

PERENCANAAN PEMBANGUNAN BOX CULVERT PADA CITRA LAND BARU DENGAN APLIKASI STAAD PRO

Hutomo Putra

Turangan A. E., Jack H. Ticoh

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: hutomo.putra00@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam perencanaan pembangunan struktur diperlukan efisiensi waktu yang tepat dan hasil yang akurat dari sebuah perhitungan perencanaan struktur oleh karena itu pada penelitian ini penulis menggunakan sebuah aplikasi perhitungan struktur yaitu STAAD Pro. Box Culvert merupakan suatu saluran air tertutup yang dapat meminimalisir masuknya sampah didalam saluran tersebut sehingga aliran air tidak terganggu dan umumnya saluran ini berada di bawah tanah atau jalan raya. Pada perhitungan struktur Box Culvert digunakan teori tekanan tanah lateral dari Coulomb dan Rankine untuk menghitung tekanan tanah yang bekerja pada Box Culvert. Untuk struktur Box Culvert digunakan program STAAD Pro untuk menghitung gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur Box Culvert akibat dari beban tanah pada struktur tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan SNI 03-2847-2002 Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung.

Hasil dari perencanaan Box Culvert diperoleh yaitu dimensi Box Culvert sepanjang 20m dengan lebar 4 m dan tinggi 4m. Ukuran kolom yang digunakan 50cm x 50 cm dengan balok 40cm x 30 cm dan tebal plat 50cm. dengan menggunakan kuat tekan beton 17 Mpa dan tegangan leleh baja untuk tulangan lebih besar dari 12mm sebesar 320 Mpa dan untuk tulangan lebih kecil dari 12mm sebesar 240 Mpa. Sehingga Box Culvert yang direncanakan mampu menahan beban yang bekerja seperti beban Gempa Statik, beban perumahan, beban akibat tekanan tanah dan beban kendaraan berupa Truk yang akan melewati Box Culvert.

Kata kunci : *Beban lateral, STAAD Pro, Box Culvert*

PENDAHULUAN

Perumahan dan pemukiman merupakan kebutuhan dasar manusia dan mempunyai fungsi strategis dalam perannya sebagai pusat pendidikan keluarga, persemaian budaya dan peningkatan kualitas generasi yang akan datang.

Oleh karena itu akan direncanakan pembangunan sebuah perumahan baru yang bernama Citraland. Perumahan tersebut direncanakan akan di bangun di Kairagi Dua Manado, Sulawesi Utara yang mempunyai bentuk permukaan bumi berupa berbukitan.

Pada daerah yang akan di bangun perumahan CitraLand terdapat sebuah lembah sehingga sebelum membangun perumahan CitraLand maka terlebih dahulu lembah tersebut akan di timbun. Karena pada lembah tersebut terdapat saluran alam yang berupa DAS (Daerah Aliran Sungai) maka akan direncanakan Box Culvert yang akan mengganti fungsi dari saluran alam tersebut untuk mengalirkan air.

Box Culvert merupakan saluran tertutup yang dapat meminimalisir masuknya sampah maupun kontak dengan benda diatasnya sehingga

aliran air bisa mengalir dengan baik. Pembebanan Box Culvert tentu memperhatikan beban lalu lintas dan beban truk, karena fungsi dari Box Culvert adalah saluran yang bisa dilewati oleh kendaraan ataupun saluran yang ditempatkan di bawah tekanan tanah atau lainnya.

LANDASAN TEORI

Pengertian Box Culvert

Gorong-gorong adalah sebuah bangunan yang dibangun di bawah jalan, jalan kereta api atau tanggul-tanggul yang dipergunakan sebagai jalur penghubung yang di tempatkan di bawah tanah seperti saluran air, jalan lintasan, kabel telepon, pipa kabel listrik atau pipa gas.

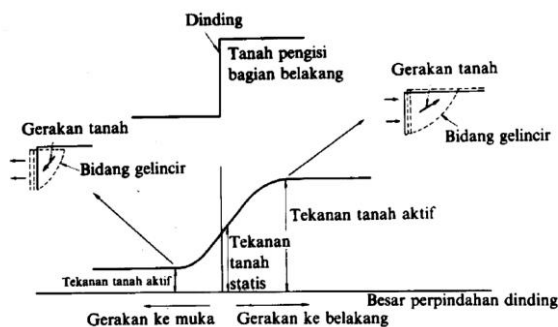
Ada beberapa jenis bentuk gorong-gorong sesuai dengan bentuk dan bahan-bahan yang dipergunakannya. Dari jenis-jenis ini gorong-gorong bundar dan gorong-gorong persegi yang paling banyak dipergunakan, karenanya pembahasan dalam pasal ini ditekankan pada jenis gorong-gorong persegi atau yang biasa disebut Box Culvert. Gorong-gorong dengan penampang

bundar digunakan bila tanah pondasi cukup kuat dan luas penampang gorong-gorong terpaksa melebar, atau bila pelaksanaan pelat lantai terlalu sukar untuk membangun gorong-gorong persegi mengingat keadaan setempat. Untuk gorong-gorong dari bahan logam yang bergelombang, ini merupakan gorong-gorong yang fleksibel dengan sifat-sifat yang dinamis.

