$= 411,7621695 \text{ mm}$$

Penulangan pada segmen 2 tanpa bukaan

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 39586,90 \text{ kgm} = 3958690 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 550149,39 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{3958690}{0,65} = 6090292,308 \text{ kgcm}$$

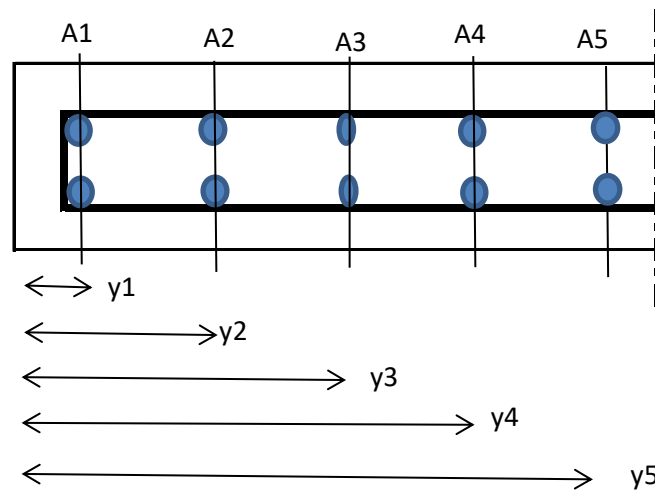
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{550149,4}{0,65} = 846383,6769 \text{ kg}$$

$$l_w = 7 \text{ m}$$

$$\text{Pendekatan pertama di misalkan } d = 653,92 \text{ cm}$$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{6090292,308}{3000 \times 653,9} = 3,104504 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan } 10 \text{ D } 13 \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 6,08 \quad y_3 = 26,1 \quad y_5 = 46,1$$

$$y_2 = 16,1 \quad y_4 = 36,1$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + (A_4 \times y_4) + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= 26,08 \text{ cm}$$

$$d = 700 - 26,08 = 673,9 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times f_c \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 17253,043 \text{ kg}$$

$$= 172530,43 \text{ N}$$

Karena $V_u = 172530,43 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00250 \times 30 \times 673,9$$

$$= 50,544 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 46 \text{ D } 13 = 61,081 \text{ cm}^2$$

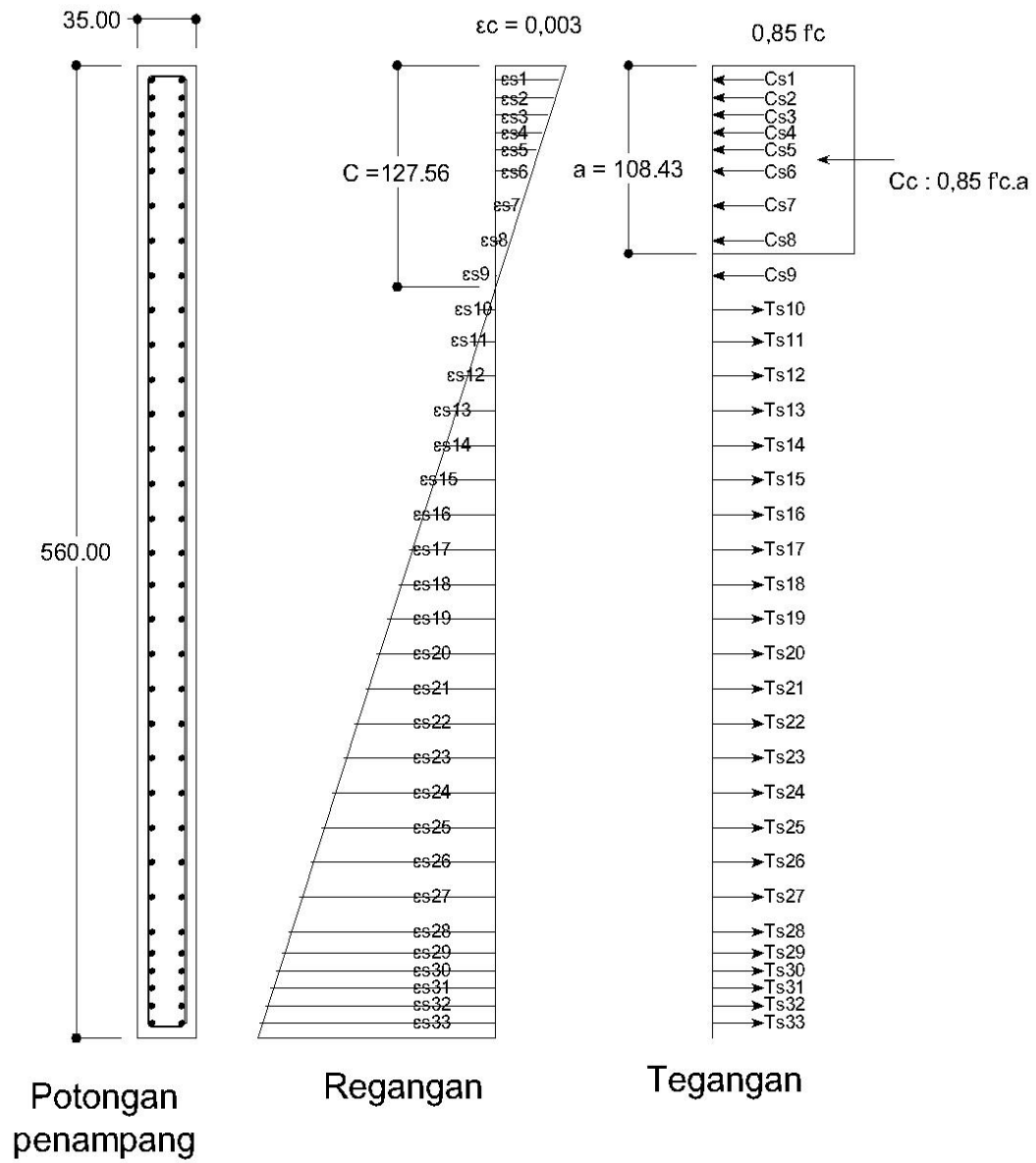
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{61,081}{30 \times 673,92} = 0,00302$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$0,00302 > 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{ OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 1275,621 \text{ mm}$



Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan arah x

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	6,08	d12	178,48	d23	398,48
d2	16,08	d13	198,48	d24	418,48
d3	26,08	d14	218,48	d25	438,48
d4	36,08	d15	238,48	d26	458,48
d5	46,08	d16	258,48	d27	478,48
d6	58,48	d17	278,48	d28	498,48
d7	78,48	d18	298,48	d29	510,88
d8	98,48	d19	318,48	d30	520,88
d9	118,48	d20	338,48	d31	530,88
d10	138,48	d21	358,48	d32	540,88
d11	158,48	d22	378,48	d33	550,88

Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang

Tabel 4.2. Tabel Jarak tulangan tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	273,92	y12	101,52	y23	121,52
y2	263,92	y13	81,52	y24	141,52
y3	253,92	y14	61,52	y25	161,52
y4	243,92	y15	41,52	y26	181,52
y5	233,92	y16	21,52	y27	201,52
y6	221,52	y17	2	y28	221,52
y7	201,52	y18	21,52	y29	233,92
y8	181,52	y19	41,52	y30	243,92
y9	161,52	y20	61,52	y31	253,92
y10	141,52	y21	81,52	y32	263,92
y11	121,52	y22	101,52	y33	273,92

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00286	εs12	0,00120	εs23	0,00637
εs2	0,00262	εs13	0,00167	εs24	0,00684
εs3	0,00239	εs14	0,00214	εs25	0,00731
εs4	0,00215	εs15	0,00261	εs26	0,00778
εs5	0,00192	εs16	0,00308	εs27	0,00825
εs6	0,00162	εs17	0,00355	εs28	0,00872
εs7	0,00115	εs18	0,00402	εs29	0,00901
εs8	0,00068	εs19	0,00449	εs30	0,00925
εs9	0,00021	εs20	0,00496	εs31	0,00949
εs10	0,00026	εs21	0,00543	εs32	0,00972
εs11	0,00073	εs22	0,00590	εs33	0,00996

Untuk daerah tekan :

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} &= \frac{c - d1}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003 \\ &= \frac{127,5621 - 6,08}{127,5621} \times 0,003 \\ &= 0,002857011 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik :

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon_{s11}}{\epsilon_s} &= \frac{d11 - c}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_{s11} = \frac{d11 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003 \\ &= \frac{158 - 127,5621}{127,5621} \times 0,003 \\ &= 0,000727 \end{aligned}$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	571,4022	fs12	239,497	fs23	1274,287
fs2	524,3662	fs13	333,56883	fs24	1368,359
fs3	477,3303	fs14	427,64066	fs25	1462,431
fs4	430,2944	fs15	521,71248	fs26	1556,503
fs5	383,2585	fs16	615,78431	fs27	1650,574
fs6	324,934	fs17	709,85614	fs28	1744,646
fs7	230,8621	fs18	803,92797	fs29	1802,971
fs8	136,7903	fs19	897,9998	fs30	1850,007
fs9	42,71849	fs20	992,07163	fs31	1897,043
fs10	51,35334	fs21	1086,1435	fs32	1944,079
fs11	145,4252	fs22	1180,2153	fs33	1991,114

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs1 = 0,00286 \times 200000 = 571,40216 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$fs10 = 0,00026 \times 200000 = 51,353341 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 51,35334 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs11 = 0,00073 \times 200000 = 145,42517 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fs = 145,4252 \text{ Mpa}$$

$$fs15 = 0,00261 \times 200000 = 521,71248 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 300 \text{ Mpa}$$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.5. Tabel nilai Ts dan Cs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Ts12	63,60356	Ts23	79,67143
Cs2	79,67143	Ts13	79,671429	Ts24	79,67143
Cs3	79,67143	Ts14	79,671429	Ts25	79,67143
Cs4	79,67143	Ts15	79,671429	Ts26	79,67143
Cs5	79,67143	Ts16	79,671429	Ts27	79,67143
Cs6	79,67143	Ts17	79,671429	Ts28	79,67143
Cs7	61,31039	Ts18	79,671429	Ts29	79,67143
Cs8	36,3276	Ts19	79,671429	Ts30	79,67143
Cs9	11,34481	Ts20	79,671429	Ts31	79,67143
Cs10	13,63798	Ts21	79,671429	Ts32	79,67143
Ts11	38,62077	Ts22	79,671429	Ts33	79,67143

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$Cs = As \times fs$$

$$Cs1 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N}$$

$$= 120,6857143 \text{ kN}$$

$$Cs10 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 51,35 = 20658,7154 \text{ N}$$

$$= 20,6587154 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$Ts = As \times fs$$

$$Ts11 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 145,4 = 58502,46814 \text{ N}$$

$$= 58,50246814 \text{ kN}$$

$$Ts13 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N}$$

$$= 120,6857143 \text{ kN}$$

$$Cc = 0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 1275,621 \times 300$$

$$= 8294725,55 \text{ N}$$

$$= 8294,72555 \text{ kN}$$

Kontrol $\Sigma H = 0$

$$(Cs1 + Cs2 + \dots + Cs8) + Cc = (Ts9 + Ts10 + \dots + Ts33) + Pn$$

$$587,0113705 + 8294,725553 = 1788,96231 + 8463,836769$$

$$8881,737 \text{ kN} = 10252,799 \text{ kN}$$

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.6. Tabel nilai Mn

Mn	kNm	N	kNm	N	kNm
Mn1	218,236	Mn12	64,570	Mn23	96,817
Mn2	210,269	Mn13	64,948	Mn24	112,751
Mn3	202,302	Mn14	49,014	Mn25	128,685
Mn4	194,335	Mn15	33,080	Mn26	144,620
Mn5	186,37	Mn16	17,145	Mn27	160,554
Mn6	176,49	Mn17	1,211	Mn28	176,488
Mn7	123,55	Mn18	17,145	Mn29	186,367
Mn8	65,942	Mn19	33,080	Mn30	194,335
Mn9	18,324	Mn20	49,014	Mn31	202,302
Mn10	19,300	Mn21	64,948	Mn32	210,269
Mn11	46,932	Mn22	80,882	Mn33	218,236

