

PERHITUNGAN, PERBEDAAN KEBUTUHAN TULANGAN, METODE PELAKSANAAN DENGAN DAN TANPA PELAT SEBAGAI DIAFRAGMA

Hashfi Haliim
Hasfihalim@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perencanaan sebuah struktur gedung, kolom, balok adalah penyusun rangka utama dan pelat sebagai beban pada struktur bangunan. Dalam beberapa kasus analisis bangunan terhadap beban gempa, pelat diperlakukan sebagai struktur sehingga seluruh beban yang dipikul oleh struktur akan diterima pelat. Pada pembahasan ini, pelat disebut diafragma. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar perbedaan dimensi dan kebutuhan tulangan pada struktur yang memfungsikan pelat sebagai beban dan sebagai diafragma. Serta metode pelaksanaan kolom, balok, dan pelat dengan dan tidak sebagai diafragma yang sesuai dengan prosedur pekerjaan. penelitian ini menggunakan aplikasi ETABS versi 2017. Hasil pembahasan dapat disimpulkan terjadi kenaikan jumlah tulangan pada setiap elemen balok sebesar kurang dari 10% pada struktur yang memfungsikan pelat sebagai diafragma. Pada elemen kolom, kebutuhan tulangan yang diperlukan hampir sama antara struktur yang memfungsikan pelat sebagai beban dan struktur yang memfungsikan pelat sebagai diafragma. Pelat sebagai diafragma mengalami kenaikan nilai momen akibat beban dan menerima gaya normal pada sambungan pelat dan balok. Pelat sebagai diafragma menjadi lebih kaku dan layak untuk menahan beban gempa yang ada. Metode pelaksanaan kolom, balok, dan pelat berdasarkan pengamatan dan data yang pada saat praktik kerja lapangan, metode pelaksanaan yang dijelaskan pada pembahasan ini sesuai dengan kenyataan di lapangan.

In planning a building structure, columns, beams are the constituents of the main frame and plates as loads on the building structure. In some cases of building analysis for earthquake loads, the plate is treated as a structure so that all the loads carried by the structure will be received by the plate. In this discussion, the plate is called a diaphragm. The aim of this research is to find out how big the differences in dimensions and reinforcement requirements are in structures that function as plates as a load and as a diaphragm. As well as methods for carrying out columns, beams and plates with and without diaphragms in accordance with work procedures. This research uses the 2017 version of the ETABS application. The results of the discussion can be concluded that there has been an increase in the amount of reinforcement in each beam element by less than 10% in structures that function as plates as diaphragms. In column elements, the reinforcement requirements required are almost the same between structures that function as plates as loads and structures that function as plates as diaphragms. The plate as a diaphragm experiences an increase in the moment value due to the load and receives a normal force at the plate and beam joints. The plate as a diaphragm becomes more rigid and feasible to withstand existing earthquake loads. The implementation method for columns, beams and plates is based on observations and data during field work practice. The implementation method described in this discussion is in accordance with the reality in the field.

KATA KUNCI

Kolom, Balok, Pelat, Diafragma, Metode Pelaksanaan

Penulis adalah mahasiswa Prodi MRKG, Politeknik Negeri Medan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD) merupakan lembaga legislatif tempat wakil rakyat membuat undang-undang ditingkat Provinsi, Kabupaten, dan Kota. DPRD menurut Undang- Undang Nomor 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintahan Daerah merupakan Lembaga Perwakilan Rakyat Daerah yang berkedudukan sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah. Bangunan gedung merupakan salah satu kebutuhan penting manusia yang dapat menunjang pertumbuhan ekonomi di suatu negara. Dalam membuat sebuah bangunan dibutuhkan perencanaan yang baik agar bangunan nantinya dapat memenuhi kriteria yang disyaratkan dan berfungsi sebagai mana mestinya.

Struktur bangunan pada secara umum terdiri dari struktur bawah (lower structure) dan struktur atas (upper structure). Struktur bawah yang dimaksud (lower structure) adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (upper structure) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, pelat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda di dalam sebuah struktur.

Beban-beban yang bekerja pada struktur terdiri dari beban mati (dead load), beban hidup (live load), beban gempa (earthquake), dan beban angin (wind load) menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur (Gideon dan Takim, 1993).

Dalam perencanaan sebuah struktur bangunan, kolom dan balok adalah penyusun rangka utama dan pelat bertindak sebagai beban pada struktur tersebut. Akan tetapi, dalam beberapa kasus analisa bangunan terhadap beban gempa, pelat diperlakukan sebagai struktur yang satu dengan kolom dan balok sehingga seluruh beban yang mungkin dipikul oleh struktur akan diterima oleh pelat. Pada kasus seperti ini, pelat disebut

pula sebagai diafragma pada struktur bangunan. Secara analisis, diafragma dapat ditinjau sebagai elemen tegangan bidang (plane stress) dengan ditumpu oleh kekakuan pegas transversal kolom dan dinding geser, beban yang dikerjakan adalah distributed area loads untuk massa lantai, line loads untuk massa dinding dan concentrated load untuk massa terpusat. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati perilaku kolom dan balok pada suatu struktur yang memfungsikan pelat sebagai beban dan pelat sebagai diafragma.

Tujuan Penelitian

Mengetahui seberapa besar perbedaan dimensi dan kebutuhan tulangan pada kolom dan balok pada struktur yang memfungsikan pelat hanya sebagai beban dan pelat sebagai diafragma.