Karena gorong-gorong logam bergelombang mempunyai beberapa keuntungan misalnya berat sendiri lebih ringan, dapat dipindahkan dan mudah dalam pelaksanaan, dengan demikian tidak memerlukan alat-alat berat seperti mesin-mesin dan dapat dipindahkan untuk beberapa keperluan yang lain.

Teori Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Seperti terlihat pada gambar, apabila dinding penahan bergerak mendatar dalam arah menjauh dari tanah irisan di bagian belakang, maka tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan akan berkurang perlahan-lahan sampai mencapai suatu arga tetap. Dengan gerakan lebih lanjut maka tanah irisan itu akan runtuh. Sebaliknya, apabila dinding penahn tanah digerakan kearah tanah irisan di bagian belakan, maka tekanan tanah akan meningkat perlahan-lahan sampai mencapai suatu harga tetap. Tekanan-tekanan tanah ini mempunyai haga tetap, masing-masing disebut tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif.



Gambar 1. Teori Tekanan Tanah

Tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang pada prakteknya bekerja pada suatu dinding seperti terlihat pada gambar biasanya adalah tekanan tanah statis dan mempunyai nilai tengah antara kedua tekanan di atas. Harga tekanan tanah statis berubah menurut kedudukadinding penahan tanah seperti diperlihatkan pada gambar yaitu, menurut perubahan tanah isian di bagian belakang.

Dalam merancang struktur-struktur kadangkala diperlukan perhitungan tekanan tanah yang bekerja pada struktur. Pada kenyataannya amatlah sulit menentukan perubahan yang disebabkan

oleh isian tanah di bagian belakang, akibatnya tekanan tanah statis yang berhubungan dengan perubahan tidak dapat ditentukan dengan jelas, sehingga tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang telah disebutkan sebelumnya biasanya lebih sering dipakai untuk perencanaan praktis.

Tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif, seperti dijelaskan gambar adalah tekanan tanah dalam keadaan batas dimana tanah isian di bagian belakang akan mula runtuh menggelincir karena berat sendiri, atau keruntuhan gelincir/geser mulai terjadi karena gaya dari dinding Dasar perhitungan di atas diberikan oleh Coulomb dan Rankine.

Coulomb memperkenalkan sebuah rumus tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan tanah dengan menganalisa keadaan seimbang gaya apabila massa tanah berbentuk segitiga di belakang dinding akan mulai menggelincir.

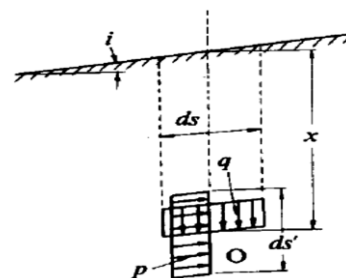
Gaya yang bekerja pada massa tanah berbentuk segitiga di antara permukaan dinding OA dan permukaan gelincir OB di belakang dinding seperti terlihat pada gambar adalah berat sendiri, reaksi dari permukaan dinding dan permukaan gelincir. Dengan menganggap adanya keseimbangan gaya-gaya ini, reaksi dari permukaan dinding, yaitu gaya resultan tekanan tanah, dengan menggunakan tanda-tanda dalam gambar, adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sin(\beta - \phi)}{\sin(\beta - \phi + \psi)} * W - \frac{\cos \phi}{\sin(\beta - \phi + \psi)} * C$$

Dari harga-harga P dengan berbagai kemiringan permukaan gelincir, harga yang maksimum adalah tekanan tanah aktif yang bekerja pada dinding. Apabila permukaan tanah adalah mendatar, β sama dengan θ dan δ sama dengan nol, maka tekanan tanah Coulomb diberikan oleh persamaan berikut

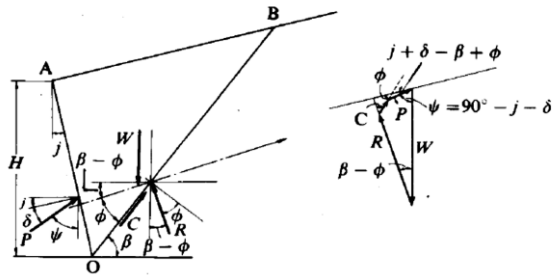
Tekanan Tanah Aktif:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 * \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) - 2c * H * \tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$



Gambar 2. Tekanan Tanah Aktif

Di lain pihak, Rankine memperkenalkan sebuah rumus tekanan tanah dengan menganalisa sifat-sifat tegangan yang bekerja pada permukaan vertikal yang hipotesis, apabila massa tanah di bawah permukaan membentuk sudut i dengan bidang datar seperti diperlihatkan pada gambar berada dalam keadaan keseimbangan plastis.