Keterangan tabel :

$$Mn1 = Nd1 \times y1$$

$$= 79,67143 \times 273,92 = 21823,598 \text{ kNcm} = 218,24 \text{ kNm}$$

$$Mn2 = Nd2 \times y1$$

$$= 79,67143 \times 263,92 = 21026,883 \text{ kNcm} = 210,27 \text{ kNm}$$

Jika $c = 1275,6210 \text{ mm}$, maka $a = \beta \cdot c$

$$= 0,85 \times 1275,621$$

$$= 1084,278 \text{ mm}$$

$$yc = h/2 - a/2$$

$$= 7000 / 2 - 1084,2779 / 2$$

$$= 2957,861 \text{ mm}$$

$$Mn = (Cc \times yc) + (Mn1 + Mn2 + \dots + Mn33)$$

$$= (8294,72555 \times 2,9578611) + 3768,51$$

$$= 28303,1542 \text{ kNm} > Mn = 6090,292308 \text{ kNm}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 16214,500 \text{ kgcm} = 1621450 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 550149,39 \text{ kg} = 5501493,9 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$A_s' \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$A_s \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad \beta = 0,85$$

$$d' = 60,8 \text{ mm} \quad P_u = 550149,39 \text{ kg}$$

$$b = 7000 \text{ mm} \quad = 5501493,9 \text{ N}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_u$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_{s1} - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_{y1}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + ((600(c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) = (A_s \cdot f_y + P_u) \cdot c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

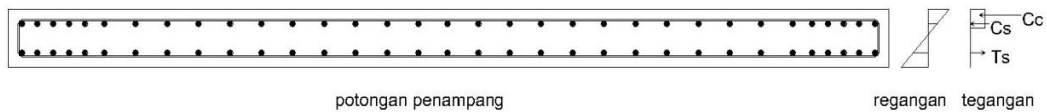
$$151725 \quad c^2 \quad -5670755,614 \quad c \quad - 242143817,1 = 0$$

dari persamaan di atas, di dapatkan nilai $c = 62,7916 \text{ mm}$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 62,7916 = 53,3729 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{62,7916 - 61}{62,7916} = 0,000095$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 53,373 \times 7000 \\ &= 9527062,047 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{600(c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \\ &= 126322,1388 - 169261,7143 = -42939,57552 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot F_y \\ &= (66 \times 3,14 \times 8^2) \times 300 \\ &= 3982628,571 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} C_c + C_s &= T_s + P_u \\ 9527062,05 + -42939,5755 &= 3982628,571 + 5501493,9 \\ 9484122,471 \quad N &= 9484122,471 \quad N \quad \text{..... Ok} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1621450}{5501493,9} = 0,294729037 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned} M_{nd1} &= C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 9527062,047 \times \left(239,2 - \frac{53,3729}{2} \right) \\ &= 2024629793 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd2} &= C_s \cdot (d - d') \\ &= -42939,57552 \times (239,2 - 60,8) \\ &= -7660420,272 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\ &= 2024629793 + -7660420,272 \\ &= 2016969372 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1621450}{0,65} = 2494538 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 2016969372 \text{ Nmm} > M_n = 2494538 \text{ Nmm} \quad \text{.....Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 220218,71 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{220218,71}{14 \times 2100000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 5539,2 \\ &= 1528335 \text{ N} = 152833,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{s} \\ &= \frac{132,7857 \times 300 \times 5539}{300} \\ &= 735526,629 \text{ N} = 73552,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 152834 + 73552,66286 = 226386 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$226386 \text{ kg} \geq 220219 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 13 - 300

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 13^2 \\ &= 132,785714 \text{ mm}^2 \geq 102,6979795 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\ &\geq 102,69798 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan ls sama dengan ld, sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam Ld.

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f'_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 13

$$A_b = 3,14 \times 7^2$$

$$= 132,7857143 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 132,78571 \times 300}{39 \times \sqrt{5,477}}$$

$$= 257,3513559 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 257,3514$$

$$= 334,5567627 \text{ mm}$$

3 Penulangan pada segmen 3

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 20983,36 \text{ kgm} = 2098336 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 324760,49 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2098336}{0,65} = 3228209,231 \text{ kgcm}$$

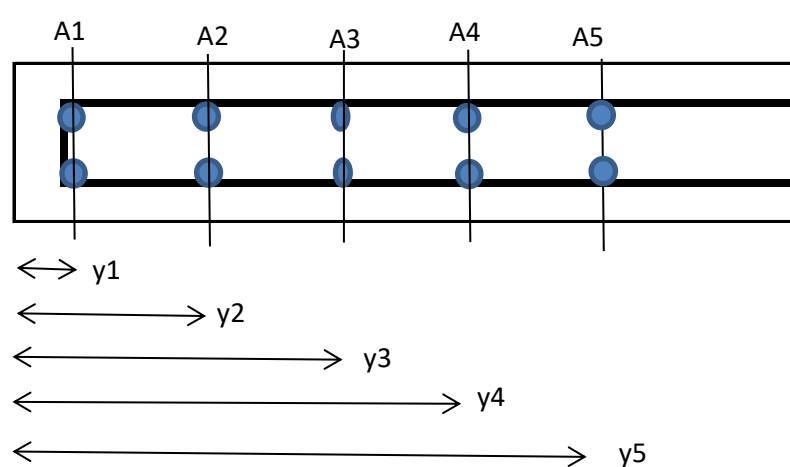
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{324760,5}{0,65} = 499631,5231 \text{ kg}$$

$$l_w = 2,1 \text{ m}$$

Pendekatan pertama di misalkan $d = 163,9 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{3228209,231}{3000 \times 163,9} = 6,564603 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan 10 D 13} \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 6,08 \quad y_3 = 26,1 \quad y_5 = 46,1$$

$$y_2 = 16,1 \quad y_4 = 36,1$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + \dots + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_5}$$

$$= 26,08 \text{ cm}$$

$$d = 210 - 26,08 = 183,9 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times \sqrt{f_c} \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N} \quad \begin{aligned} A_{cv} &= \text{Luas bruto penampang} \\ &= 2100000 \text{ mm}^2 \\ V_u &= 20036,085 \text{ kg} \\ &= 200360,85 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $V_u = 200360,85 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0025 \times 30 \times 183,9 \\ &= 13,794 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

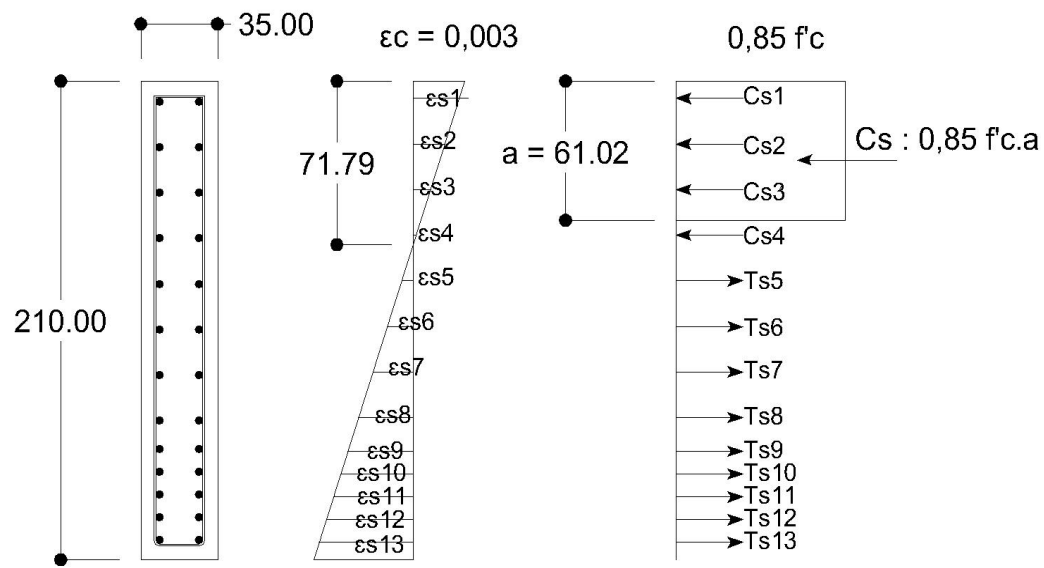
$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 16 \text{ D } 13 = 21,246 \text{ cm}^2$$

Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{21,246}{30 \times 183,92} = 0,00385$$

$$\begin{aligned} \rho &> \rho_{\min} \\ 0,00385 &> 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 717,910 \text{ mm}$



Potongan penampang Regangan Tegangan

Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas penampang

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	6,08	d6	106,08	d11	180,88
d2	26,08	d7	126,08	d12	190,88
d3	46,08	d8	146,08	d13	200,88
d4	66,08	d9	160,88		
d5	86,08	d10	170,88		

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan pada

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00275	εs6	0,00143	εs11	0,00456
εs2	0,00191	εs7	0,00227	εs12	0,00498
εs3	0,00107	εs8	0,00310	εs13	0,00539
εs4	0,00024	εs9	0,00372		
εs5	0,00060	εs10	0,00414		

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \longrightarrow \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{71,7910 - 6,08}{71,7910} \times 0,003$$

$$= 0,002745929$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s5}}{\epsilon_s} = \frac{d5 - c}{c} \longrightarrow \epsilon_{s5} = \frac{d5 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{86,1 - 71,7910}{71,7910} \times 0,003$$

$$= 0,00060$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	549,1858	fs6	286,57353	fs11	911,7215
fs2	382,034	fs7	453,7254	fs12	995,2975
fs3	214,8821	fs8	620,87727	fs13	1078,873
fs4	47,73022	fs9	744,56965		
fs5	119,4217	fs10	828,14559		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon \times E_s$$

$$f_{s1} = 0,00275 \times 200000 = 549,18583 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon \times E_s$$

$$f_{s5} = 0,00060 \times 200000 = 119,42165 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_s = 119,4217 \text{ Mpa}$

$$f_{s12} = 0,00498 \times 200000 = 995,29746 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Cs6	76,105741	Ts11	79,67143
Cs2	79,67143	Ts7	79,671429	Ts12	79,67143
Cs3	57,06654	Ts8	79,671429	Ts13	79,67143
Cs4	12,67578	Ts9	79,671429		
Cs5	31,71498	Ts10	79,671429		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$C_s = A_s' \times f_s'$$

$$C_{s1} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_{s4} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 47,73 = 19201,18439 \text{ N} \\ = 19,20118439 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$T_s = A_s \times f_s$$

$$T_{s5} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 119,4 = 48041,62559 \text{ N} \\ = 48,04162559 \text{ kN}$$

$$T_{s12} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b = 4668,21 \text{ kN} \\ = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 717,910 \times 300 \\ = 4668209,78 \text{ N} \\ = 4668,20978 \text{ kN}$$

Kontrol $\sum H = 0$

$$(C_{s1} + C_{s2} + \dots + C_{s4}) + C_c = (T_{s5} + T_{s6} + \dots + T_{s13}) + P_n \\ 229,0851822 + 4668,209775 = 665,5207201 + 4996,315231 \\ 4897,295 \text{ kN} = 5661,836 \text{ kN}$$