Mengetahui metode pelaksanaan kolom, balok, dan pelat dengan dan tidak sebagai diafragma yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur Bangunan

Struktur bangunan sendiri terdiri atas dua, yakni struktur bawah (lower structure) dan struktur atas (upper structure). Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri dari kolom, pelat, dan balok. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda di dalam sebuah struktur. Struktur bawah suatu gedung adalah pondasi, yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan yang ada di atasnya.

Proses desain suatu struktur bangunan secara garis besar dilakukan melalui dua tahap, yakni:

1. Menentukan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut dengan menggunakan metode-metode analisis struktur yang tepat.

2. Menentukan dimensi atau ukuran dari tiap elemen struktur secara ekonomis dengan mempertimbangkan faktor keamanan, stabilitas, kemampuan, serta fungsi dari struktur tersebut.

Material yang dipilih bisa berupa kayu, baja, beton, atau kombinasi antara beton dengan baja yang disebut beton bertulang.

Beton Bertulang

Beton adalah campuran agregat kasar dan agregat halus (umumnya pasir atau batu hancur) dengan pasta bahan pengikat (biasanya semen Portland) dan air. Beton bertulang adalah material komposit yang dimana kekuatan dan daktilitas beton yang relatif rendah diimbangi dengan dimasukkannya tulangan yang memiliki kekuatan atau daktilitas yang lebih tinggi. Dibanding dengan konstruksi lainnya, konstruksi beton bertulang juga unggul dalam hal perawatan. Tak cuma mudah dan praktis, biaya pemeliharaan dari konstruksi beton bertulang juga relatif lebih rendah menjadikannya termasuk konstruksi yang umum digunakan pada rumah-rumah modern yang mengutamakan kemudahan dalam hal pemeliharaan. Konstruksi beton bertulang juga memiliki durabilitas yang tinggi. Konstruksi ini terkenal akan keawetannya dan tahan lama dibandingkan dengan bahan lain. Umumnya struktur beton bertulang dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Dikarenakan, kandungan kimia dalam semen pada beton justru cenderung akan semakin membatu (kuat) seiring bertambahnya usia dari konstruksi beton.

Elemen Struktur Beton Bertulang

Elemen-elemen struktur diklasifikasikan berdasarkan banyak hal. Klasifikasi elemen struktur berdasarkan karakteristik kekakuannya, terbagi atas:

1. Elemen kaku, biasanya sebagai batang yang tidak mengalami perubahan bentuk yang cukup besar apabila mengalami gaya akibat beban-beban.

2. Elemen tidak kaku atau fleksibel, misalnya kabel yang cenderung berubah menjadi bentuk tertentu pada suatu kondisi pembebanan. Bentuk struktur dapat berubah drastis sesuai perubahan pembebanannya. Struktur fleksibel dapat mempertahankan keutuhan fisiknya meskipun bentuknya berubah-ubah.

Dan berdasarkan susunan elemen, dibedakan menjadi dua sistem, yaitu:

1. Sistem satu arah, yaitu dengan mekanisme transfer beban dari struktur untuk menyalurkan ke tanah merupakan aksi satu arah saja. Sebuah balok yang membentang pada dua titik tumpuan adalah contoh sistem satu arah.
2. Sistem dua arah, yaitu dengan dua elemen bersilangan yang terletak di atas dua titik tumpuan dan tidak terletak di atas garis yang sama. Suatu pelat bujur sangkar datar yang kaku dan terletak di atas tumpuan pada tepi-tepinya

Elemen struktur bangunan beton bertulang yang paling sering digunakan secara umum dan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

Pelat

Pelat beton bertulang merupakan sebuah struktur yang dibuat untuk keperluan lantai bangunan, atap dan sebagainya dengan bidang permukaan yang arahnya horizontal. Pada struktur pelat beban bekerja secara tegak lurus dan disalurkan pada dinding, balok, kolom, atau tanah karena letaknya yang dapat ditumpu oleh dinding, balok, kolom, atau dapat juga terletak langsung di atas tanah (slab on ground). Ketebalan bidang (h) untuk pelat beton bertulang ini sendiri relatif sangat kecil bila dibandingkan dengan bentang panjang/lebarnya.

Dalam perencanaan sebuah struktur bangunan, kolom dan balok adalah penyusun rangka utama dan pelat bertindak sebagai beban pada struktur tersebut. Akan tetapi, dalam beberapa kasus analisa bangunan terhadap beban gempa, pelat diperlakukan sebagai struktur yang satu dengan kolom dan balok sehingga seluruh beban yang mungkin dipikul oleh struktur

akan diterima oleh pelat. Pada kasus seperti ini, pelat disebut pula sebagai diafragma pada struktur bangunan. Secara analisis, diafragma dapat ditinjau sebagai elemen tegangan bidang (plane stress) dengan ditumpu oleh kekakuan pegas transversal kolom dan dinding geser, beban yang dikerjakan adalah distributed area loads untuk massa lantai, line loads untuk massa dinding dan concentrated load untuk massa terpusat.

Peran utama suatu diafragma sebagai elemen struktur adalah menahan beban gravitasi dan menyediakan tahanan lateral untuk elemen-elemen vertikal. Dalam menganalisis struktur, harus diperhitungkan kekakuan relatif diafragma dan elemen vertikal sistem penahan gaya gempa dan secara eksplisit harus menyertakan peninjauan kekakuan diafragma, yaitu asumsi pemodelan semi kaku (SNI 1726:2012). Suatu diafragma harus pula mempunyai kekuatan dan daktilitas yang cukup untuk meneruskan gaya-gaya (akibat gerak tanah yang tidak seragam) dari suatu bagian struktur ke bagian lainnya.