Gambar 3. Kondisi Keseimbangan Plastis

Pada gambar, anggaplah suatu permukaan yang amat kecil ds sejajar dengan permukaan tanah pada titik O dengan kedalaman x di bawah permukaan tanah, dan permukaan kecil ds' yang memotong dengan permukaan tanah pada sudut 90 derajat; kemudian anggaplah tiap tekanan tanah yang bekerja pada masing-masing permukaan adalah q dan p . Harga q adalah berat massa tanah di atas permukaan kecil itu, dan merupakan fungsi dari keringanyang membentuk sudut i dengan permukaan ds . Kekuatan q diberikan oleh persamaan berikut:

$$q = \frac{\gamma \cdot x \cdot ds \cdot \cos i}{ds} = \gamma \cdot x \cdot \cos i$$

Karena p bekerja sejajar dengan permukaan tanah maka p membentuk sudut i dengan permukaan ds' .

Tegangan bila tanah dalam keadaan keseimbangan plastis disekitar titik O, atau dengan sebutan lain, tegangan p bila lingkaran tegangan Mohr menyentuh garis keruntuhan seperti terlihat pada gambar adalah tegangan tanah aktif yang bekerja ada permukaan vertical ds dan bila tanah adalah pasir tidak kohesif, besarnya dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cdot \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \cdot \cos i$$

Dengan cara yang sama, tekanan tanah pasif dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cdot \frac{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \cdot \cos i$$

Terpisah dari teori-teori ekanan tanah Terzaghi yang teoritis ada grafik tekanan tanah yang didapat berdasarkan percobaan-percobaan dan data tanah lapangan untuk mencari koefisien tekanan tanah dalam merancang tekanan tanah yang bekerja pada dinding kaku seperti dinding-dinding penahan tanah.

Metode Perencanaan Box Culvert dengan Staad Pro

Setelah diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Data Penyelidikan Tanah
2. Beban Mati dan Beban Mati Tambahan yang diakibatkan perumahan dan berat tanah di atas Box Culvert
3. Beban Gempa Statik yang bekerja di lokasi perencanaan pembangunan Box Culvert
4. Beban Lajur "D" dan "T" yang akan bekerja pada Box Culvert

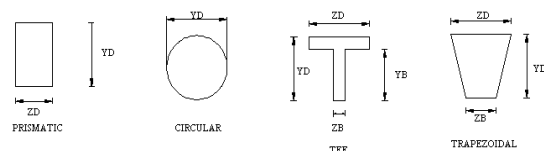
Operasi Desain

STAAD memiliki kemampuan untuk melakukan desain beton. Ini akan menghitung penguatan yang diperlukan untuk bagian beton yang ditentukan. Semua perhitungan desain beton didasarkan pada edisi ACI 318 saat ini.

Jenis Seksi untuk Desain Beton

Jenis potongan melintang berikut dapat didefinisikan untuk desain beton.

- Untuk Balok Prismatik (Persegi Panjang & Kotak), Trapezoidal dan bentuk-T
- Untuk Kolom Prismatik (Persegi Panjang, Kotak, dan Edaran)
- Untuk elemen Finite Slab dengan ketebalan tertentu.
- Dinding / Pelat



Gambar 4. Jenis-jenis Penampang

Dimensi Member

Elemen beton yang akan dirancang oleh program harus memiliki properti bagian input tertentu di bawah perintah MEMBER PROPERTI.

Contoh berikut menunjukkan input yang diperlukan:

UNIT INCH

PROPERTI MEMBER

1 3 SAMPAI 7 9 PRISM YD 18. ZD 12. IZ 2916
IY 1296

11 13 PR YD 12.

14 SAMPAI 16 PRIS YD 24. ZD 48. YB 18. ZB
12.

17 SAMPAI 19 PR YD 24. ZD 18. ZB 12.

Dalam input di atas, set anggota pertama adalah persegi panjang (kedalaman 18 inci dan lebar 12 inci) dan set anggota kedua, dengan hanya kedalaman dan tidak ada lebar yang disediakan, akan diasumsikan melingkar dengan diameter 12 inci. Perhatikan bahwa tidak ada area (AX) yang disediakan untuk anggota ini. Untuk desain beton, properti ini tidak boleh disediakan.

Jika area geser dan momen inersia tidak disediakan, program menghitung nilai-nilai ini dari YD dan ZD. Perhatikan bahwa pada contoh di atas, nilai IZ dan IY yang diberikan sebenarnya 50% dari nilai yang dihitung menggunakan YD dan ZD. Ini adalah praktik konvensional yang mempertimbangkan parameter bagian yang direvisi karena retak bagian.