Mencari titik tengah penampang tulangan

$$A = \frac{1}{4} \times 22/7 \times 1.3^2 \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times d_1) + (A_2 \times d_2) + (A_3 \times d_3) + \dots + (A_{13} \times d_{13})}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{13}}$$

$$= \frac{4018,201943}{34,52428571}$$

$$= 116,3876923 \text{ cm}$$

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	110,3077	y6	10,307692	y11	67,53231
y2	90,30769	y7	12,732308	y12	77,53231
y3	70,30769	y8	32,732308	y13	87,53231
y4	50,30769	y9	47,532308		
y5	30,30769	y10	57,532308		

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

Mn	kNm	Mn	kNm	Mn	kNm
Mn1	87,884	Mn6	7,845	Mn11	53,804
Mn2	71,949	Mn7	10,144	Mn12	61,771
Mn3	40,122	Mn8	26,078	Mn13	69,738
Mn4	6,377	Mn9	37,870		
Mn5	9,612	Mn10	45,837		

Keterangan tabel :

$$Mn1 = Cc1 \times y1$$

$$= 79,67143 \times 110,31 = 8788,3714 \text{ kNcm} = 87,88 \text{ kNm}$$

$$Mn2 = Cc2 \times y2$$

$$= 79,67143 \times 90,308 = 7194,9429 \text{ kNcm} = 71,95 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika } c &= 717,9100 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\ &= 0,85 \times 717,91 \\ &= 610,2235 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_c &= y - a/2 \\ &= 1163,877 - 610,2235 / 2 \\ &= 858,7652 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= (C_c \times y_c) + (M_{n1} + M_{n2} + \dots + M_{n13}) \\ &= (4668,20978 \times 0,8587652) + 529,03 \\ &= 4537,927 \text{ kNm} > M_n = 3228,21 \text{ kNm} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 15466,200 \text{ kgcm} = 1546620 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 324760,49 \text{ kg} = 3247604,9 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s' \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ & & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ A_s \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & \beta &= 0,85 \\ d' &= 60,8 \text{ mm} & P_u &= 324760,49 \text{ kg} \\ b &= 2100 \text{ mm} & &= 3247604,9 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_u$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_{s1} - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_{y1}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times d - \frac{a}{2}$$

$$M_{nd2} = N_{d2} \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c , maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c , maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (600 (c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c = (A_s \cdot f_y + P_u) c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

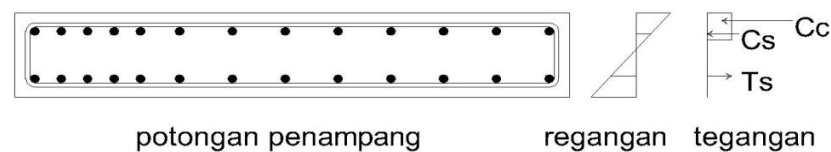
$$45518 c^2 - 3314283,757 c - 95389988,6 = 0$$

$$\text{dari persamaan di atas, di dapatkan nilai } c = 94,8971 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 94,8971 = 80,6625 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{95 - 61}{94,8971} = 0,001078$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 80,663 \times 2100 \\ &= 4319477,885 \text{ N} \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s'$$

$$= 563720,158 - 66678,85714 = 497041,3008 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot F_y$$

$$= (2614,857 + 2614,857) \times 300$$

$$= 1568914,286 \text{ N}$$

$$N_d = C_c + C_s$$

Kontrol :

$$N_d = N_t + P_u$$

$$4816519,186 = 1568914,286 + 3247604,9$$

$$4816519,186 \text{ N} = 4816519,186 \text{ N} \dots\dots \text{Ok}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1546620}{3247604,9} = 0,476234039 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$M_{nd1} = C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 4816519,186 \times \left(239,2 - \frac{80,6625}{2} \right)$$

$$= 957855104,4 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$= 497041,3008 \times (239,2 - 60,8)$$

$$= 88672168,07 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = M_{nd1} + M_{nd2}$$

$$= 957855104,4 + 88672168,07$$

$$= 1046527272 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1546620}{0,7} = 2379415 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 1046527272 \text{ Nmm} > M_n = 2379415 \text{ Nmm} \dots\dots \text{Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 244184,83 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{244184,83}{14 \times 630000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 2039,2 \\ &= 573919 \text{ N} = 57391,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{s} \\ &= \frac{491,0714 \times 300 \times 2039}{150} \\ &= 2002785,71 \text{ N} = 200278,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 57392 + 200278,5714 = 257670 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$257670 \text{ kg} \geq 244185 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 25 - 150

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 25^2 \\ &= 491,071 \text{ mm}^2 \geq 51,349 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot s}{1200 \cdot f_y} \\ &\geq \frac{75 \times 30 \times 350 \times 150}{1200 \times 300} \\ &\geq 51,3489898 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam L_d .

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times f_c}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 13

$$\begin{aligned} A_b &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 132,7857143 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$c = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} l_{db} &= \frac{1,38 \times 132,78571 \times 300}{39 \times 30} \\ &= 257,3513559 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi untuk :

$$\begin{aligned} L_d &= m_{db} \times l_{db} \\ &= 1,3 \times 257,3514 \\ &= 334,5567627 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penulangan pada segmen 3 tanpa bukaan

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 23191,84 \text{ kgm} = 2319184 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 131721,032 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2319184}{0,65} = 3567975,385 \text{ kgcm}$$

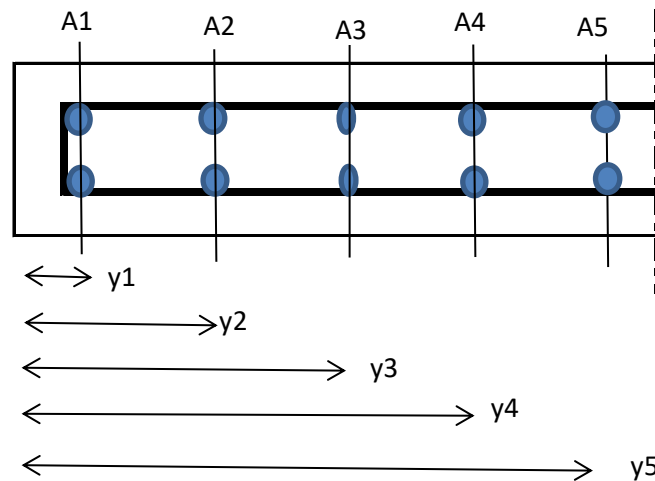
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{131721,0}{0,65} = 202647,7415 \text{ kg}$$

$$l_w = 5,6 \text{ m}$$

$$\text{Pendekatan pertama di misalkan } d = 513,92 \text{ cm}$$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{3567975,385}{3000 \times 513,9} = 2,3142 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan 10 D 13} \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 6,08 \quad y_3 = 26,1 \quad y_5 = 46,1$$

$$y_2 = 16,1 \quad y_4 = 36,1$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + (A_4 \times y_4) + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= 26,08 \text{ cm}$$

$$d = 700 - 26,08 = 673,9 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times \sqrt{f_c} \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 24418,483 \text{ kg}$$

$$= 244184,83 \text{ N}$$

Karena $V_u = 244184,83 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00250 \times 30 \times 673,9$$

$$= 50,544 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 46 \text{ D } 13 = 61,081 \text{ cm}^2$$

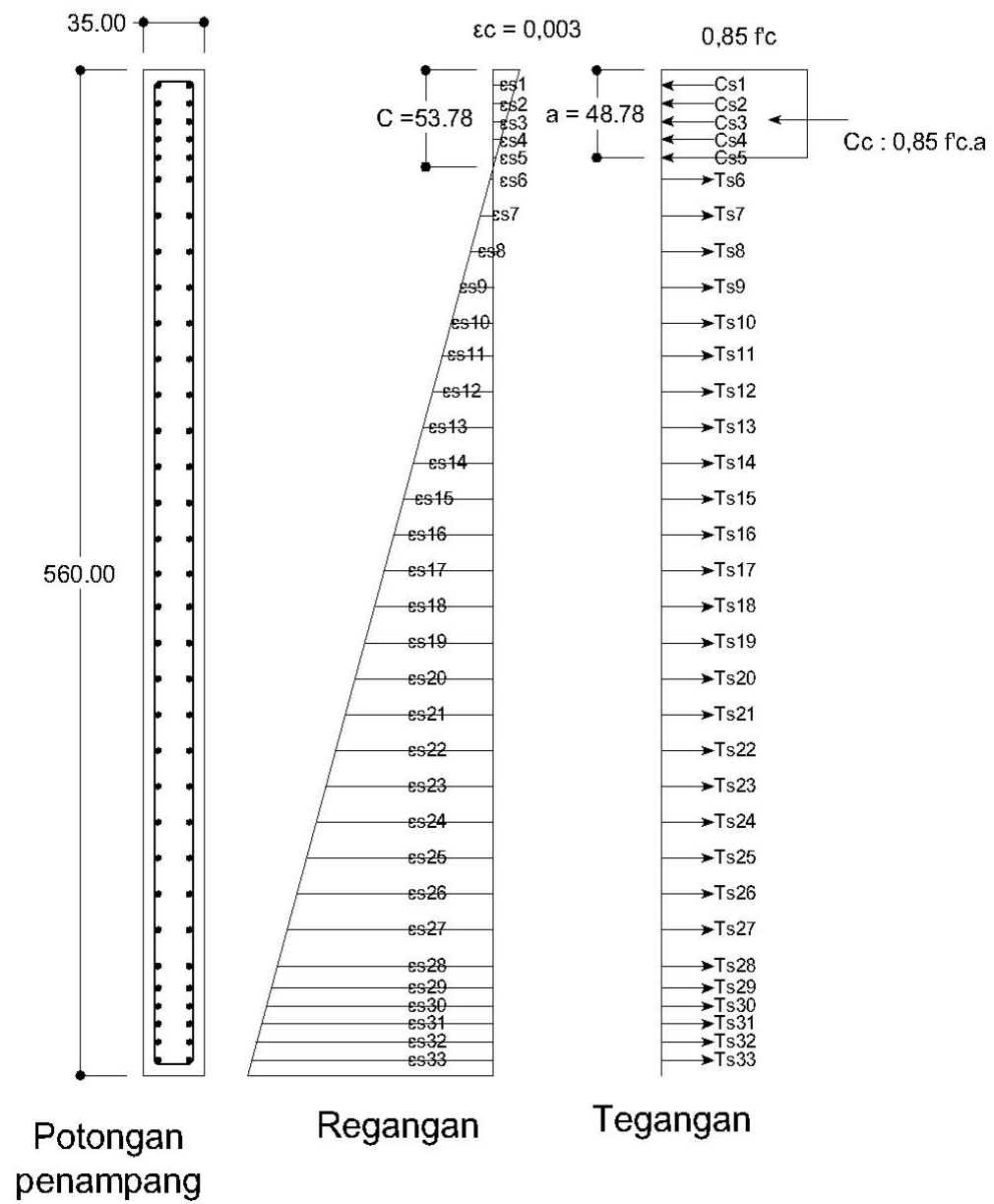
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{61,081}{30 \times 673,92} = 0,00302$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$0,00302 > 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{ OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 573,864 \text{ mm}$



Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan arah x

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	6,08	d12	178,48	d23	398,48
d2	16,08	d13	198,48	d24	418,48
d3	26,08	d14	218,48	d25	438,48
d4	36,08	d15	238,48	d26	458,48
d5	46,08	d16	258,48	d27	478,48
d6	58,48	d17	278,48	d28	498,48
d7	78,48	d18	298,48	d29	510,88
d8	98,48	d19	318,48	d30	520,88
d9	118,48	d20	338,48	d31	530,88
d10	138,48	d21	358,48	d32	540,88
d11	158,48	d22	378,48	d33	550,88

Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang

Tabel 4.2. Tabel Jarak tulangan tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	273,92	y12	101,52	y23	121,52
y2	263,92	y13	81,52	y24	141,52
y3	253,92	y14	61,52	y25	161,52
y4	243,92	y15	41,52	y26	181,52
y5	233,92	y16	21,52	y27	201,52
y6	221,52	y17	2	y28	221,52
y7	201,52	y18	21,52	y29	233,92
y8	181,52	y19	41,52	y30	243,92
y9	161,52	y20	61,52	y31	253,92
y10	141,52	y21	81,52	y32	263,92
y11	121,52	y22	101,52	y33	273,92

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00268	εs12	0,00633	εs23	0,01783
εs2	0,00216	εs13	0,00738	εs24	0,01888
εs3	0,00164	εs14	0,00842	εs25	0,01992
εs4	0,00111	εs15	0,00947	εs26	0,02097
εs5	0,00059	εs16	0,01051	εs27	0,02201
εs6	0,00006	εs17	0,01156	εs28	0,02306
εs7	0,00110	εs18	0,01260	εs29	0,02371
εs8	0,00215	εs19	0,01365	εs30	0,02423
εs9	0,00319	εs20	0,01469	εs31	0,02475
εs10	0,00424	εs21	0,01574	εs32	0,02528
εs11	0,00528	εs22	0,01679	εs33	0,02580

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{57,3864 - 6,08}{57,3864} \times 0,003$$

$$= 0,002682155$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s6}}{\epsilon_s} = \frac{d6 - c}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_{s6} = \frac{d6 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{58 - 57,3864}{57,3864} \times 0,003$$

$$= 0,000057$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	536,4309	fs12	1266,0874	fs23	3566,285
fs2	431,8765	fs13	1475,1962	fs24	3775,394
fs3	327,3221	fs14	1684,3051	fs25	3984,502
fs4	222,7676	fs15	1893,4139	fs26	4193,611
fs5	118,2132	fs16	2102,5228	fs27	4402,72
fs6	11,43428	fs17	2311,6316	fs28	4611,829
fs7	220,5431	fs18	2520,7405	fs29	4741,476
fs8	429,652	fs19	2729,8493	fs30	4846,031
fs9	638,7608	fs20	2938,9582	fs31	4950,585
fs10	847,8697	fs21	3148,0671	fs32	5055,14
fs11	1056,979	fs22	3357,1759	fs33	5159,694

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs1 = 0,00268 \times 200000 = 536,43091 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $fy = 300 \text{ Mpa}$

$$fs5 = 0,00059 \times 200000 = 118,21321 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $fy = 118,2132 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs6 = 0,00006 \times 200000 = 11,434281 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $fs = 11,43428 \text{ Mpa}$

$$fs15 = 0,00947 \times 200000 = 1893,4139 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan $fy = 300 \text{ Mpa}$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.5. Tabel nilai Ts dan Cs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Ts12	79,671429	Ts23	79,67143
Cs2	79,67143	Ts13	79,671429	Ts24	79,67143
Cs3	79,67143	Ts14	79,671429	Ts25	79,67143
Cs4	59,16072	Ts15	79,671429	Ts26	79,67143
Cs5	31,39405	Ts16	79,671429	Ts27	79,67143
Cs6	3,036618	Ts17	79,671429	Ts28	79,67143
Cc7	58,56995	Ts18	79,671429	Ts29	79,67143
Ts8	79,67143	Ts19	79,671429	Ts30	79,67143
Ts9	79,67143	Ts20	79,671429	Ts31	79,67143
Ts10	79,67143	Ts21	79,671429	Ts32	79,67143
Ts11	79,67143	Ts22	79,671429	Ts33	79,67143

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$Cs = As \times fs$$

$$Cs1 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 79671,42857 \text{ N} \\ = 79,67142857 \text{ kN}$$

$$Cs5 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 118,2 = 31394,05018 \text{ N} \\ = 31,39405018 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$Ts = As \times fs$$

$$Ts6 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 11,4 = 3036,618365 \text{ N} \\ = 3,036618365 \text{ kN}$$

$$Ts15 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 79671,42857 \text{ N} \\ = 79,67142857 \text{ kN}$$

$$Cc = 0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 573,864 \times 300$$

$$= 3731549,36 \text{ N}$$

$$= 3731,54936 \text{ kN}$$

Kontrol $\Sigma H = 0$

$$\begin{aligned}
 (Cs1 + Cs2 + \dots + Cs7) + Cc &= (Ts8 + Ts9 + \dots + Ts33) + Pn \\
 329,5690542 + 3731,54936 &= 2133,063716 + 2026,477415 \\
 4061,118 \text{ kN} &= 4159,541 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.6. Tabel nilai Mn

Mn	kNm	N	kNm	N	kNm
Mn1	218,236	Mn12	80,882	Mn23	96,817
Mn2	210,269	Mn13	64,948	Mn24	112,751
Mn3	202,302	Mn14	49,014	Mn25	128,685
Mn4	144,305	Mn15	33,080	Mn26	144,620
Mn5	73,44	Mn16	17,145	Mn27	160,554
Mn6	6,73	Mn17	1,211	Mn28	176,488
Mn7	118,03	Mn18	17,145	Mn29	186,367
Mn8	144,620	Mn19	33,080	Mn30	194,335
Mn9	128,685	Mn20	49,014	Mn31	202,302
Mn10	112,751	Mn21	64,948	Mn32	210,269
Mn11	96,817	Mn22	80,882	Mn33	218,236

Keterangan tabel :

$$\begin{aligned}
 Mn1 &= Nd1 \times y1 \\
 &= 79,67143 \times 273,92 = 21823,598 \text{ kNcm} = 218,24 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn2 &= Nd2 \times y1 \\
 &= 79,67143 \times 263,92 = 21026,883 \text{ kNcm} = 210,27 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jika } c &= 573,8638 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\
 &= 0,85 \times 573,8638 \\
 &= 487,7842 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 yc &= h/2 - a/2 \\
 &= 5600 / 2 - 487,78423 / 2 \\
 &= 2556,108 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= (Cc \times yc) + (Mn1 + Mn2 + \dots + Mn33) \\
 &= (3731,54936 \times 2,5561079) + 3778,95 \\
 &= 13317,1932 \text{ kNm} > Mn = 3567,975385 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 13703,360 \text{ kgcm} = 1370336 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 131721,032 \text{ kg} = 1317210,32 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$A_s' \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$A_s \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad \beta = 0,85$$

$$d' = 60,8 \text{ mm} \quad P_u = 131721,03 \text{ kg}$$

$$b = 7000 \text{ mm} \quad = 1317210,3 \text{ N}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_u$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_s1 - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_y1$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + ((600(c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) = (A_s \cdot f_y + P_u) \cdot c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' \cdot c - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c - A_s \cdot f_y \cdot c - P_u \cdot c) - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

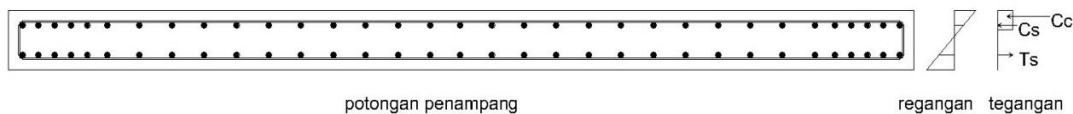
$$151725 \quad c^2 \quad -1486472,034 \quad c \quad - 242143817,1 = 0$$

dari persamaan di atas, di dapatkan nilai $c = 45,1470 \text{ mm}$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 45,1470 = 38,3749 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{45,1470 - 61}{45,1470} = -0,001040$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 38,375 \times 7000 \\ &= 6849926,646 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{600(c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \\ &= -1380826,04 - 169261,7143 = -1550087,754 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot F_y \\ &= (66 \times 3,14 \times 8^2) \times 300 \\ &= 3982628,571 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} Cc + Cs &= Ts + Pu \\ 6849926,65 + -1550087,75 &= 3982628,571 + 1317210,32 \\ 5299838,891 \quad N &= 5299838,891 \quad N \quad \text{..... Ok} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1370336}{1317210,32} = 1,040331965 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned} M_{nd1} &= Cc \cdot x \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 6849926,646 \cdot x \cdot \left(239,2 - \frac{38,3749}{2} \right) \\ &= 1507069694 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd2} &= Cs \cdot (d - d') \\ &= -1550087,754 \cdot x \cdot (239,2 - 60,8) \\ &= -276535655,4 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\ &= 1507069694 + -276535655,4 \\ &= 1230534039 \quad 0 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1370336}{0,65} = 2108209 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 1230534039 \text{ Nmm} > M_n = 2108209 \text{ Nmm} \quad \text{.....Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 243410,99 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{243410,99}{14 \times 2100000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 5539,2 \\ &= 1529532 \text{ N} = 152953,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{s} \\ &= \frac{132,7857 \times 300 \times 5539}{300} \\ &= 735526,629 \text{ N} = 73552,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 152953 + 73552,66286 = 226506 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$226506 \text{ kg} \geq 243411 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 13 - 300

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 13^2 \\ &= 132,785714 \text{ mm}^2 \geq 102,6979795 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\ &\geq 102,69798 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan ls sama dengan ld, sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam Ld.

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f'_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 13

$$A_b = 3,14 \times 7^2$$

$$= 132,7857143 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 132,78571 \times 300}{39 \times \sqrt{5,477}}$$

$$= 257,3513559 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 257,3514$$

$$= 334,5567627 \text{ mm}$$

4 Penulangan pada segmen 4 (ada bukaan)

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 27538,00 \text{ kgm} = 2753800 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 141533,17 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2753800}{0,65} = 4236615,385 \text{ kgcm}$$

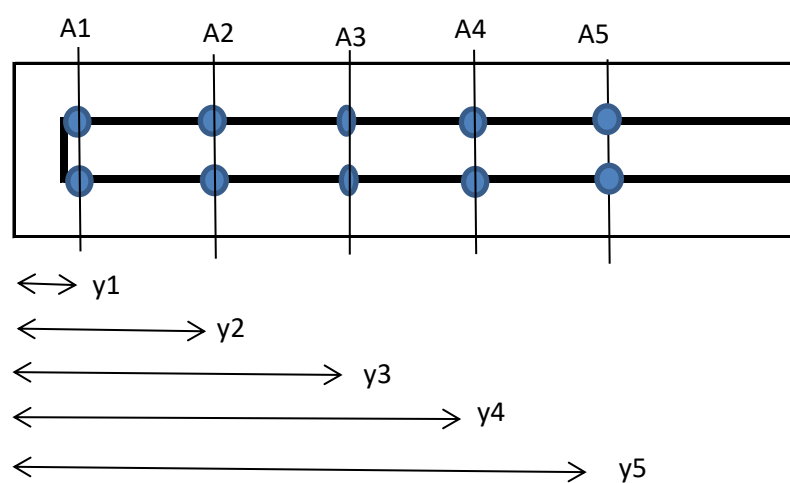
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{141533,2}{0,65} = 217743,3385 \text{ kg}$$

$$l_w = 2,1 \text{ m}$$

Pendekatan pertama di misalkan $d = 162,4 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{4236615,385}{3000 \times 162,4} = 8,695844 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan } 10 \text{ D } 13 \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 7,6 \quad y_3 = 27,6 \quad y_5 = 47,6$$

$$y_2 = 17,6 \quad y_4 = 37,6$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + \dots + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_5}$$

$$= 27,6 \text{ cm}$$

$$d = 210 - 27,6 = 182,4 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times \sqrt{f_c} \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 23969,729 \text{ kg}$$

$$= 239697,29 \text{ N}$$

Karena $V_u = 239697,29 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
 maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0025 \times 30 \times 182,4$$

$$= 13,68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 16 \text{ D } 13 = 21,246 \text{ cm}^2$$