Balok

Balok adalah elemen horizontal maupun miring yang dianggap sebagai elemen garis (satu arah) yang panjang dengan ukuran lebar serta tinggi yang terbatas. Balok beton bertulang merupakan salah satu dari komponen struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban-beban dari pelat ke kolom yang pada akhirnya oleh kolom disalurkan ke pondasi.

Pada umumnya balok beton bertulang dicor secara monolit dengan pelat dan secara struktural ditulangi tunggal ataupun ganda. Akibat dicor secara monolit dengan pelat, maka balok memiliki penampang persegi, T, dan L. Balok terdiri dari balok anak (joint) dan balok induk (beam), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan perlu menjadi pertimbangan dalam mendesain balok beton bertulang, yaitu: lokasi tulangan, tinggi maksimum balok, dan selimut beton (concrete cover) dan jarak tulangan.

Ketentuan mengenai perencanaan beton bertulang biasa maupun beton prategang dalam SNI 2847:2013 pasal 10.3, didasarkan pada konsep

regangan yang terjadi ada penampang beton dan tulangan baja. Secara umum, ada 3 jenis penampang yang dapat didefinisikan, yaitu:

- a. Kondisi regangan seimbang (balanced strain condition)
- b. Penampang dominasi tekan (compression controlled section)
- c. Penampang dominasi tarik (tension controlled section)

Kolom

Kolom merupakan bagian dari elemen atau komponen struktur suatu bangunan gedung yang berfungsi sebagai penyalur beban yang berasal dari beban diatas pelat, berat sendiri pelat, dan balok yang kemudian disalurkan ke pondasi. Kolom dapat memikul beban aksial saja, namun lebih sering kolom direncanakan sebagai pemikul beban kombinasi aksial dan lentur. Selain beban gravitasi, kolom juga dapat direncanakan sebagai pemikul beban lateral yang berasal dari beban gempa atau beban angin.

Dalam buku Perancangan Struktur Beton Bertulang (Agus Setiawan, 2016), Secara umum kolom dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori sebagai berikut.

Berdasarkan beban yang bekerja, kolom diklasifikasikan menjadi:

- a. Kolom dengan beban aksial. Beban kolom dianggap bekerja melalui pusat penampang kolom.
- b. Kolom dengan beban eksentris, Beban kolom dianggap bekerja sejarak e dari pusat penampang kolom. Jarak e dapat diukur terhadap sumbu x atau y , yang menimbulkan momen terhadap sumbu x ataupun y
- c. Kolom dengan beban biaksial. Beban bekerja pada sembarang titik pada penampang kolom, sehingga menimbulkan momen terhadap sumbu x dan y secara simultan.

Berdasarkan panjangnya, kolom dapat dibedakan menjadi:

- a. Kolom pendek, yaitu jenis kolom yang keruntuhannya diakibatkan oleh hancurnya beton atau luluhnya tulangan baja dibawah kapasitas ultimit dari kolom tersebut.

- b. Kolom panjang, jenis kolom yang dalam perencanaannya harus memperhitungkan rasio kelangsingan dan efek tekuk, sehingga kapasitasnya berkurang dibandingkan dengan kolom pendek.

Berdasarkan jenis tulangan, kolom dibagi atas:

- a. Kolom dengan sengkang persegi (dapat juga ditambahkan sengkang ikat/kait) yang mengikat tulangan memanjang/vertikal dari kolom, dan disusun dengan jarak tertentu sepanjang tinggi kolom.
- b. Kolom dengan sengkang spiral untuk mengikat tulangan memanjang dan meningkatkan daktilitas kolom. Secara umum tulangan sengkang pada kolom, baik sengkang persegi maupun spiral berfungsi mencegah tekuk pada tulangan memanjang dan mencegah pecahnya selimut beton akibat beban tekan yang besar.

Syarat-syarat dalam mendesain kolom adalah sebagai berikut:

- a. Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap, dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau.
- b. Pada konstruksi rangka atau struktur menerus, pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar ataupun dalam harus diperhitungkan. Demikian pula pengaruh dari beban eksentrisitas karena sebab lainnya juga harus diperhitungkan
- c. Dalam menghitung momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom ujung-ujung tersebut menyatu (monolit) dengan komponen struktur lainnya
- d. Momen-momen yang bekerja pada setiap level lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom di atas atau di bawah lantai tersebut berdasarkan kekakuan relative kolom dengan juga memperhatikan kondisi kekangan pada ujung kolom.

Pembebanan

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu, dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada sistem struktur. Beban-beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya alamiah dan buatan manusia (Schueller, 2001). Menurut SNI 1727:2013, Beban adalah gaya atau aksi lain yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi. Secara umum, struktur bangunan dikatakan aman dan stabil apabila mampu menahan beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban gempa yang bekerja pada bangunan tersebut.

Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain, beban hidup atap merupakan beban yang diakibatkan pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan, dan material. Selain beban selama masa layan struktur yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti diantaranya tanaman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghunian. (SNI 1727:2013 pasal 4.1).

Pada SNI 1727:2013 menyebutkan beberapa komponen struktur gedung dengan nilai beban hidup gedung yang sudah ditetapkan. Selengkapnya ada pada Tabel 1. Beban hidup adalah semua beban yang tidak tetap, kecuali beban angin, beban gempa dan pengaruh-pengaruh khusus lain yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan (erection), penurunan pondasi, susut, dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dari banyak faktor. Oleh karena itu faktor pengali pada beban

hidup cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan faktor pengali pada beban mati.

Tabel 1 Beban hidup terdistribusi merata minimum

Hunian atau Penggunaan	Beban Merata (kN/m ²)
Kantor	
Ruang Kantor	2,40
Atap	0,96

Sumber: SNI 1727:2013

Beban Mati

Beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, kladding gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727:2013 pasal 3.1).