Set ketiga dan keempat anggota dalam contoh di atas mewakili bentuk T dan bentuk TRAPEZOIDAL masing-masing. Tergantung pada propertinya (YD, ZD, YB, ZB, dll.) Yang disediakan, program akan menentukan apakah bagian tersebut persegi panjang, trapesium atau berbentuk T dan desain BEAM akan dilakukan sesuai dengan itu.

Design Parameter

Program ini berisi sejumlah parameter yang diperlukan untuk melakukan desain dengan kode ACI. Nilai parameter standar telah dipilih sedemikian rupa sehingga sering digunakan untuk persyaratan desain konvensional. Nilai-nilai ini dapat diubah sesuai dengan desain tertentu yang sedang dilakukan.

Sebagai contoh, nilai-nilai SFACE dan EFACE (parameter yang digunakan dalam desain geser), jarak-jarak dari wajah pendukung dari ujung-ujung balok, diberikan nilai nol secara default tetapi dapat berubah tergantung pada situasi aktual. Demikian pula, balok dan kolom dirancang untuk momen yang diperoleh langsung dari analisis tanpa pembesaran apa pun. Faktor MMAG dapat digunakan untuk memperbesar momen kolom. Untuk balok, pengguna dapat

menghasilkan kasus beban yang berisi beban diperbesar oleh faktor beban yang sesuai.

Efek Kelangsingan dan Pertimbangan Analisis

Kelangsingan efek sangat penting dalam mendesain elemen tekan. Kode ACI-318 menetapkan dua opsi di mana efek kelangsingan dapat diakomodasi (Bagian 10.10 & 10.11 ACI-318). Salah satu pilihan adalah untuk melakukan analisis yang tepat yang akan memperhitungkan pengaruh beban aksial dan momen variabel inersia pada kekakuan anggota dan momen akhir tetap, pengaruh lendutan pada momen dan gaya, dan efek durasi beban. Pilihan lain adalah untuk memperbesar momen desain. STAAD menggunakan kedua opsi ini.

Untuk melakukan jenis analisis pertama, gunakan perintah PDELTA ANALYSIS bukan PERFORM ANALYSIS. Metode analisis ini akan mengakomodasi persyaratan sebagaimana ditentukan dalam Bagian 10.10 dari ACI-318 Code, kecuali untuk efek durasi beban. Dirasakan bahwa efek ini dapat diabaikan dengan aman karena para ahli percaya bahwa efek dari durasi beban dapat diabaikan dalam konfigurasi struktural normal. Jika diinginkan, STAAD juga dapat mengakomodasi faktor pembesaran momen sewenang-wenang (opsi kedua) sebagai masukan, untuk memberikan beberapa keamanan karena efek dari durasi beban.

Meskipun mengabaikan efek durasi beban agak dari perkiraan, harus disadari bahwa evaluasi perkiraan efek kelangsingan juga merupakan metode perkiraan. Dalam metode ini, pembesaran momen didasarkan pada rumus empiris dan asumsi pada sisi.

ANALISA PDELTA, seperti yang dilakukan oleh STAAD, paling tepat untuk desain elemen beton. Namun, harus mencatat bahwa untuk memanfaatkan analisis ini, semua kombinasi pembebanan harus disediakan sebagai kasus beban primer dan bukan sebagai kombinasi beban. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kombinasi beban hanyalah kombinasi kekuatan dan momen aljabar, sedangkan kasus beban primer direvisi selama analisis PDelta berdasarkan defleksi. Perhatikan juga bahwa beban berfaktor yang tepat (misalnya, 1,4 untuk DL dll.) Harus disediakan oleh pengguna. STAAD tidak memperhitungkan beban secara otomatis.

Perencanaan Lentur Balok

Penguatan untuk momen positif dan negatif dihitung berdasarkan properti bagian yang disediakan oleh pengguna. Jika dimensi bagian

tidak memadai untuk membawa beban yang diterapkan, yaitu jika penguatan yang diperlukan lebih besar dari maksimum yang diizinkan untuk penampang melintang, program melaporkan bahwa berkas gagal dalam penguat maksimum.

Tinggi efektif dipilih sebagai tinggi total - (Penutup yang jelas + diameter sengkang + setengah diameter tulangan utama), dan nilai uji coba diperoleh dengan mengadopsi ukuran bar yang tepat untuk sengkang dan penguat utama. Klausul yang relevan dalam Bagian 10.2 hingga 10.6 dari ACI 318 digunakan untuk mendapatkan jumlah aktual baja yang dibutuhkan serta baja maksimum yang diijinkan dan minimum yang diperlukan. Nilai-nilai ini dilaporkan sebagai ROW, ROWMX, dan ROWMN dalam output dan dapat dicetak menggunakan parameter TRACK 1.0. Selain itu, jarak bar maksimum, minimum dan aktual juga dicetak. Penting untuk dicatat bahwa balok dirancang untuk momen lentur MZ saja. Saat MY tidak dipertimbangkan dalam desain lentur.