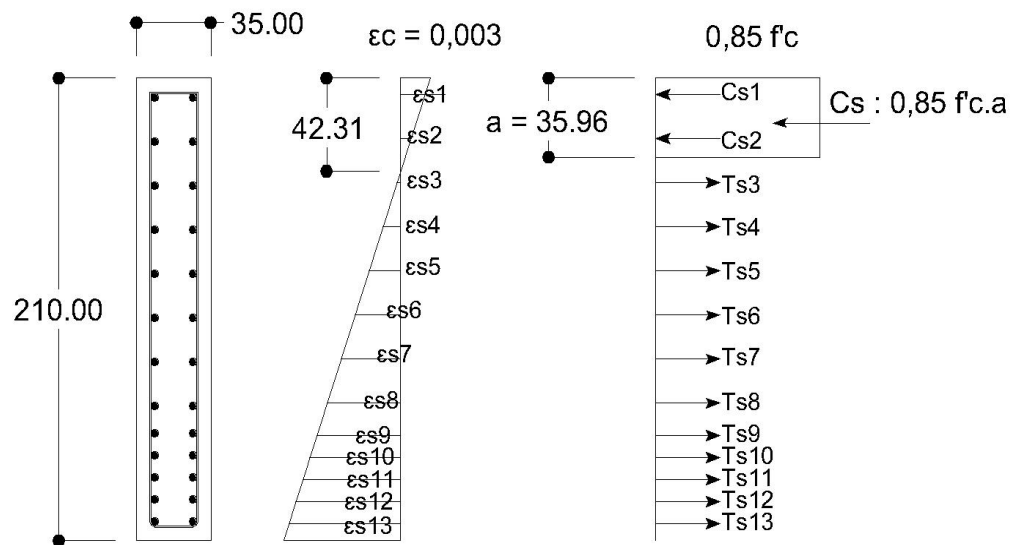
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{21,246}{30 \times 182,4} = 0,00388$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$0,00388 > 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{ OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
 dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 423,114 \text{ mm}$



Potongan penampang Regangan Tegangan

Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas penampang

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	7,6	d6	107,6	d11	182,4
d2	27,6	d7	127,6	d12	192,4
d3	47,6	d8	147,6	d13	202,4
d4	67,6	d9	162,4		
d5	87,6	d10	172,4		

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan pada

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00246	εs6	0,00463	εs11	0,00993
εs2	0,00104	εs7	0,00605	εs12	0,01064
εs3	0,00037	εs8	0,00747	εs13	0,01135
εs4	0,00179	εs9	0,00851		
εs5	0,00321	εs10	0,00922		

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \quad \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{42,3114 - 7,6}{42,3114} \times 0,003$$

$$= 0,002461139$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s3}}{\epsilon_s} = \frac{d3 - c}{c} \quad \epsilon_{s3} = \frac{d3 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{47,6 - 42,3114}{42,3114} \times 0,003$$

$$= 0,00037$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	492,2277	fs6	925,82884	fs11	1986,535
fs2	208,6164	fs7	1209,4401	fs12	2128,341
fs3	74,99491	fs8	1493,0515	fs13	2270,146
fs4	358,6062	fs9	1702,9238		
fs5	642,2175	fs10	1844,7295		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s1} = 0,00246 \times 200000 = 492,2277 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s3} = 0,00037 \times 200000 = 74,994913 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 74,99491 \text{ Mpa}$$

$$f_{s4} = 0,00179 \times 200000 = 358,60622 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	120,6857	Cs6	120,68571	Ts11	120,6857
Cs2	83,9234	Ts7	120,68571	Ts12	120,6857
Cs3	30,16938	Ts8	120,68571	Ts13	120,6857
Cs4	120,6857	Ts9	120,68571		
Cs5	120,6857	Ts10	120,68571		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$C_s = A_s' \times f_s'$$

$$C_{s1} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_{s2} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 208,6 = 83923,39553 \text{ N} \\ = 83,92339553 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$T_s = A_s \times f_s$$

$$T_{s3} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 75 = 30169,38203 \text{ N} \\ = 30,16938203 \text{ kN}$$

$$T_{s4} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 16) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b = 2751,301 \text{ kN} \\ = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 423,114 \times 300 \\ = 2751300,74 \text{ N} \\ = 2751,30074 \text{ kN}$$

Kontrol $\sum H = 0$

$$(C_{s1} + C_{s2}) + C_c = (T_{s3} + T_{s4} + \dots + T_{s13}) + P_n \\ 204,6091098 + 2751,300736 = 1237,026525 + 2177,433385 \\ 2955,910 \text{ kN} = 3414,460 \text{ kN}$$

Mencari titik tengah penampang tulangan

$$A = \frac{1}{4} \times 22/7 \times 1.3^2 \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times d_1) + (A_2 \times d_2) + (A_3 \times d_3) + \dots + (A_{13} \times d_{13})}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{13}}$$

$$= \frac{4070,678857}{34,52428571}$$

$$= 117,9076923 \text{ cm}$$

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	110,3077	y6	10,307692	y11	64,49231
y2	90,30769	y7	9,6923077	y12	74,49231
y3	70,30769	y8	29,692308	y13	84,49231
y4	50,30769	y9	44,492308		
y5	30,30769	y10	54,492308		

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

Mn	kNm	Mn	kNm	Mn	kNm
Mn1	133,126	Mn6	12,440	Mn11	77,833
Mn2	75,789	Mn7	11,697	Mn12	89,902
Mn3	21,211	Mn8	35,834	Mn13	101,970
Mn4	60,714	Mn9	53,696		
Mn5	36,577	Mn10	65,764		

Keterangan tabel :

$$Mn1 = Cc1 \times y1$$

$$= 120,6857 \times 110,31 = 13312,563 \text{ kNcm} = 133,13 \text{ kNm}$$

$$Mn2 = Cc2 \times y2$$

$$= 83,9234 \times 90,308 = 7578,9282 \text{ kNcm} = 75,79 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika } c &= 423,1143 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\ &= 0,85 \times 423,1143 \\ &= 359,6472 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_c &= y - a/2 \\ &= 1179,077 - 359,64716 / 2 \\ &= 999,2533 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= (C_c \times y_c) + (M_{n1} + M_{n2} + \dots + M_{n13}) \\ &= (2751,30074 \times 0,9992533) + 776,55 \\ &= 3525,801 \text{ kNm} > M_n = 423,66 \text{ kNm} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 17129,200 \text{ kgcm} = 1712920 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 141533,17 \text{ kg} = 1415331,7 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s' \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ & & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ A_s \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & \beta &= 0,85 \\ d' &= 76 \text{ mm} & P_u &= 141533,17 \text{ kg} \\ b &= 2100 \text{ mm} & &= 1415331,7 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_u$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_{s1} - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_{y1}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times d - \frac{a}{2}$$

$$M_{nd2} = N_{d2} \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c , maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c , maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (600 (c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c = (A_s \cdot f_y + P_u) \cdot c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

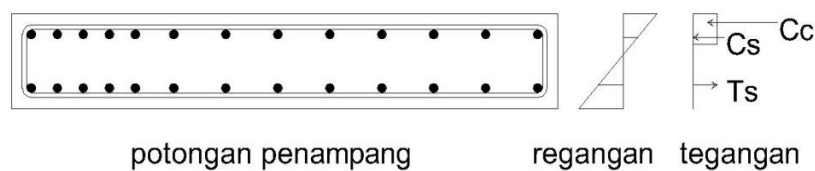
$$45518 \quad c^2 \quad -1482010,557 \quad c \quad - 119237485,7 = 0$$

$$\text{dari persamaan di atas, di dapatkan nilai } c = 69,9882 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 69,9882 = 59,4900 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{70 - 76}{69,9882} = -0,000258$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 59,490 \times 2100 \\ &= 3185689,528 \text{ N} \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s'$$

$$= -134764,685 - 66678,85714 = -201443,5422 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot F_y$$

$$= (2614,857 + 2614,857) \times 300$$

$$= 1568914,286 \text{ N}$$

$$N_d = C_c + C_s$$

Kontrol :

$$N_d = N_t + P_u$$

$$2984245,986 = 1568914,286 + 1415331,7$$

$$2984245,986 \text{ N} = 2984245,986 \text{ N} \dots\dots \text{Ok}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1712920}{1415331,7} = 1,210260464 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$M_{nd1} = C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 2984245,986 \times \left(239,2 - \frac{59,4900}{2} \right)$$

$$= 625065242,2 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$= -201443,5422 \times (239,2 - 76)$$

$$= -32875586,08 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = M_{nd1} + M_{nd2}$$

$$= 625065242,2 + -32875586,08$$

$$= 592189656,1 \text{ 0}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1712920}{0,7} = 2635262 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 592189656 \text{ Nmm} > M_n = 2635262 \text{ Nmm} \dots\dots \text{Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 239697,29 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{239697,29}{14 \times 630000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 2039,2 \\ &= 573635 \text{ N} = 57363,49 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{s} \\ &= \frac{491,0714 \times 300 \times 2039}{150} \\ &= 2002785,71 \text{ N} = 200278,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 57363 + 200278,5714 = 257642 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$257642 \text{ kg} \geq 239697 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 25 - 150

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 25^2 \\ &= 491,071 \text{ mm}^2 \geq 51,349 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \cdot f_c \cdot b_w \cdot s}{1200 \cdot f_y} \\ &\geq \frac{75 \cdot 30 \cdot 350 \cdot 150}{1200 \cdot 300} \\ &\geq 51,3489898 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam L_d .