Pada program ETABS, berat mati dari material dihitung secara otomatis berdasarkan input data material dan dimensi material yang digunakan. Beban mati berdasarkan material struktur bangunan dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan Beban mati tambahan adalah beton yang berasal dari finishing lantai (keramik, plester) beban dinding dan beban tambahan lainnya.

Tabel 2 Beban mati pada struktur

Komponen Struktur	Berat Sendiri
Dinding bata 1/2 batu	250 Kg/m ²
Spesi tebal 1 cm	21 Kg/m ²
Plafond dan penggantung	18 kg/m ²
Lantai Ubin semen portland	24 kg/m ²
Waterproofing	5 Kg/m ²
Curtain wall	60 Kg/m ²
Berat Instalasi ME	25 Kg/m ²

Sumber: PPPURG-1989

Beban Gempa

Gempa bumi yang erat kaitannya dengan struktur bangunan gedung dan non gedung adalah gempa bumi tektonik. Gempa tektonik adalah gempa yang disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik. Beban gempa adalah beban dalam arah horizontal dari struktur yang ditimbulkan oleh adanya gerakan tanah akibat gempa bumi, baik dalam arah vertikal maupun horizontal.

Getaran gempa bumi akan menimbulkan gaya lateral pada asar struktur berupa gaya geser dasar bangunan (base shear, v), dan akan terdistribusi pada tiap lantai bangunan sebagai gaya lateral tingkat (gaya horizontal tingkat, F). Besarnya V dan F dapat ditinjau berdasarkan pembebanan gempa nominal statik ekuivalen maupun dinamik, yang diatur dalam SNI 1726:2012.

Seiring dengan berkembangnya jaman pemerintah Indonesia meluncurkan suatu website puskim.pu.go.id, yang bertujuan untuk selalu mengupdate data gempa dari setiap wilayah Indonesia. Penggunaan website hanya dengan memasukkan koordinat dan jenis tanah dari wilayah gempa yang ingin diketahui data gempa dari wilayah tersebut. Data yang didapat dari website puskim.pu.go.id, PGA, S_s , CRS, CR1, FPG, FA, FV, PSA, SMS, SM1, SDS, SD1, T0, dan TS, serta nilai T serta SA. Dari data – data yang didapat maka dari website puskim.pu.go.id, maka akan didapat grafik spektral percepatan.

Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1727-2013 Pasal 2.3.2, kombinasi pembebanan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6L + (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $1,2D + 1E + L + 0.2 S$

6. $0,9D + 1W$

7. $0,9D + 1E$

Keterangan ; D = Beban Mati; L = Beban Hidup; Lr = Beban Hidup Atap; E = Beban Gempa

Metode Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pekerjaan merupakan tahap yang sangat menentukan berhasil atau tidaknya suatu proyek. Hal ini membutuhkan pengaturan serta pengawasan pekerjaan yang baik, untuk mendapatkan hasil yang baik, tepat waktu dan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan sebelumnya. Oleh karena itu, perlu disiapkan segala sesuatu yang berhubungan dengan teknis pekerjaan, rencana kerja, serta tenaga pelaksana, khususnya tenaga ahli yang profesional yang dapat mengatur pekerjaan dengan baik serta dapat mengambil keputusan mengenai masalah yang muncul di lapangan.

Metode pelaksanaan haruslah dipilih sesuai dengan kondisi lapangan, jenis pekerjaan, waktu yang tersedia, volume pekerjaan, serta biaya. Didalam menetapkan sesuatu metode pelaksanaan konstruksi terlebih dulu perlu dikuasai pengetahuan tentang Metode-Metode Dasar bagi pelaksanaan suatu konstruksi. Dengan mempergunakan dasar-dasar teknik dan analisa didalam kegiatankegiatan konstruksi akan didapat suatu metode pelaksanaan yang tepat dengan sasaran peningkatan kualitas dan biaya yang rendah.. Dalam Tugas Akhir ini maka penulis ingin menguraikan metode pelaksanaan pekerjaan balok, kolom, dan pelat lantai.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini dibagi kedalam tiga tahap yaitu: design struktur, analisis, dan output. Tahap design struktur mencakup perhitungan geometri struktur, penentuan jenis beban,dan pemodelan dimensi. Sedangkan tahap analisis termasuk didalamnya melakukan analisis struktur dengan menggunakan bantuan software komputer ETABS.

Analisis yang digunakan mengacu kepada SNI 1726:2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, SNI 2847:2013 mengenai Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan SNI 1727:2013 mengenai Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.

Data Umum Proyek

Berikut adalah data umum secara terperinci dari Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Binjai:

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Binjai
Lokasi Proyek	: Jl. Veteran No. 8 Kota Binjai Sumatera utara
Nama Pemilik	: Pemerintah Kota Binjai
Jenis Konstruksi	: Konstruksi Gedung Kantor Pemerintahan
Konsultan Perencana	: CV. Abdi Kriasy Konsultan
Kontraktor (Pelaksana)	: PT Cahaya Artha Indonesia
Konsultan Pengawas	: PT Bina Mitra Artanami
Anggaran Biaya	: Rp. 19.432.236.000.-
Sumber Dana	: APBD Kota Binjai
Tahun Anggaran	: 2018
Tanggal Kontrak	: 27 April 2018

Data Teknis

Berikut ini merupakan data proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Binjai yang dijadikan data perencanaan dasar dalam penelitian ini. Data yang dimaksud adalah sebagai berikut :

- a. Struktur Beton Bertulang
- b. Tinggi Gedung: 12 m
- c. Pembebanan : - Beban Hidup
- Beban Mati