Perencanaan Geser Balok

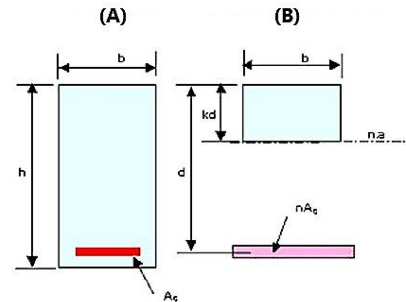
Tulangan geser dihitung untuk menahan gaya geser dan momen puntir. Gaya geser dihitung dari jarak jauh (d + SFACE) dan (d + EFACE) menjauhi titik-titik ujung balok. Parameter SFACE dan EFACE memiliki nilai default nol kecuali disediakan dibawah parameter. Nilai tinggi efektif, d, digunakan untuk tujuan ini adalah nilai yang diperbarui dan menyumbang pusat geometri sebenarnya dari penguatan utama yang dihitung dibawah desain lentur.

Jika penampang balok sangat dalam tetapi panjang bentang relatif pendek, kesalahan dapat terjadi dari awal desain geser yang terjadi di luar titik tengah balok. Dalam kasus ini, nilai negatif dari SFACE dan EFACE dapat digunakan untuk memulai desain geser pada jarak yang masuk akal. Sebagai contoh, nilai negatif d dapat digunakan untuk memulai desain pada node awal dan akhir. Ayat 11.1 hingga 11.6 dari ACI 318 digunakan untuk menghitung penguatan untuk gaya geser dan momen puntir. Berdasarkan total penguatan tulangan sengkang yang diperlukan, ukuran bar, jarak, jumlah bar dan jarak di mana mereka disediakan dihitung. Sengkang selalu diasumsikan berkaki dua. Faktor reduksi untuk beton ringan, λ, yang diperkenalkan pada ACI 318-08 dapat ditentukan secara manual melalui parameter LWF. Nilai ini digunakan untuk mengurangi kekuatan geser yang diberikan oleh beton, Vc, dalam persamaan 11-3, 11-4, dan 11-5.

Momen Inersia pada Balok

Ketika desain balok dilakukan per ACI 318, STAAD akan melaporkan momen inersia dari bagian yang retak di lokasi dimana desain dilakukan. Properti bagian yang retak dihitung sesuai dengan persamaan yang ditunjukkan di bawah ini.

Bagian Persegi Panjang



Tanpa Tulangan Tekan

$$n = E_I/E_c$$

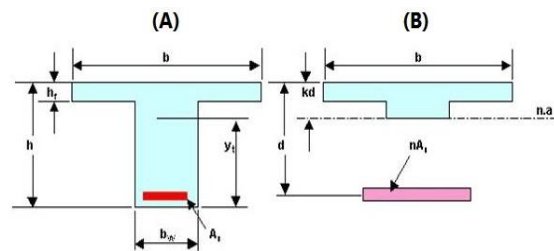
$$B = \frac{b}{nA_s}$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$kd = \frac{\sqrt{2d \times B + 1} - 1}{B}$$

$$I_{cr} = \frac{b(kd)^3}{3} + nA_s(d - kd)^2$$

Momen Inersia Penampang beton berbentuk T pada program STAAD Pro



Tanpa baja tulangan

$$C = \frac{b_w}{nA_s}$$

$$f = \frac{h_f(b - b_w)}{nA_s}$$

$$y = h - \frac{1}{2} \frac{(b - b_w) \times h_f^2 + b_w \times h^2}{(b - b_w) \times h_f + b_w \times h}$$

$$kd = \frac{\sqrt{C(2d + h_f \times f) + (1 + f)^2} - (1 + f)}{C}$$

$$I_{cr} = \frac{(b - b_w) \times h_f^3}{12} + \frac{b_w(kd)^3}{3} + (b - b_w) \times h_f \times \left(kd - \frac{h_f}{2}\right)^2 + nA_s \times (d - kd)^2$$

Desain Kolom

Desain kolom dalam STAAD per kode ACI dilakukan untuk gaya aksial dan uniaksial serta momen biaksial. Semua pemuatan aktif diperiksa untuk menghitung penguatan. Pembebanan yang menghasilkan jumlah penguatan terbesar disebut beban kritis. Desain kolom dilakukan untuk bagian persegi, persegi panjang dan lingkaran. Untuk bagian persegi panjang dan melingkar, penguatan selalu diasumsikan terdistribusi merata pada semua wajah. Ini berarti bahwa jumlah total bar untuk bagian ini akan selalu merupakan kelipatan empat (4). Jika parameter MMAG ditentukan, momen kolom dikalikan dengan nilai MMAG untuk sampai pada momen akhir pada kolom. Karena kode ACI tidak lagi memerlukan kondisi eksentrisitas minimum apapun yang harus dipenuhi, pemeriksaan semacam itu tidak dilakukan.