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times f_c}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 16

$$\begin{aligned} A_b &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 201,1428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$c = 3 \times 16 = 48 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} l_{db} &= \frac{1,38 \times 201,14286 \times 300}{48 \times 30} \\ &= 316,7401304 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi untuk :

$$\begin{aligned} L_d &= m_{db} \times l_{db} \\ &= 1,3 \times 316,7401 \\ &= 411,7621695 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penulangan pada segmen 4 tanpa bukaan

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 27538,00 \text{ kgm} = 2753800 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 141533,17 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2753800}{0,65} = 4236615,385 \text{ kgcm}$$

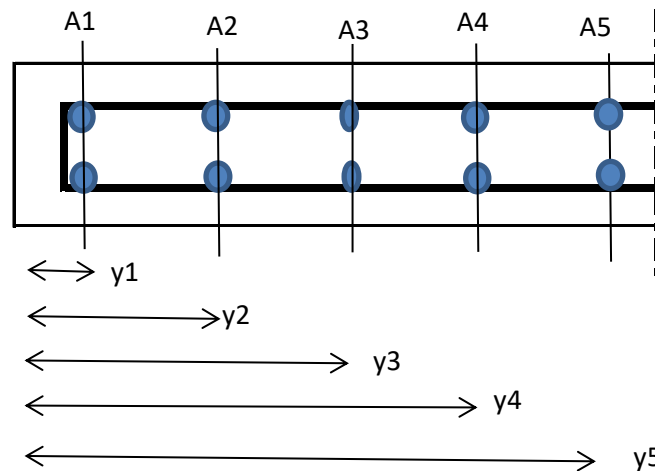
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{141533,2}{0,65} = 217743,3385 \text{ kg}$$

$$l_w = 5,6 \text{ m}$$

$$\text{Pendekatan pertama di misalkan } d = 512,4 \text{ cm}$$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{4236615,385}{3000 \times 512,4} = 2,7561 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan } 10 \text{ D } 13 \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 7,6 \quad y_3 = 27,6 \quad y_5 = 47,6$$

$$y_2 = 17,6 \quad y_4 = 37,6$$

$$A = (1/4 \times 3,14 \times 1,3^2) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + (A_4 \times y_4) + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= 27,6 \text{ cm}$$

$$d = 700 - 27,6 = 672,4 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times f_c \quad \text{Dimana :}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 23969,729 \text{ kg}$$

$$= 239697,29 \text{ N}$$

Karena $V_u = 239697,29 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
 maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00250 \times 30 \times 672,4$$

$$= 50,43 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 46 \text{ D } 13 = 61,081 \text{ cm}^2$$

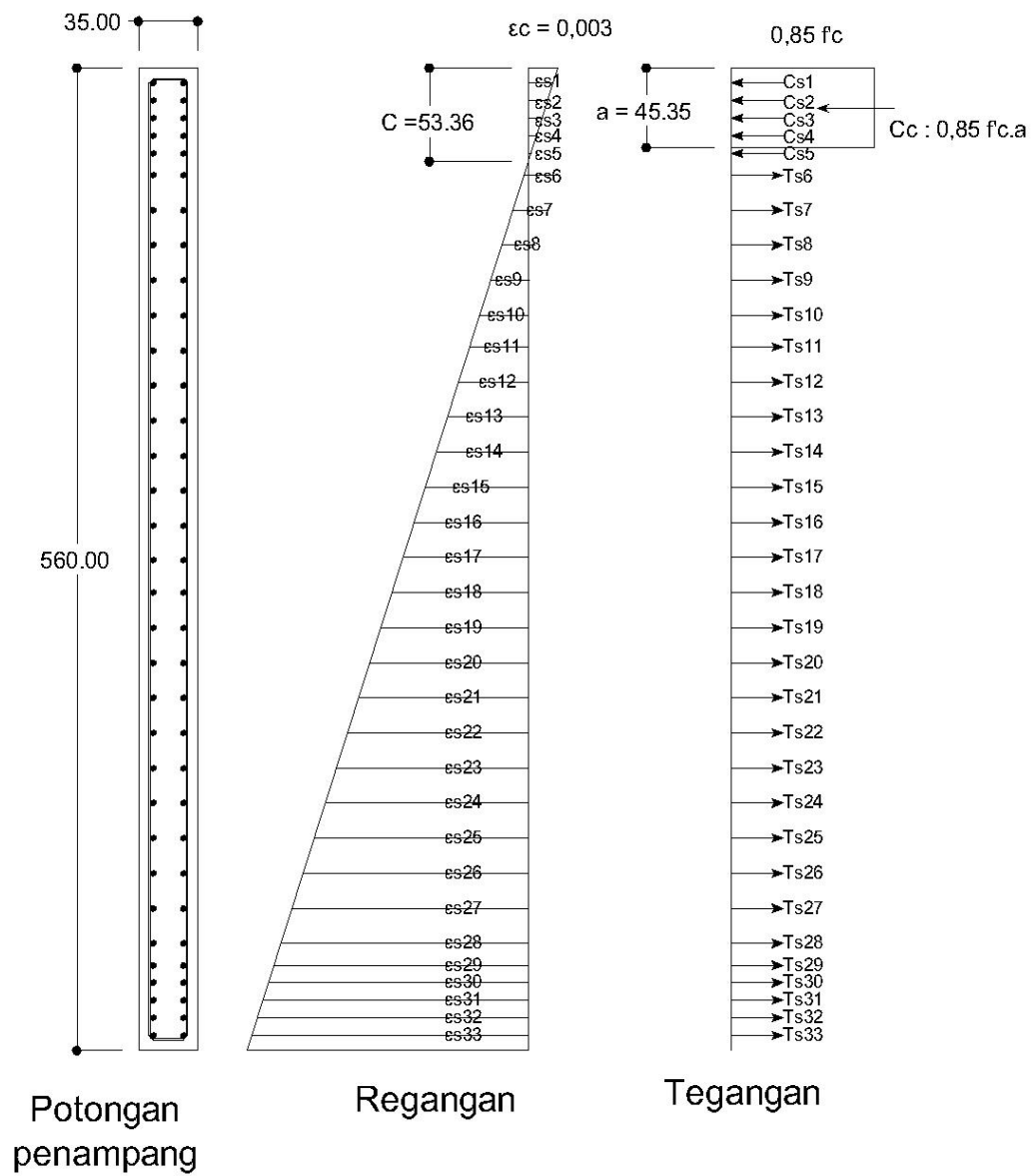
Cek ρ terpasang

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{61,081}{30 \times 672,4} = 0,00303$$

$$\rho > \rho_{min}$$

$$0,00303 > 0,00250 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga
 dari hasil trial and error, didapat nilai $c = 533,569 \text{ mm}$



Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan arah x

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas

di	jarak cm	di	jarak cm	di	jarak cm
d1	7,6	d12	180	d23	400
d2	17,6	d13	200	d24	420
d3	27,6	d14	220	d25	440
d4	37,6	d15	240	d26	460
d5	47,6	d16	260	d27	480
d6	60	d17	280	d28	500
d7	80	d18	300	d29	512,4
d8	100	d19	320	d30	522,4
d9	120	d20	340	d31	532,4
d10	140	d21	360	d32	542,4
d11	160	d22	380	d33	552,4

Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang

Tabel 4.2. Tabel Jarak tulangan tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	272,4	y12	100	y23	120
y2	262,4	y13	80	y24	140
y3	252,4	y14	60	y25	160
y4	242,4	y15	40	y26	180
y5	232,4	y16	20	y27	200
y6	220	y17	0	y28	220
y7	200	y18	20	y29	232,4
y8	180	y19	40	y30	242,4
y9	160	y20	60	y31	252,4
y10	140	y21	80	y32	262,4
y11	120	y22	100	y33	272,4

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan

εs	Nilai	εs	Nilai	εs	Nilai
εs1	0,00257	εs12	0,00712	εs23	0,01949
εs2	0,00201	εs13	0,00825	εs24	0,02061
εs3	0,00145	εs14	0,00937	εs25	0,02174
εs4	0,00089	εs15	0,01049	εs26	0,02286
εs5	0,00032	εs16	0,01162	εs27	0,02399
εs6	0,00037	εs17	0,01274	εs28	0,02511
εs7	0,00150	εs18	0,01387	εs29	0,02581
εs8	0,00262	εs19	0,01499	εs30	0,02637
εs9	0,00375	εs20	0,01612	εs31	0,02693
εs10	0,00487	εs21	0,01724	εs32	0,02750
εs11	0,00600	εs22	0,01837	εs33	0,02806

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{53,3569 - 7,6}{53,3569} \times 0,003$$

$$= 0,002572689$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s8}}{\epsilon_s} = \frac{d8 - c}{c} \quad \Rightarrow \quad \epsilon_{s8} = \frac{d8 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{100 - 53,3569}{53,3569} \times 0,003$$

$$= 0,002623$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	514,5377	fs12	1424,1067	fs23	3898,015
fs2	402,0873	fs13	1649,0075	fs24	4122,916
fs3	289,637	fs14	1873,9082	fs25	4347,816
fs4	177,1866	fs15	2098,809	fs26	4572,717
fs5	64,73622	fs16	2323,7097	fs27	4797,618
fs6	74,70225	fs17	2548,6105	fs28	5022,519
fs7	299,603	fs18	2773,5112	fs29	5161,957
fs8	524,5037	fs19	2998,412	fs30	5274,408
fs9	749,4045	fs20	3223,3127	fs31	5386,858
fs10	974,3052	fs21	3448,2135	fs32	5499,308
fs11	1199,206	fs22	3673,1142	fs33	5611,759

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs1 = 0,00257 \times 200000 = 514,53772 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$fs7 = 0,00150 \times 200000 = 299,60299 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 299,603 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$fs = \epsilon_s \times E_s$$

$$fs8 = 0,00262 \times 200000 = 524,50374 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fs = 300 \text{ Mpa}$$

$$fs15 = 0,01049 \times 200000 = 2098,809 \text{ Mpa} > fy = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } fy = 300 \text{ Mpa}$$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.5. Tabel nilai Ts dan Cs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	79,67143	Ts12	79,671429	Ts23	79,67143
Cs2	79,67143	Ts13	79,671429	Ts24	79,67143
Cs3	76,9193	Ts14	79,671429	Ts25	79,67143
Cs4	47,0557	Ts15	79,671429	Ts26	79,67143
Cs5	17,19209	Ts16	79,671429	Ts27	79,67143
Cs6	19,83878	Ts17	79,671429	Ts28	79,67143
Cc7	79,566	Ts18	79,671429	Ts29	79,67143
Ts8	79,67143	Ts19	79,671429	Ts30	79,67143
Ts9	79,67143	Ts20	79,671429	Ts31	79,67143
Ts10	79,67143	Ts21	79,671429	Ts32	79,67143
Ts11	79,67143	Ts22	79,671429	Ts33	79,67143

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$Cs = As \times fs$$

$$Cs1 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$Cs7 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 299,6 = 120526,0044 \text{ N} \\ = 120,5260044 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$Ts = As \times fs$$

$$Ts8 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 524,5 = 211000,3627 \text{ N} \\ = 211,0003627 \text{ kN}$$

$$Ts15 = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$Cc = 0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 533,569 \times 300$$

$$= 3469530,47 \text{ N}$$

$$= 3469,53047 \text{ kN}$$

Kontrol $\Sigma H = 0$

$$\begin{aligned}
 (Cs_1 + Cs_2 + \dots + Cs_5) + Cc &= (Ts_6 + Ts_7 + \dots + Ts_{33}) + Pn \\
 300,5099469 + 3469,530472 &= 2170,86192 + 2177,433385 \\
 3770,040 \text{ kN} &= 4348,295 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.6. Tabel nilai Mn

Mn	kNm	N	kNm	N	kNm
Mn1	217,025	Mn12	79,671	Mn23	95,606
Mn2	209,058	Mn13	63,737	Mn24	111,540
Mn3	194,144	Mn14	47,803	Mn25	127,474
Mn4	114,063	Mn15	31,869	Mn26	143,409
Mn5	39,95	Mn16	15,934	Mn27	159,343
Mn6	43,65	Mn17	0,000	Mn28	175,277
Mn7	159,13	Mn18	15,934	Mn29	185,156
Mn8	143,409	Mn19	31,869	Mn30	193,124
Mn9	127,474	Mn20	47,803	Mn31	201,091
Mn10	111,540	Mn21	63,737	Mn32	209,058
Mn11	95,606	Mn22	79,671	Mn33	217,025