- Beban Gempa
- d. Data Struktur :- Mutu Tulangan : ϕ 13 BJTP 24 ($f_y > 240$ mpa) D 13 BJTD 40 ($f_y > 400$ mpa)
 - Mutu Beton : K 250 ($f_c 20.75$ mpa)
- e. Data Gempa :- Lokasi : Kota Binjai
 - Tanah Dasar : Tanah Sedang
 - Fungsi Bangunan : Gedung Kantor 3 Lantai

Kerangka Pikiran

Penelitian ini bertujuan mencari tahu seberapa besar perbedaan dimensi kolom dan balok pada struktur yang memfungsikan pelat hanya sebagai beban dan pelat sebagai diafragma dengan menggunakan data pada Pembangunan Kantor DPRD Kota Binjai sebagai data dasar perencanaan struktur bangunan. Dan mengetahui perbedaan metode pelaksanaan pekerjaan kolom dan balok yang memfungsikan pelat sebagai diafragma dan tidak sebagai diafragma.

Tahap Analisis

a. Studi Literatur

Dala penyelesaian Tugas Akhir ini, menggunakan studi literatur yang bersal dari buku, jurnal, dan skripsi yang berkkaitan dalam perencanaan dan analisis struktur bangunan. Dan juga menggunakan literatur peraturan yang berlaku di Indonesia antara lain SNI 1726:2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, SNI 2847:2013 mengenai Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, dan SNI 1727:2013 mengenai Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.

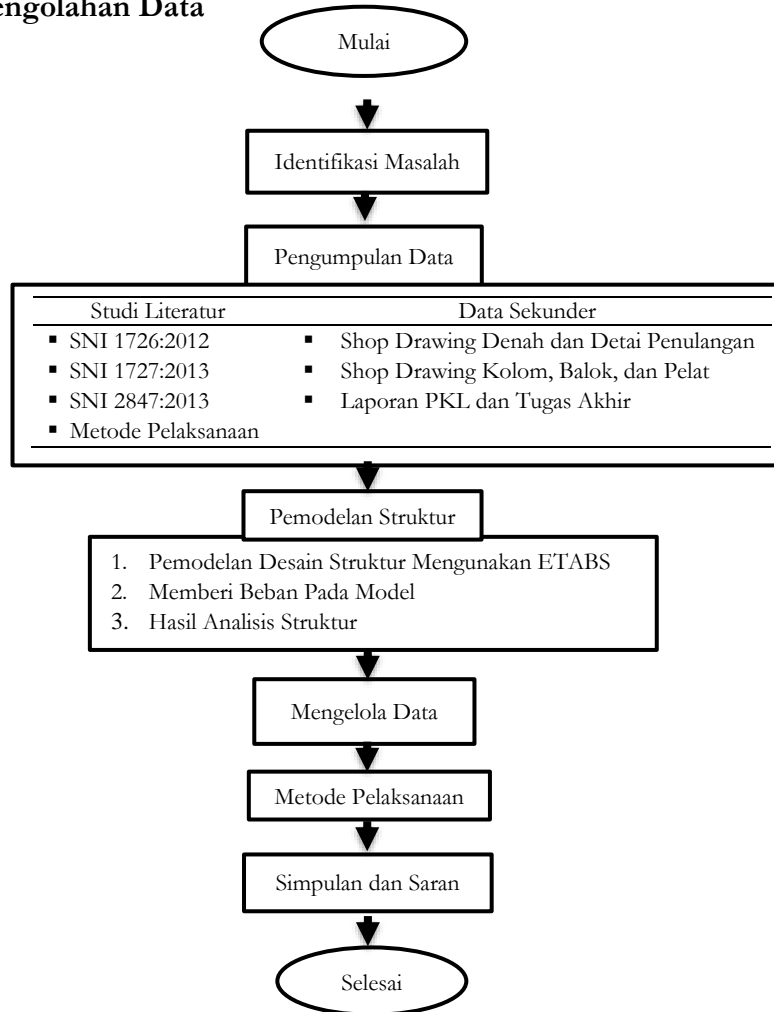
b. Perhitungan Beban

Perhitungan dan penentuan beban mati mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, beban hidup dan kombinasi Pembebanan mengacu pada SNI 1727:2013 dan beban gempa mengacu pada SNI 03-1726-2012.

c. Analisis Struktur

Perhitungan beban struktur berdasarkan SNI 1726:2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, yang kemudian dilakukan pemodelan struktur dengan bantuan program aplikasi komputer ETABS.

Bagan Pengolahan Data



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan Program ETABS 2017. Perencanaan struktur dengan Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Gedung yang akan dimodelkan adalah gedung 3 lantai dengan fungsi sebagai kantor.

Asumsi yang Digunakan

- a. Pondasi dianggap jepit, sehingga kedudukan pondasi diasumsikan tidak mengalami rotasi dan translasi.
- b. Pelat lantai dianggap sebagai shell yang bersifat menerima beban tegak lurus bidang (vertical) dan beban lateral (horizontal) akibat gempa.

Peraturan Dan Standard Perencanaan

- a. SNI 1727:2013 mengenai Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain
- b. SNI 1726:2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung

Perhitungan Beban Bangunan

Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727:2013 pasal 31.2 alam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya. Pada beban mati sendiri elemen struktur sudah dihitung secara otomatis dengan program ETABS dengan memberikan faktor pengali berat sendiri sama dengan 1. Sedangkan pada beban mati elemen tambahan diberikan faktor pengali sama dengan 0 dikarenakan beban tersebut diinput secara manual pada program bantu ETABS.