Metode yang digunakan

Metode Kontur Beban Bresler

Nilai yang Diketahui

Pu, Muy, Muz, B, D, Clear cover, Fc, Fy

Strain Ultimate untuk beton: 0,003

Langkah-langkah perhitungan:

1. Asumsikan beberapa penguatan. Penguatan minimum (1%) adalah jumlah yang baik untuk memulai.
2. Temukan susunan bilah yang mendekati untuk penguatan yang diasumsikan.
3. Calculate PNMAX = 0,85 Po, di mana Po adalah kapasitas beban aksial maksimum dari bagian. Pastikan bahwa beban nominal aktual pada kolom tidak melebihi PNMAX. Jika PNMAX kurang dari Pu / PHI, (PHI adalah faktor reduksi kekuatan) meningkatkan penguatan dan mengulang langkah 2 dan 3. Jika penguatan melebihi 8%, kolom tidak dapat dirancang dengan dimensi saat ini.
4. Untuk penguatan diasumsikan, pengaturan bar dan beban aksial, temukan kapasitas momen uniaksial kolom untuk sumbu Y dan Z, secara terpisah. Nilai-nilai ini disebut sebagai MYCAP dan MZCAP masing-masing.
5. Solve persamaan interaksi:

Persamaan interaksi desain kolom ACI:

$$\left(\frac{M_{xy}}{M_{ycap}}\right)^a + \left(\frac{M_{yz}}{M_{zcap}}\right)^a \leq 1.0$$

Dimana a = 1,24

Jika kolom dikenai momen uniaksial, a dipilih sebagai 1.0

6. Jika Persamaan Interaksi dipenuhi, temukan pengaturan dengan ukuran bar yang tersedia, temukan kapasitas uniaksial dan selesaikan kembali persamaan interaksi. Jika persamaan sudah terpenuhi sekarang, rincian penguatan ditulis ke file output.
7. Jika persamaan interaksi tidak terpenuhi, penguatan yang diasumsikan ditingkatkan (memastikan bahwa itu di bawah 8%) dan langkah 2 hingga 6 diulangi.
8. Jarak maksimum penguatan yang paling dekat dengan gaya tarik, untuk tujuan kontrol retak, diberikan oleh

$$s = 15\left(40,000 \frac{40,000}{f_s}\right) - 2.5cc \leq 12\left(\frac{40,000}{f_s}\right)$$

Maksimum jarak penguat per desain kolom ACI dengan fs dalam psi dan diizinkan untuk diambil sama dengan (2/3) fy, bukan 60 persen dari fy, seperti dalam ACI 318-02.

9. Section 10.9.3 telah dimodifikasi untuk memungkinkan penggunaan penguatan spiral dengan kekuatan luluh yang ditentukan hingga 100.000 psi. Untuk spiral dengan fyt lebih besar dari 60.000 psi, hanya splices mekanik atau yang dilas yang boleh digunakan.

Interaksi Kolom

Nilai interaksi kolom dapat diperoleh dengan menggunakan parameter desain TRACK 1.0 atau TRACK 2.0 untuk anggota kolom. Jika nilai 2.0 digunakan untuk parameter TRACK, 12 pasangan Pn-Mn yang berbeda, masing-masing mewakili titik yang berbeda pada kurva Pn-Mn dicetak. Masing-masing titik ini merupakan salah satu dari beberapa kombinasi Pn-Mn yang kolom ini mampu membawa tentang sumbu yang diberikan, untuk penguatan aktual yang telah dirancang untuk kolom tersebut. Dalam kasus kolom melingkar, nilainya untuk salah satu sumbu radial. Nilai yang dicetak untuk output TRACK 1.0 adalah:

P0 = Maksimum daya dukung beban aksial murni dari kolom (nol saat).

Pnmax = Beban aksial maksimum yang diijinkan pada kolom (Bagian 10.3.5 dari ACI 318).

P-bal = Kapasitas beban aksial pada kondisi regangan seimbang.

M-bal = Kapasitas momen uniaksial pada kondisi tegangan seimbang.

e-bal = M-bal / P-bal = Eksentrisitas pada kondisi tegangan seimbang.

M0 = Kapasitas momen pada beban aksial nol.

P-tens = Beban tarik maksimum yang diizinkan pada kolom.

Des. Pn = Pu / PHI di mana PHI adalah Faktor Pengurangan Kekuatan dan Pu adalah beban aksial untuk kasus beban kritis.