Keterangan tabel :

$$\begin{aligned}
 Mn_1 &= Nd_1 \times y_1 \\
 &= 79,67143 \times 272,4 = 21702,497 \text{ kNcm} = 217,02 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_2 &= Nd_2 \times y_1 \\
 &= 79,67143 \times 262,4 = 20905,783 \text{ kNcm} = 209,06 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jika } c &= 533,5687 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\
 &= 0,85 \times 533,5687 \\
 &= 453,5334 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_c &= h/2 - a/2 \\
 &= 5600 / 2 - 453,5334 / 2 \\
 &= 2573,233 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= (Cc \times y_c) + (Mn_1 + Mn_2 + \dots + Mn_{33}) \\
 &= (3469,53047 \times 2,5732333) + 3751,18 \\
 &= 12679,0924 \text{ kNm} > Mn = 4236,615385 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 17476,200 \text{ kgcm} = 1747620 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 141533,17 \text{ kg} = 1415331,7 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$A_s' \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$A_s \text{ 33 D 16} = 6637,714286 \text{ mm}^2 \quad \beta = 0,85$$

$$d' = 76 \text{ mm} \quad P_u = 141533,17 \text{ kg}$$

$$b = 7000 \text{ mm} \quad = 1415331,7 \text{ N}$$

Maka $C_c + C_s = T_s + P_u$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_s1 - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s1 \cdot F_y1$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} \quad ; \quad E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + ((600(c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) = (A_s \cdot f_y + P_u) c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

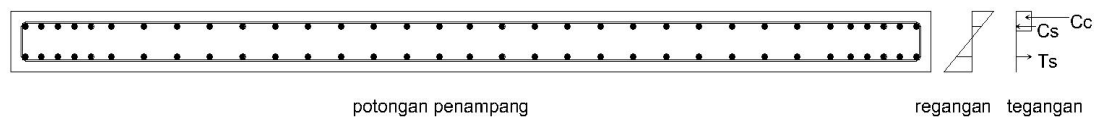
$$151725 c^2 - 1584593,414 c - 302679771,4 = 0$$

$$\text{dari persamaan di atas, di dapatkan nilai } c = 50,1907 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 50,1907 = 42,6621 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{50,1907 - 76}{50,1907} = -0,001543$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 42,662 \times 7000 \\ &= 7615186,3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{600(c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \\ &= -2047964,314 - 169261,7143 = -2217226,028 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot F_y \\ &= (66 \times 3,14 \times 8^2) \times 300 \\ &= 3982628,571 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} Cc + Cs &= Ts + Pu \\ 7615186,30 + -2217226,03 &= 3982628,571 + 1415331,7 \\ 5397960,271 \quad N &= 5397960,271 \quad N \quad \text{..... Ok} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1747620}{1415331,7} = 1,234777685 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned} M_{nd1} &= Cc \cdot x \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 7615186,300 \cdot x \left(239,2 - \frac{42,6621}{2} \right) \\ &= 1659112612 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd2} &= Cs \cdot (d - d') \\ &= -2217226,028 \cdot x (239,2 - 76) \\ &= -361851287,8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\ &= 1659112612 + -361851287,8 \\ &= 1297261324 \quad 0 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1747620}{0,65} = 2688646 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 1297261324 \text{ Nmm} > M_n = 2688646 \text{ Nmm} \quad \text{.....Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 239697,29 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= \left[1 + \frac{V_u}{14.A_g} \right] \left[\frac{\sqrt{f_c}}{6} \right] b_w . d \\ &= \left[1 + \frac{2396972,9}{14 \times 2100000} \right] \left[\frac{\sqrt{30}}{6} \right] 300 \times 5539,2 \\ &= 1640651 \text{ N} = 164065,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v . f_y . d}{s} \\ &= \frac{132,7857 \times 300 \times 5539}{300} \\ &= 735526,629 \text{ N} = 73552,66 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 164065 + 73552,66286 = 237618 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$237618 \text{ kg} \geq 239697 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 13 - 300

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 13^2 \\ &= 132,785714 \text{ mm}^2 \geq 102,6979795 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 300}{1200 \times 300} \\ &\geq 102,69798 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam L_d .

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f'_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 13

$$A_b = 3,14 \times 7^2$$

$$= 132,7857143 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 132,78571 \times 300}{39 \times \sqrt{5,477}}$$

$$= 257,3513559 \text{ mm}$$

Jadi untuk :

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 257,3514$$

$$= 334,5567627 \text{ mm}$$

5 Penulangan pada segmen 4 (ada bukaan)

a. Penulangan Vertikal

$$M_u = 21840,50 \text{ kgm} = 2184050 \text{ kgcm}$$

$$P_u = 67322,22 \text{ kg}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2184050}{0,65} = 3360076,923 \text{ kgcm}$$

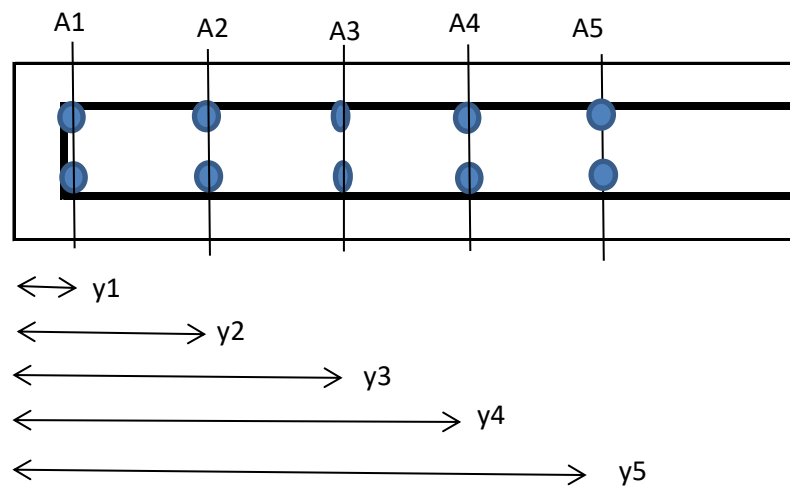
$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{67322,2}{0,65} = 103572,6462 \text{ kg}$$

$$l_w = 2,1 \text{ m}$$

Pendekatan pertama di misalkan $d = 162,4 \text{ cm}$

$$A_v = \frac{M_n}{f_y \times d} = \frac{3360076,923}{3000 \times 162,4} = 6,89671 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dicoba tulangan 10 D 13} \quad A_s = 13,279 \text{ cm}^2$$



$$y_1 = 7,6 \quad y_3 = 27,6 \quad y_5 = 47,6$$

$$y_2 = 17,6 \quad y_4 = 37,6$$

$$A = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,3^2 \right) \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times y_1) + (A_2 \times y_2) + (A_3 \times y_3) + \dots + (A_5 \times y_5)}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_5}$$

$$= 27,6 \text{ cm}$$

$$d = 210 - 27,6 = 182,4 \text{ cm}$$

Untuk rasio penulangan pada dinding geser berpedoman pada SNI03-2847-2002 pasal 23.6.2.(1)

$$V_u < \frac{1}{12} \times A_{cv} \times \sqrt{f_c}$$

$$< 958514,476 \text{ N}$$

Dimana :

$$A_{cv} = \text{Luas bruto penampang}$$

$$= 2100000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 19788,126 \text{ kg}$$

$$= 197881,26 \text{ N}$$

Karena $V_u = 197881,26 \text{ N} < 958514,4756 \text{ N}$
maka rasio penulangan untuk dinding geser adalah :

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0025$$

Jika dalam perhitungan dicoba menggunakan $\rho_{\min} = 0,00250$

Sehingga luas penampang yang diperlukan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0025 \times 30 \times 182,4$$

$$= 13,68 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipasang tulangan untuk bagian tengah } 16 \text{ D } 13 = 21,246 \text{ cm}^2$$

Cek ρ terpasang

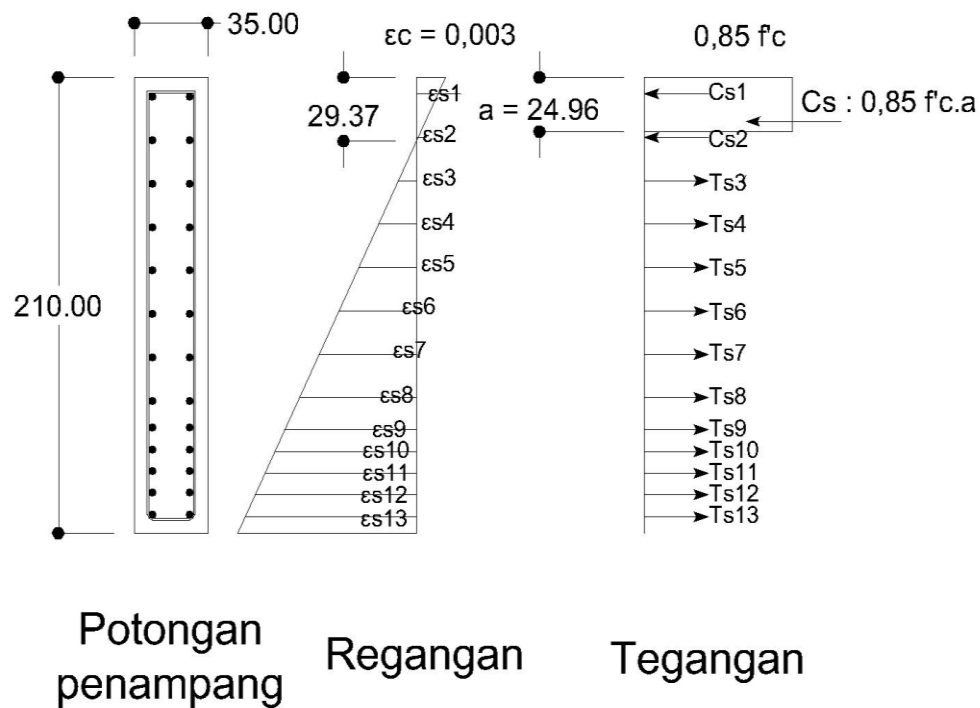
$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{21,246}{30 \times 182,4} = 0,00388$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$0,00388 > 0,00250 \text{ OK}$$

dicoba nilai sampai memenuhi $C_s + C_c = T_s + P_n$ sehingga

$$\text{dari hasil trial and error, didapat nilai } c = 293,695 \text{ mm}$$



Gambar 4.1. Diagram tegangan dan regangan

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap serat atas penampang

di	jarak cm
d1	7,6
d2	27,6
d3	47,6
d4	67,6
d5	87,6

di	jarak cm
d6	107,6
d7	127,6
d8	147,6
d9	162,4
d10	172,4

di	jarak cm
d11	182,4
d12	192,4
d13	202,4

Menghitung regangan yang terjadi :

Tabel 4.3. Tabel regangan pada

εs	Nilai
εs1	0,00222
εs2	0,00018
εs3	0,00186
εs4	0,00391
εs5	0,00595

εs	Nilai
εs6	0,00799
εs7	0,01003
εs8	0,01208
εs9	0,01359
εs10	0,01461

εs	Nilai
εs11	0,01563
εs12	0,01665
εs13	0,01767

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}}{\epsilon_s} = \frac{c - d1}{c} \quad \epsilon_{s1} = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{29,3695 - 7,6}{29,3695} \times 0,003$$

$$= 0,002223683$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_{s3}}{\epsilon_s} = \frac{d3 - c}{c} \quad \epsilon_{s3} = \frac{d3 - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{47,6 - 29,3695}{29,3695} \times 0,003$$

$$= 0,00186$$

Mencari nilai fs :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	444,7367	fs6	1598,2018	fs11	3126,32
fs2	36,14898	fs7	2006,7895	fs12	3330,614
fs3	372,4387	fs8	2415,3772	fs13	3534,907
fs4	781,0264	fs9	2717,7321		
fs5	1189,614	fs10	2922,0259		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s1} = 0,00222 \times 200000 = 444,73668 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

$$f_{s3} = 0,00186 \times 200000 = 372,43872 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 300 \text{ Mpa}$$

$$f_{s4} = 0,00391 \times 200000 = 781,02641 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Besarnya gaya-gaya yang bekerja :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

N	kN	N	kN	N	kN
Cs1	120,6857	Cs6	120,68571	Ts11	120,6857
Cs2	14,54222	Ts7	120,68571	Ts12	120,6857
Cs3	120,6857	Ts8	120,68571	Ts13	120,6857
Cs4	120,6857	Ts9	120,68571		
Cs5	120,6857	Ts10	120,68571		

Keterangan tabel :

Untuk daerah tekan :

$$C_s = A_s' \times f_s'$$

$$C_{s1} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_{s2} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 36,15 = 14542,21794 \text{ N} \\ = 14,54221794 \text{ kN}$$

Untuk daerah tarik :

$$T_s = A_s \times f_s$$

$$T_{s3} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 372 = 149826,7753 \text{ N} \\ = 149,8267753 \text{ kN}$$

$$T_{s4} = (2 \times 0,25 \times 22/7 \times 13) \times 300 = 120685,7143 \text{ N} \\ = 120,6857143 \text{ kN}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b \\ = 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 293,695 \times 300 \\ = 1909749,14 \text{ N} \\ = 1909,74914 \text{ kN}$$

Kontrol $\sum H = 0$

$$(C_{s1} + C_{s2}) + C_c = (T_{s3} + T_{s4} + \dots + T_{s13}) + P_n \\ 135,2279322 + 1909,749137 = 1327,542857 + 1035,726462 \\ 2044,977 \text{ kN} = 2363,269 \text{ kN}$$

Mencari titik tengah penampang tulangan

$$A = \frac{1}{4} \times 22/7 \times 1.3^2 \times 2$$

$$= 2,65571429 \text{ cm}^2$$

$$y = \frac{(A_1 \times d_1) + (A_2 \times d_2) + (A_3 \times d_3) + \dots + (A_{13} \times d_{13})}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{13}}$$

$$= \frac{4070,678857}{34,52428571}$$

$$= 117,9076923 \text{ cm}$$

Tabel 4.1. Tabel jarak tulangan terhadap tengah penampang

y	jarak cm	y	jarak cm	y	jarak cm
y1	110,3077	y6	10,307692	y11	64,49231
y2	90,30769	y7	9,6923077	y12	74,49231
y3	70,30769	y8	29,692308	y13	84,49231
y4	50,30769	y9	44,492308		
y5	30,30769	y10	54,492308		

sehingga besarnya momen yang terjadi terhadap titik berat penampang :

Tabel 4.4. Tabel nilai fs

Mn	kNm	Mn	kNm	Mn	kNm
Mn1	133,126	Mn6	12,440	Mn11	77,833
Mn2	13,133	Mn7	11,697	Mn12	89,902
Mn3	84,851	Mn8	35,834	Mn13	101,970
Mn4	60,714	Mn9	53,696		
Mn5	36,577	Mn10	65,764		

Keterangan tabel :

$$Mn1 = Cc1 \times y1$$

$$= 120,6857 \times 110,31 = 13312,563 \text{ kNcm} = 133,13 \text{ kNm}$$

$$Mn2 = Cc2 \times y2$$

$$= 14,54222 \times 90,308 = 1313,2741 \text{ kNcm} = 13,13 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika } c &= 293,6946 \text{ mm, maka } a = \beta \cdot c \\ &= 0,85 \times 293,6946 \\ &= 249,6404 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_c &= y - a/2 \\ &= 1179,077 - 249,6404 / 2 \\ &= 1054,257 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= (C_c \times y_c) + (M_{n1} + M_{n2} + \dots + M_{n13}) \\ &= (1909,74914 \times 1,0542567) + 777,54 \\ &= 2790,903 \text{ kNm} > M_n = 336,01 \text{ kNm} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap sumbu X

$$M_u = 16559,400 \text{ kgcm} = 1655940 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 67322,22 \text{ kg} = 673222,2 \text{ N}$$

Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s' \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & f_y &= 300 \text{ Mpa} \\ & & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ A_s \text{ 13 D 16} &= 2614,857143 \text{ mm}^2 & \beta &= 0,85 \\ d' &= 76 \text{ mm} & P_u &= 67322,22 \text{ kg} \\ b &= 2100 \text{ mm} & &= 673222,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{Maka } C_c + C_s = T_s + P_u$$

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' (f_{s1} - 0,85 \cdot f_c)$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_{s1} \cdot F_{y1}$$

Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{nd2} = N_{d2} \cdot (d - d')$$

$$M_n = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n = \frac{M_u}{\Phi}$$

untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' = A_s \cdot F_y + P_u$$

apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (600 (c - d')) \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c = (A_s \cdot f_y + P_u) \cdot c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot c \cdot A_s' - 600 \cdot d' \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' \cdot c) - (A_s \cdot f_y \cdot c) - P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (600 \cdot A_s' - 0,85 \cdot f_c \cdot A_s' - A_s \cdot f_y - P_u) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

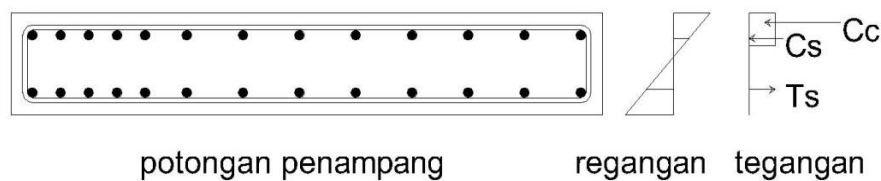
$$45518 \quad c^2 \quad -739901,057 \quad c \quad - 119237485,7 = 0$$

$$\text{dari persamaan di atas, di dapatkan nilai } c = 59,9510 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 59,9510 = 50,9583 \text{ mm}$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0,00150$$

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{60 - 76}{59,9510} = -0,000803$$



Gambar 4.2. Diagram tegangan dan regangan arah y

Karena $\epsilon_s > \epsilon_y$, maka dapat disimpulkan bahwa tulangan leleh meluluh, dengan demikian maka yang digunakan adalah $f_y = 300 \text{ Mpa}$

Gaya-gaya yang timbul :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \times 30 \times 50,958 \times 2100 \\ &= 2728817,979 \text{ N} \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{600 (c - d')}{c} \cdot A_s' - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s'$$

$$= -420002,6363 - 66678,85714 = -486681,4935 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot F_y$$

$$= (2614,857 + 2614,857) \times 300$$

$$= 1568914,286 \text{ N}$$

$$N_d = C_c + C_s$$

Kontrol :

$$N_d = N_t + P_u$$

$$2242136,486 = 1568914,286 + 673222,2$$

$$2242136,486 \text{ N} = 2242136,486 \text{ N} \dots\dots \text{Ok}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1655940}{673222,2} = 2,459722808 \text{ mm}$$

sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$M_{nd1} = C_c \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 2242136,486 \times \left(239,2 - \frac{50,9583}{2} \right)$$

$$= 479191294,3 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd2} = C_s \cdot (d - d')$$

$$= -486681,4935 \times (239,2 - 76)$$

$$= -79426419,74 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = M_{nd1} + M_{nd2}$$

$$= 479191294,3 + -79426419,74$$

$$= 399764874,6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1655940}{0,7} = 2547600 \text{ Nmm}$$

$$M_{nd} = 399764875 \text{ Nmm} > M_n = 2547600 \text{ Nmm} \dots\dots \text{Ok}$$

b. Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 197881,26 \text{ kg} \quad \text{Dimana :}$$

$$\Phi = 0,6 \quad V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_n = V_c + V_s \quad V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 13.3.1.(2)

$$\begin{aligned} V_c &= 1 + \frac{V_u}{14.A_g} \frac{f_c}{6} \text{ bw. d} \\ &= 1 + \frac{197881,26}{14 \times 630000} \frac{30}{6} \times 300 \times 2039,2 \\ &= 683751 \text{ N} = 68375,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\ &= \frac{380,2857 \times 300 \times 2039}{150} \\ &= 1550957,26 \text{ N} = 155095,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_n = 68375 + 155095,7257 = 223471 \text{ kg}$$

$$V_n \geq V_u$$

$$223471 \text{ kg} \geq 197881 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Direncanakan tulangan D 22 - 150

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \times 22/7 \times 22^2 \\ &= 380,286 \text{ mm}^2 \geq 51,349 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} A_v &\geq \frac{75 \cdot f_c \cdot b_w \cdot s}{1200 \cdot f_y} \\ &\geq \frac{75 \times 30 \times 350 \times 150}{1200 \times 300} \\ &\geq 51,3489898 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150, panjang sambungan lewatan l_s sama dengan l_d , sedangkan letak penyaluran dinyatakan dalam L_d .

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times f_c}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

Untuk tulangan D 16

$$\begin{aligned} A_b &= 3,14 \times 8^2 \\ &= 201,1428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$c = 3 \times 16 = 48 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} l_{db} &= \frac{1,38 \times 201,14286 \times 300}{48 \times 30} \\ &= 316,7401304 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi untuk :

$$\begin{aligned} L_d &= m_{db} \times l_{db} \\ &= 1,3 \times 316,7401 \\ &= 411,7621695 \text{ mm} \end{aligned}$$

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada perencanaan struktur dindig geser dengan bukaan pada hotel aston banyuwangi didapatkan tulangan longitudinal dan tulangan geser sebagai berikut :

1. Komponen balok yang ditinjau adalah Balok B1 dengan dimensi eksisting yaitu 400x600mm, diperoleh :

a. Tulangan longitudinal

- Tumpuan Kiri dan Kanan

Tarik = 10 D22

Tekan = 5 D22

- Lapangan Kiri dan Kanan

Tarik = 7 D22

Tekan = 2 D22

b. Tulangan transversal

- Daerah sendi plastis = 4 Kaki Ø10 – 100mm

- Daerah luar sendi plastis = 2 Kaki Ø10 – 150mm

2. Komponen kolom yang ditinjau adalah kolom K1 dengan dimensi eksisting yaitu 600x600, diperoleh :

a. Tulangan longitudinal = 28 D29

b. Tulangan transversal

1) Daerah sendi plastis = 8 Kaki Ø12 – 120mm

2) Daerah luar sendi plastis = 8 Kaki Ø12 – 150mm

3) Daerah sambungan lewatan = 8 Kaki Ø12 – 100mm

Hasil dari perencanaan, kolom telah memenuhi konsep desain kapasitas “*strong coloumn weak beam*” dengan nilai sebesar

$$\Sigma M_{nc} > 1.2 \Sigma M_{nb}$$

$$3886947271.617 \text{ Nmm} > 826076585.199 \text{ Nmm}$$

3. Pada hubungan balok kolom, diperoleh :

a. Pengekang vertikal cukup menggunakan tulangan longitudinal kolom K1

b. Pengekangan horizontal = 8 Kaki Ø10 (3 lapis)

4. Komponen dinding geser yang ditinjau adalah dinding geser P1 dengan dimensi eksisting yaitu 300x7000 mm, diperoleh :

a. Tulangan longitudinal = 72 D29

b. Tulangan transversal

1) Daerah boundary element = Ø12 – 100

2) Daerah badan dinding geser = Ø12 – 360

5.2 Saran

Pada perhitungan struktur dinding geser untuk gedung bertingkat diperlukan analisa perhitungan yang teliti dan cermat sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Apalagi dinding geser adalah struktur tahan gempa yang juga menentukan kekokohan sebuah gedung bertingkat tinggi dalam masing-masing wilayah gempa yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional (2002). SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.

Badan Standarisasi Nasional (2013). SNI 1726 *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung*.

Badan Standarisasi Nasional (2013). SNI 2847 *Persyaratan Beton Konstruksi Untuk Bangunan Gedung*.

Budiono, B. Dkk. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus*. Bandung: ITB.