1) Perhitungan beban mati pada pelat lantai

Spesi tebal 1 cm	= 1 x 0,206 kN/m ²	= 0,206 kN/m ²
Lantai ubin semen portland	= 0,235 kN/m ²	= 0,235 kN/m ²
Mechanical Engineering	= 0,245 kN/m ²	= 0,245 kN/m ²
Plafond	= 0,176 kN/m ²	= 0,176 kN/m ²
Total		= 0,862 kN/m ²

2) Pehitungan beban mati pada pelat atap

$$\text{Waterproofing tebal 2 cm} = 2 \text{ cm} \times 0,049 \text{ kN/m}^2 = 0,098 \text{ kN/m}^2$$

Plafon dan penggantung	= 0,176 kN/m ²	= 0,176 kN/m ²
Berat Instalasi ME	= 0,245 kN/m ²	= 0,245 kN/m ²
Total		= 0,59 kN/m ²

3) Perhitungan beban mati pada balok

Dinding bata 1/2 batu	= 4 m x 2,45 kN/m ²	= 9,8 kN/m ²
Curtain wall	= 4 m x 0,588 kN/m ²	= 2,352 kN/m ²

Beban Hidup

Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban hidup selama masa layan. Beban hidup yang direncanakan dengan mengikuti peraturan Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013).

Beban hidup pada atap = 0,96 kN/m²

Beban hidup pada lantai kantor = 2,4 kN/m²

Beban Gempa

Gedung DPRD Kota Binjai berada pada lintang 3°36'14,86" dan bujur 98°28'50,07". Dari situs puskim.pu.go.id, didapat parameter-parameter yang ditunjukkan pada tabel 3 untuk menentukan nilai spektral bangunan pada tanah sedang:

Tabel 3 Variabel Parameter Respon Spectra

Variabel	PGA (g)	S_S (g)	S_I (g)	C_{rs}	C_{R1}	F_{PGA}	F_a	F_v
Nilai	0,349	0,863	0,449	1,046	0,942	1,151	1,155	1,551
Variabel	PSA (g)	S_{MS} (g)	S_{M1} (g)	S_{DS} (g)	S_{D1} (g)	T_0 (detik)	T_S (detik)	
Nilai	0,402	0,997	0,697	0,665	0,465	0,14	0,699	

Sumber : puskim.pu.go.id,

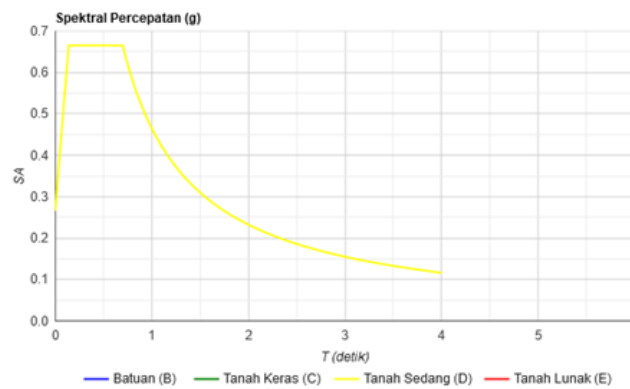
Parameter-parameter tersebut digunakan untuk mendesain spektrum respon. Dari situs puskim.pu.go.id, respon spektrum desain untuk bangunan gedung DPRD Kota Binjai tertera pada tabel 4 berikut:

Tabel 4 Hasil Respon Spektrum

T (detik)	T (detik)	SA (g)		T (detik)	T (detik)	SA (g)
0	0	0,266		TS+1.5	2,199	0,202
T0	0,14	0,665		TS+1.6	2,299	0,194
TS	0,699	0,665		TS+1.7	2,399	0,186
TS+0	0,699	0,581		TS+1.8	2,499	0,179
TS+0.1	0,799	0,517		TS+1.9	2,599	0,172
TS+0.2	0,899	0,465		TS+2	2,699	0,166
TS+0.3	0,999	0,423		TS+2.1	2,799	0,16
TS+0.4	1,099	0,387		TS+2.2	2,899	0,155
TS+0.5	1,199	0,358		TS+2.3	2,999	0,15
TS+0.6	1,299	0,332		TS+2.4	3,099	0,145
TS+0.7	1,399	0,31		TS+2.5	3,199	0,141
TS+0.8	1,499	0,291		TS+2.6	3,299	0,137
TS+0.9	1,599	0,273		TS+2.7	3,399	0,133
TS+1	1,699	0,258		TS+2.8	3,499	0,129
TS+1.1	1,799	0,245		TS+2.9	3,599	0,126
TS+1.2	1,899	0,232		TS+3	3,699	0,122
TS+1.3	1,999	0,221		TS+3.1	3,799	0,119
TS+1.4	2,099	0,211		TS+3.2	3,899	0,116
				4	4	0,116

Sumber : *puskim.pu.go.id*,

Dari nilai Sa tersebut, maka didapatkan kurva spektrum respon seperti pada Gambar 2



Gambar 2 Kurva spektrum respons desain

Perhitungan Balok

Dari analisa struktur dengan ETABS, akan didapatkan distribusi momen envelope dari beberapa kombinasi beban yang diberikan. Untuk menampilkan analisa momen envelope, dapat digunakan cara sebagai berikut: Design – Concrete Frame Design – Start Design Check. Dalam contoh ini, balok yang akan ditinjau di pemodelan 3 lantai dengan pelat sebagai beban adalah B43 lantai 1.

a. Perhitungan Tulangan Utama

Perhitungan luas tulangan utama balok secara otomatis dapat diketahui dengan cara Design- Concrete Frame design- Display Design Info- Longitudinal Reinforcing. Detail luas tulangan utama yang ditinjau ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Detail Tulangan Utama Pada Balok B43 Lantai 1

1. Tulangan Utama Daerah Tumpuan

- Tulangan Bagian Atas : Luas tulangan bagian atas: 1250 mm². Jika tulangan utama menggunakan D16 (200,96 mm²) maka jumlah tulangan yang dibutuhkan adalah $6,2 \approx 6$ tulangan.
- Tulangan Bagian Bawah : Luas tulangan bagian bawah: 575 mm². Jika tulangan utama menggunakan D16 (200,96 mm²) maka jumlah tulangan utama yang dibutuhkan adalah $2,8 \approx 3$ tulangan.