Des. Mn = Mu * MMAG / PHI di mana PHI adalah Faktor Pengurangan Kekuatan dan Mu adalah momen lentur untuk sumbu yang tepat untuk kasus beban kritis. Untuk kolom melingkar, momen desain untuk kolom circular per ACI

$$M_u = \sqrt{M_{uy}^2 + M_{uz}^2}$$

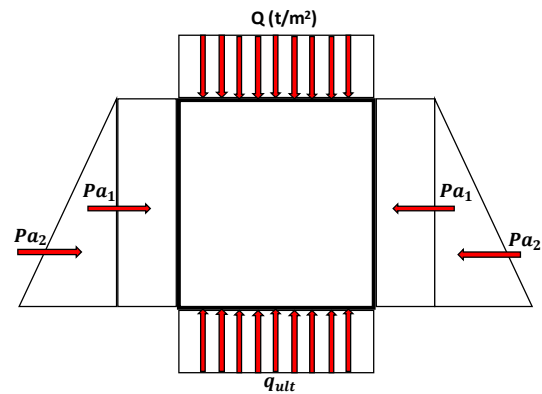
$$e / h = (M_n / P_n) / h$$

Dimana: h adalah panjang kolom.

Desain Elemen

Desain elemen hanya akan dilakukan untuk momen MX dan SAYA di pusat elemen. Desain tidak akan dilakukan untuk SX, SY, SXY, SQX, SQY, atau MXY. Juga, desain tidak dilakukan pada titik lain di permukaan elemen.

Diagram tekanan tanah pada Box Culvert



Tebing Kiri

$$q = 3 \text{ t/m}^2$$

$$h_1 = 4 \text{ m}$$

$$h_2 = 4 \text{ m}$$

$$ka = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 27.5^\circ}{1 + \sin 27.5^\circ} = 0.177$$

$$Pa_1 = ka * (q + \gamma_1 * h_1) * h_2 - 2c * \sqrt{ka} * h_2^2 = 3.273 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} * ka * \gamma_2 * h_2^2 = 2.005 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_{total} = Pa_1 + Pa_2 = 5.277 \text{ t/m}^2$$

Tebing Kanan

$$q = 3 \text{ t/m}^2$$

$$h_1 = 4 \text{ m}$$

$$h_2 = 4 \text{ m}$$

$$ka = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 26.5^\circ}{1 + \sin 26.5^\circ} = 0.135$$

$$Pa_1 = ka * (q + \gamma_1 * h_1) * h_2 - 2c * \sqrt{ka} * h_2^2 = 2.554 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} * ka * \gamma_3 * h_2^2 = 1.575 \text{ t/m}^2$$

$$Pa_{total} = Pa_1 + Pa_2 = 4.130 \text{ t/m}^2$$

Beban Tanah Di atas Box Culvert

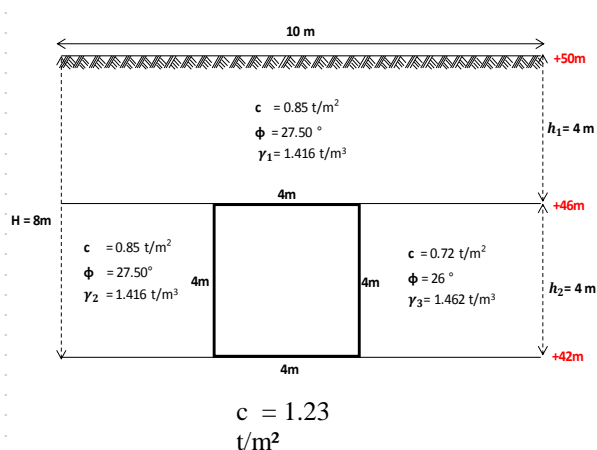
$$q = 3 \text{ t/m}^2$$

$$h_1 = 4 \text{ m}$$

$$q_{total} = q + \gamma_1 * h_1 = 8.66 \approx 9 \text{ t/m}^2$$

HASIL PENELITIAN

Beban akibat tekanan tanah



Daya Dukung Tanah

$$c = 1.23 \text{ t/m}^2$$

$$\varphi = 21.21^\circ$$

$$\gamma = 1.312 \text{ t/m}^2$$

digunakan interpolasi linear karena sudut geser 22° terletak diantara 20° dan 25° pada table persamaan terzaghi.

$$N'_c = 7.9 + \left(\frac{21.21 - 20}{25 - 20} \right) * (9.86 - 7.6)$$

$$N'_c = 8.804$$

$$N'_q = 3.88 + \left(\frac{21.21 - 20}{25 - 20} \right) * (5.6 - 3.88)$$

$$N'_q = 4.586$$

$$N'_\gamma = 2 + \left(\frac{21.21 - 20}{25 - 20} \right) * (3.3 - 2)$$

$$N'_\gamma = 2.52$$

$$B = 4 \text{ m}$$

$$q_{total} = \text{berat perumahan} + \text{berat tanah}$$

$$q_{total} = q + \gamma_1 * h_1 = 8.66 \approx 9 \text{ t/m}^2$$

$$q_{ult} = c * N'_c + q * N'_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N'_\gamma$$

$$q_{ult} = 20.44 \text{ t/m}^2$$

Beban Perumahan

Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{Berat Sendiri Plat} &= b * h * \gamma_{\text{beton}} \\ &= (4.0\text{m})(0.12)(2400) \\ &= 1152 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

$$\text{Berat Finishing} = 100 * 4.0 = 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Berat Balok} = 0.3 * 0.5 * 2400 = 360 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Berat Dinding pasangan setengah bata} = 250 * 4.0 = 1000 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Beban Mati} = 1152 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}} +$$

$$360 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + \frac{1000\text{kg}}{\text{m}} = 2912 \approx 3 \text{ t/m}^2$$

PENUTUP

Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan dalam Perencanaan Pembangunan Box Culvert yaitu:

1. Perencanaan perhitungan struktur Box Culvert menggunakan analisa program STAAD Pro dan perhitungan gaya-gaya luar pada Box Culvert dihitung secara konvensional.
2. Dimensi Box Culvert yang direncanakan dengan panjang 20m, lebar 4m dan tinggi 4m, dengan menggunakan beton yang kuat tekannya sebesar 204Mpa dan baja yang tegangan lelehnya sebesar 17 Mpa.
3. Untuk Dimensi Kolom adalah 50cm * 50cm dengan tinggi 4m dan menggunakan 8 tulangan dengan diameter 20 mm, sedangkan dimensi balok 30cm*50cm dengan panjang 2m untuk arah X dengan 4 tulangan berdiameter 12mm, dan untuk balok arah Y berukuran 30cm*40cm dengan panjang 2m dan 4 tulangan berdiameter 12mm.
4. Untuk dimensi Plat samping kiri dan kanan adalah 2m*4m dengan ketebalan 50cm, sedangkan untuk dimensi Plat atas dan bawah adalah 2m*2m dengan ketebalan 31cm
5. Beban perumahan yang digunakan pada perencanaan Box Culvert ini dihitung secara konvensional yaitu sebesar 3t/m².
6. Peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur Box Culvert adalah ACI-2008, sedangkan beban gempa yang digunakan adalah UBC 1997.
7. Dalam perencanaan Box Culvert ini digunakan 4 kombinasi pembebanan

Kombinasi 1 (kombinasi pada keadaan Box Culvert kosong dan tidak terjadi gempa) yaitu 1 x Berat Sendiri + 1.4 x Beban Mati Tambahan.

Kombinasi 2 (kombinasi pada keadaan Box Culvert dilewati truk dan tidak terjadi gempa) yaitu 1 x berat sendiri + 1.2 x beban mati tambahan + 1.6 beban truk.

Kombinasi 3 (terjadi gempa saat box culvert kosong) yaitu 1 x berat sendiri + 0.9 x Beban Mati Tambahan + 1 x Beban Gempa.

Kombinasi 4 (terjadi gempa saat Box Culvert dilewati kendaraan)
1 x SW + 1 x UBc + 1.2 x DL +1.6 LL

Saran

1. Pelaksanaan proyek harus disesuaikan dengan rencana kerja dan syarat-syarat yang telah ditentukan agar dapat menghasilkan struktur bangunan yang sesuai dengan yang diharapkan maupun persyaratan.
2. Pelaksanaan Pembangunan Proyek harus diusahakan cepat dan tepat dalam segala pelaksanaannya sesuai dengan *time schedule*

- yang telah dibuat dengan tetap memperhatikan mutu dan kualitas bangunan.
3. Untuk memperlancar kegiatan proyek agar selesai tepat pada waktunya diperlukan kerja sama yang baik antara pihak-pihak yang terkait dalam pembangunan proyek tersebut.
 4. Dalam pelaksanaan pembangunan proyek harus dilakukan pengawasan sebaik mungkin untuk menghindari kesalahan yang dapat berakibat fatal, baik pada keamanan saat pelaksanaan maupun tingkat kenyamanan selama bangunan yang telah berdiri digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

ACI-318R-08-Building-Code

Departemen Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Manado

Santoso Budi, Heri Suprpto dan Suryadi HS. 2000. *Dasar Mekanika Tanah. Seri Diktat Kuliah*. Jakarta: Gunadarma

Santoso Budi, Heri Suprpto dan Suryadi HS. 2000. *Mekanika Tanah Lanjut. Seri Diktat Kuliah*. Jakarta: Gunadarma

Setyo Budi, Gogot. 2011. *Pengujian Tanah Dilaboratorium (penjelasan dan panduan)*. Yogyakarta: Graha Ilmu

SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*

SNI 1726-2012 *Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung*

SNI 7394-2008 *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Gedung*

Sosrodarsono Suyono dan Kazuto Nakazawa. 2000. *Mekanika Tanah Dan Pondasi. Edisi ketujuh*. Jakarta: Pradnya Paramitha

Halaman ini sengaja dikosongkan