2. Tulangan Utama Daerah Lapangan

- Tulangan Bagian Atas : Luas tulangan bagian atas: 352 mm². Jika tulangan utama menggunakan D16 (200,96 mm²) maka jumlah tulangan yang dibutuhkan adalah $1,75 \approx 2$
- Tulangan Bagian Bawah : Luas tulangan bagian bawah: 847 mm². Jika tulangan utama menggunakan D16 (200,96 mm²) maka jumlah tulangan yang dibutuhkan adalah $4,2 \approx 4$

b. Perhitungan Tulangan Geser

Perhitungan luas tulangan geser (Sengkang) secara otomatis dapat diketahui dengan cara *Design – Concrete Frame Design – Display Design Info – Shear Reinforcing*.



Gambar 4 Detail Tulangan Geser Pada Balok B43 Lantai 1

1. Tulangan Geser Daerah Tumpuan

Jika tulangan utama menggunakan 2D10-75 ($2 \times 78,5 \text{ mm}^2 \times 1000/75 = 2093,33 \text{ mm}^2$). Sehingga luas tulangan per meter panjang = $2093,33/1000 = 2,093 \text{ mm}^2/\text{mm}$. Kontrol keamanan $2,093 > 0,907$ maka tulangan aman digunakan.

2. Tulangan Geser Daerah Lapangan

Jika tulangan utama menggunakan 2D10-75 ($2 \times 78,5 \text{ mm}^2 \times 1000/75 = 2093,33 \text{ mm}^2$). Sehingga luas tulangan per meter panjang = $2093,33/1000 = 2,093 \text{ mm}^2/\text{mm}$. Kontrol keamanan $2,093 > 0,287$ maka tulangan aman digunakan.

Rekapitulasi dan selisih jumlah tulangan yang dibutuhkan dari tulangan utama, dan tulangan Geser Pada Seluruh Balok Tinjauan dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil Rekapitulasi

KET	Lantai	Kode Balok	Diameter Tulangan	AS (mm^3)	Tulangan Utama											
					Tumpuan				Lapangan							
					Atas (mm^3)	Jumlah	n	Bawah (mm^3)	Jumlah	n	Atas (mm^3)	Jumlah	n	Bawah (mm^3)	Jumlah	n
Tanpa Diaphragma	Lantai 1	B 43	D16	200,96	1250	6,220	6	579	2,881	3	352	1,752	2	847	4,215	4
	Lantai 2	B 43	D16	200,96	1245	6,195	6	573	2,851	3	352	1,752	2	739	3,677	3
	Lantai 3	B 42	D16	200,96	1529	7,608	7	701	3,488	3	352	1,752	2	1184	5,892	6
Dengan Diaphragma	Lantai 1	B 43	D16	200,96	1379	6,862	7	628	3,125	3	352	1,752	2	811	4,036	4
	Lantai 2	B 43	D16	200,96	1386	6,897	7	630	3,135	3	352	1,752	2	710	3,533	3
	Lantai 3	B 42	D16	200,96	1642	8,171	8	763	3,797	4	364	1,811	2	1118	5,563	6

KET	Lantai	Kode Balok	Diameter Tulangan	AS (mm ²)	Tulangan Geser			
					Tumpuan		Lapangan	
					Luas Tulangan Yang Digunakan (mm ²)	Luas Tulangan Yang Dibutuhkan (mm ²)	Luas Tulangan Yang Digunakan (mm ²)	Luas Tulangan Yang Dibutuhkan (mm ²)
Tanpa Diaphragma	Lantai 1	B 43	D10	2D10 - 75	2093,33	907,75	2093,33	287,28
	Lantai 2	B 43	D10	2D10 - 75	2093,33	870,52	2093,33	287,28
	Lantai 3	B 42	D10	2D10 - 75	2093,33	1055,97	2093,33	429,32
Dengan Diaphragma	Lantai 1	B 43	D10	2D10 - 75	2093,33	1092,81	2093,33	287,28
	Lantai 2	B 43	D10	2D10 - 75	2093,33	1051,52	2093,33	287,28
	Lantai 3	B 42	D10	2D10 - 75	2093,33	1269,54	2093,33	462,52

Perhitungan Kolom

Kolom yang akan ditinjau di pemodelan 3 lantai dengan pelat sebagai beban adalah C16 pada lantai 2. Adapun perhitungan kolom yang ditinjau meliputi tulangan utama, dan tulangan geser/sengkang yang dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:.

a. Tulangan Utama Kolom

Luas tulangan utama kolom dapat diketahui dengan cara Design-Concrete Frame Design- Display Design Info- Longitudinal Reinforcing.

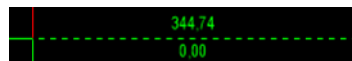


Gambar 5 Detail Informasi Pada Kolom C16

Detail dari luas tulangan utama kolom yang ditinjau 3770 mm². Digunakan tulangan D16 (200,96 mm²). Maka jumlah tulangan yang dibutuhkan adalah $18,7 \approx 19$

b. Tulangan Geser

Luas tulangan geser (sengkang) secara otomatis dapat dilihat dengan cara Design – Concrete Frame Design – Display Design Info – Shear Reinforcing.



Gambar 6 Detail Tulangan Geser Pada Kolom C16

Detail dari luas tulangan utama kolom yang ditinjau 344 mm². Digunakan tulangan 5D10 (78,5 mm²). Jarak sengkang digunakan 100 mm (sesuai persyaratan). Jadi tulangan gesernya 5D10-100.

Rekapitulasi dan selisih jumlah tulangan yang dibutuhkan dari tulangan utama, dan tulangan geser pada seluruh kolom Tinjauan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Rekapitulasi

KET	Lantai	Kode Kolom	Tulangan Utama				Tulangan Geser			
			Diameter Tulangan	Luas Tulangan Perlu (mm ²)	Tulangan Yang Digunakan	Luas Tulangan Yang Digunakan (mm ²)	Diameter Tulangan	Luas Tulangan Perlu (mm ²)	Tulangan Yang Digunakan	Luas Tulangan Yang Digunakan (mm ²)
Tanpa Diaphragma	Lantai 1	C 16	D16	3770	19D16	3818	D10	344,74	5D10-100	392,5
	Lantai 2	C 16	D16	3770	19D16	3818	D10	344,74	5D10-100	392,5
	Lantai 3	C 94	D16	5027	25D16	5024	D10	1009	12D10-100	1020,5
Dengan Diaphragma	Lantai 1	C 16	D16	3770	19D16	3818	D10	344,74	5D10-100	392,5
	Lantai 2	C 16	D16	3770	19D16	3818	D10	344,74	5D10-100	392,5
	Lantai 3	C 94	D16	5027	25D16	5024	D10	1206	15D10-100	1178

Sumber: Pengolahan data penulis

Metode Pelaksanaan

Tahapan pekerjaan pemasangan kolom adalah sebagai berikut:

1. Penentuan As Kolom
2. Pembesian kolom
3. Pemasangan Tulangan Kolom
4. Pabrikasi Bekisting
5. Pemasangan Bekisting Kolom

Tahapan pekerjaan pemasangan balok dan pelat lantai adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan Pengukuran
2. Pemasangan Scaffolding
3. Pembuatan Bekisting
4. Penulangan Balok dan Pelat lantai

Tahapan pekerjaan pengecoran kolom, balok, dan pelat lantai adalah sebagai berikut:

1. Pengecekan tulangan dan kondisi bekisting yang sudah siap. Hal ini dilakukan oleh pengawas lapangan dan konsultan pengawas.

2. Jika sudah dilakukan pengecekan maka langkah selanjutnya ialah mengisi surat ijin cor.
3. Jika hasil lapangan telah memenuhi menurut pengawas dari pihak konsultan, selanjutnya penandatanganan surat ijin cor dan kolom siap dilakukan pengecoran.
4. Pastikan semua tulangan dan bekisting telah dicek
5. Pengujian slump dan kuat tekan beton. Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai kelecakan suatu beton segar. Dan Siapkan benda uji kuat tekan beton.
6. Tuang beton segar kedalam area kolom, balok dan pelat lantai siap cor.
7. Beton yang telah dituang kemudian dipadatkan dengan mesin Vibrator.

Pembongkaran Bekisting Kolom, Balok, dan Pelat lantai

Proses pembongkaran bekisting kolom dilakukan setelah beton dianggap mulai mengeras minimal 3 hari setelah konstruksi dicor. Beton yang cukup umur adalah beton yang dapat menahan berat dan beban dari luar. Agar tidak terjadi kecelakaan kerja saat pembongkaran bekisting.

Perawatan (curing)

Curing dilakukan dengan cara menyelimuti permukaan beton dengan air, menyelimuti permukaan beton dengan terpal basah, dan penambahan permukaan dengan material khusus dengan sika no 107.

SIMPULAN

Dari perhitungan yang sudah dijelaskan pada pembahasan ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi kenaikan jumlah tulangan pada setiap elemen balok sebesar kurang dari 10% pada struktur yang memfungsikan pelat sebagai diafragma. Sedangkan pada elemen kolom, kebutuhan tulangan yang diperlukan hampir sama.

Kenaikan kebutuhan tulangan pada elemen balok disebabkan karena struktur yang memfungsikan pelat sebagai diafragma mengalami kenaikan nilai momen akibat beban dan menerima gaya normal pada sambungan pelat dan balok.

Karena hal inilah struktur bangunan yang memfungsikan pelat sebagai diafragma menjadi lebih kaku dan layak untuk menahan beban gempa yang ada. Metode pelaksanaan kolom, balok, dan pelat yang dilakukan pada pembangunan gedung kantor DPRD Kota Binjai, menggunakan alat dan bahan semi modern serta perancah dengan sistem konvensional.

Saran

Dalam perencanaan struktur menggunakan aplikasi ETABS harus selalu mengikuti langkah-langkah agar tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan, sehingga hasil yang didapat sesuai dengan perencanaan awal yang diinginkan.

Dalam menyusun metode pelaksanaan harus sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, sehingga tidak terjadi gagal bangun atau keruntuhan yang disebabkan oleh metode pelaksanaan yang tidak sesuai.

RUJUKAN

- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti. (2002). Aplikasi Perhitungan Struktur Beton Bertulang Dengan Bantuan Program Etabs. Yogyakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Perencanaan ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung SNI 1726:2012. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727:2013. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013. Jakarta.
- Ir. Istimawan Dipohusodo. (1993). Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama