

PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG KANTOR SEWA LIMA LANTAI DI PONTIANAK

Agung Tanjaya Sutiono¹, Eddy Samsurizal², Gatot Setya Budi²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Perancangan Gedung kantor sewa lima lantai fiktif merupakan perencanaan dengan data tanah (deep boring). Proyek pembangunan gedung sekolah di Jalan Sisingamangaraja berada di Kota Pontianak. Perencanaan gedung kantor sewa lima lantai di Pontianak menggunakan mutu baja pabrikan yang tersedia yakni 240 MPa, untuk tulangan polos, 400 MPa tulangan ulir dan menggunakan mutu beton 25 Mpa. Perencanaan berdasarkan SNI 2847-2013 beton, SNI 1726-2012. Pembebanan gempa dan PPPURG SKBI 1.3.53.1987 untuk pembebanan struktur. Pembebanan gedung dengan sistem pembebanan vertikal berupa berat sendiri(D), beban mati tambahan(SD), beban hidup(L), beban air hujan serta beban horizontal berupa beban gempa(E) dan angin(W) dimana analisis struktur dibantu dengan bantuan program komputer (ETABS 9.7.2). Hasil penelitian perencanaan meliputi dimensi pelat, balok, kolom dan pondasi, untuk pelat lantai dasar, hingga lantai dack setebal 120 mm, untuk balok induk tangga (tipe 1) berukuran 40/80, balok tipe 2 berukuran 30/60, balok tipe 3 berukuran 25/55 dan balok tipe 4 berukuran 15/30 dengan balok lantai dasar yang menggunakan tie beam yang dimana penyaluran momen tiang dapat didistribusikan sehingga ukuran pondasi lebih hemat dan efisien, untuk kolom lantai 1-5 berukuran 45/45, serta untuk pondasi menggunakan pondasi tiang pancang (minipile) dengan dimensi 25x25 yang tiap titiknya berkisar dari 1 s/d 6 tiang pancang.

Kata kunci : beton bertulang, gedung kantor sewa lima lantai, perhitungan struktur program struktur ETABS

ABSTRACT

The design of a fictitious five-storey office building is a planning with deep boring data. The school building construction project at Jalan Sisingamangaraja is in Pontianak City. The five-storey office building rental plan in Pontianak uses the quality of available steel manufacturers, namely 240 MPa, for plain reinforcement, 400 MPa screw reinforcement and uses 25 Mpa concrete quality Planning based on SNI 2847-2013 concrete, SNI 1726-2012. Equipment loading and PPPURG SKBI 1.3.53.1987 for structural loading. Packing of buildings with vertical loading system in the form of own weight (D), load weight additional dead (SD), live load (L), rainwater loads and horizontal loads in the form of earthquake (E) and wind (W) loads where structural analysis is assisted with the help of a computer program (ETABS 9.7.2). The results of planning research include plate dimensions , beams, columns and foundations, for ground floor plates, up to 120 mm thick dack floors, for stair beam (type 1) measuring 40/80, type 2 beam measuring n 30/60, type 3 beams measuring 25/55 and type 4 beams measuring 15/30 with ground floor beams using tie beams where channel moment distribution can be distributed so that foundation sizes are more efficient and efficient, for floor columns 1-5 sized 45/45, as well as for foundations using pile foundations (minipiles) with dimensions of 25x25 which each point ranges from 1 to 6 piles

Keywords: reinforced concrete, five-storey office building, ETABS program structure calculation.

1. PENDAHULUAN

Kota Pontianak sebagai Ibu Kota Provinsi Kalimantan Barat mengalami perkembangan yang pesat dengan tingkat kebutuhan ruang yang cukup tinggi untuk berbagai bidang. Kebutuhan ruang ini meliputi kebutuhan ruang untuk pembangunan gedung-gedung perkantoran termasuk diantaranya kantor sewa. Kantor sewa merupakan suatu fasilitas perkantoran yang berkelompok dalam satu bangunan sebagai solusi untuk menangani pesatnya pertumbuhan dalam masyarakat secara umum (industri, bangunan/konstruksi, perdagangan,dll).

Pada makalah ini penulis akan melakukan perhitungan gedung fiktif kantor sewa lima lantai di Pontianak dengan konstruksi beton bertulang. Perencanaan gedung kantor sewa ini akan memperhatikan hasil perencanaan yang aman, kokoh, dan efisien dengan perencanaan gedung tahan gempa yang dimana nilai koefisien untuk perhitungan gempanya disesuaikan dengan zonasi pada area Kalimantan Barat. Perhitungan yang dilakukan dengan memperhatikan kriteria-kriteria yang telah di atur dalam SNI akan dapat menghasilkan perencanaan gedung sesuai dengan peruntukannya.

Dalam melakukan analisis struktur perlu ditinjau mengenai besaran beban yang bekerja pada struktur. Beban-beban yang akan diperhitungkan pada struktur ini sebagai berikut :

- Beban vertikal yang terdiri dari beban mati (D) dan beban hidup (L).
- Beban horizontal yang diperhitungkan disini adalah beban angin (W) dan beban gempa (E).

Gedung kantor sewa ini direncanakan dengan mengacu pada tata cara perhitungan struktur beton untuk gedung SK SNI – 03 – 2847 – 2013 dan Tata Cara Perencanaan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung tahun 2012 (SNI 03 – 1726 – 2012). Pada perencanaan pembebanan digunakan pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung SKBI 1.3.53.1987. Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perhitungan tugas akhir ini mengikuti pedoman yang berlaku di Indonesia (SNI 03 - 2847 – 2013 pasal 9.2.1 halaman 65) yaitu :

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L + 0,5(L_r atau R)
- 1,2D + 1,6(L_r atau R) + (1,0L atau 0,5W)
- 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(L_r atau R)
- 1,2D + 1,0E + 1,0L
- 0,9D + 1,0W
- 0,9D + 1,0E

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Beton adalah bahan bangunan yang terbentuk terutama dari campuran material semen, agregat kasar dan halus serta air. Air diperlukan untuk reaksi kimiawi dengan material semen selama proses curing atau perawatan adukan beton. Beton merupakan material yang terbuat dari kumpulan agregat (halus dan kasar) yang saling terikat secara kimiawi oleh proses *hidrasi* semen portland (Imran, 2000). Beton kuat menahan tekan akan tetapi lemah dalam menahan tarik.

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, modulus elastisitas beton dapat ditentukan berdasarkan

$$E_c = W_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f_c} ,$$

Untuk beton normal, modulus elastisitas boleh diambil

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c} ,$$

Karena beton lemah dalam tarik, beton digunakan bersama-sama dengan tulangan atau kawat baja yang mampu menahan tegangan tarik. Berdasarkan SNI 03-2847-2013, modulus elastisitas tulangan E_s yakni 200000 MPa. Kombinasi antara beton dan baja disebut beton bertulang dimana beton kuat menahan tekan (*compression*) dan tulangan baja kuat menahan tarik (*tension*). Perencanaan beton bertulang dalam konstruksi merupakan perencanaan - perencanaan yang meliputi elemen-elemen struktur (pelat, balok, kolom) dari konstruksi tersebut.

Pelat

Pelat merupakan elemen struktur yang mendistribusikan beban area kepada balok yang meliputi beban hidup, beban mati tambahan bahkan beban mati yang pada realitanya terjadi serta merupakan elemen yang mempengaruhi kekakuan terhadap sebuah struktur. Pada pemodelan gempa dengan sistem lateral ekuivalen gaya-gaya gempa di tempatkan pada titik pusat massa dengan proses diafragma pelat terlebih dahulu. Pelat dibagi menjadi pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat dua arah apabila rasio bentang pada sisi panjang dengan sisi pendeknya kurang dari atau sama dengan dua ($L_y / L_x \leq 2,0$), dan apabila rasio tersebut lebih dari dua ($L_y / L_x \geq 2,0$), maka pelat merupakan pelat satu arah. Tebal pelat dengan balok yang pada semua sisinya terhubung antar tumpuan harus memenuhi ketentuan berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 9.5.3.3 sebagai berikut :

a. Untuk $\alpha_m \leq 0,2$ harus menggunakan pasal 9.5.3.2

b. Untuk $2,0 > \alpha_m > 0,2$ ketebalan minimum harus memenuhi persamaan :

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

c. Untuk $\alpha_m > 2,0$ ketebalan minimum harus memenuhi persamaan :

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

d. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan α tidak kurang dari 0,8.

Balok

Balok merupakan elemen struktur yang mendistribusikan beban termasuk diantaranya beban-beban pada pelat kepada kolom. Dimensi balok harus dapat memikul momen maksimum yang terjadi dan memenuhi syarat kekakuan serta kekuatan. Penentuan dimensi balok berdasarkan Tabel SNI 03 – 2847 – 2013 halaman 70

Kolom

Kolom adalah elemen struktur yang memikul semua pembebanan dari balok-balok dari suatu bangunan, oleh sebab itu keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur (Sudamoko, 1996).

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.3.6 kekuatan tekan rencana ϕP_n maksimum dari komponen struktur tekan yang yang dibebani gaya aksial dengan eksentrisitas nol dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Komponen struktur non-pratekan dengan tulangan spiral :

$$\Phi P_{n(max)} = 0,85\Phi[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

- Komponen struktur non-pratekan dengan tulangan pengikat :

$$\Phi P_{n(max)} = 0,80\Phi[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Sementara luas penampang kolom A_g yang diperlukan dengan rasio penulangan ρ_g yakni :

$$A_g = \frac{P_u}{0,80\Phi[0,85f'_c(1 - \rho_g) + f'_c \rho_g]}$$

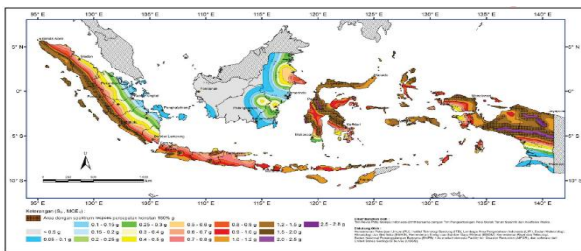
Dalam perencanaan kolom perlu dilakukan peninjauan hubungan antara kapasitas tekan nominal terhadap kapasitas momen nominal dari perencanaan kita terhadap gaya-gaya luar yang terjadi. Dalam peninjauan ini akan didapatkan sebuah korelasi antara kemampuan gaya dalam dan gaya luar yang terjadi sehingga proese perencanaan menjadi lebih efisien dan tidak *over design*. Peninjauan dapat disajikan dengan membuat diagram interaksi kolom.

Pondasi

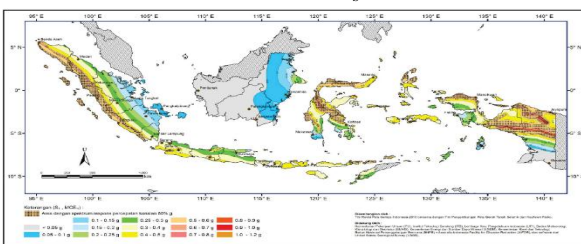
Pondasi adalah bagian bawah struktur bangunan yang berfungsi menyalurkan beban di atasnya ke lapisan tanah. Berat pondasi itu sendiri juga dihitung sebagai beban dalam sebuah struktur. Pada area Pontianak, dengan nilai daya dukung yang rendah maka salah satu alternatif pondasi yakni pondasi tiang pancang.

Beban Gempa

Dalam melakukan perhitungan gempa pertama yang harus dilakukan adalah menentukan percepatan spektrum dimana percepatan spektrum ditentukan berdasarkan Gambar 1. dan Gambar 2. yakni peta zonasi gempa yang ada di SNI 03-1726-2012. Pada perhitungan ini menggunakan analisis gaya lateral ekuivalen.



Gambar 2.1 S_s

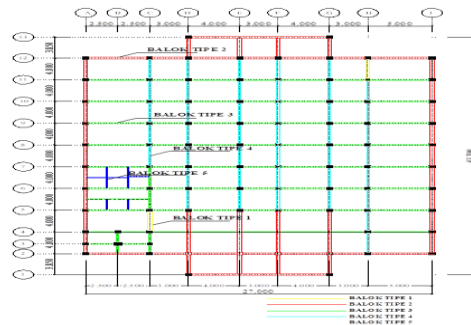


Gambar 2 S_1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Pendahuluan

Pada Perencanaan awal dilakukan analisis awal mengenai dimensi balok, pelat dan kolom berdasarkan SNI yang dipergunakan dalam perencanaan ini. Berikut adalah contoh denah balok yang telah dilakukan perencanaan awal dengan menentukan dimensi awal :



Gambar 3. Denah Balok Prelimerny

Dalam perencanaan awal tebal pelat lantai yang digunakan yakni 120 cm dimana menurut peraturan SNI 03-2847-2013, untuk $\alpha_m > 2,0$ ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang daripada :

$$h_{min} = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} = \frac{4750 \left(0,8 + \frac{500}{1400}\right)}{36 + 9 \cdot 1,275} = 115,772 \text{ mm}$$

Dengan dimensi balok sebagai berikut :

- Balok Induk Tipe 1 300 x 800 mm
- Balok Induk Tipe 2 300 x 600 mm
- Balok Induk Tipe 3 250 x 250 mm
- Balok Induk Tipe 4 200 x 400 mm
- Balok Anak Tipe 5 150 x 300 mm

Dimensi kolom yang digunakan yakni :

- Kolom (K1) = 450/450 mm
- Kolom Tangga (K2) = 450/450 mm
- Kolom Lift tipe 1 (K3) = 600/600 mm
- Kolom Lift tipe 2 (K4) = 400/400 mm

Analisis Gempa

Analisis gempa dilakukan terhadap perencanaan gedung kantor sewa lima lantai ini yang dimana beberapa langkah analisis nya diuraikan sebagai berikut :

- Penentuan wilayah gempa $S_s = 0,05$
 $S_1 = 0,05$
- Faktor keutamaan gempa dan resiko bangunan Resiko II dan $I_c = 1$
- Penentuan kelas situs

$$\bar{N} = \frac{\sum t}{\frac{\sum t}{\bar{N}}} = \frac{30}{6,000} = 5$$

Karena $\bar{N} \leq 15$ maka tanah termasuk kelas situs *SE* (Tanah Lunak).

- Penentuan Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral

$$F_a = 2,5$$

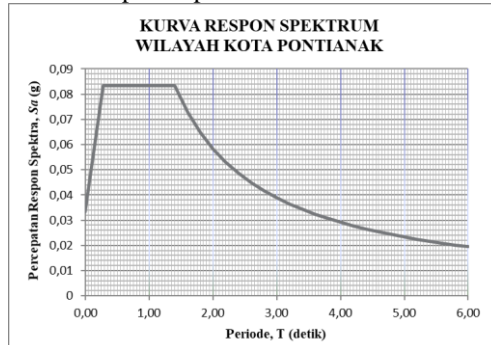
$$F_v = 3,5$$

- S_{DS} dan S_{D1}

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = \frac{2}{3} \cdot 0,125 = 0,083$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \cdot 0,175 = 0,117$$

- Kurva Respons Spektrum Desain



Gambar 4 Kurva Respons Spektrum

- Periode Fundamental Struktur

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \cdot 20,5^{0,9} = 0,706 \text{ detik}$$

$$T_{max \text{ ijin}} = C_u \times T_a$$

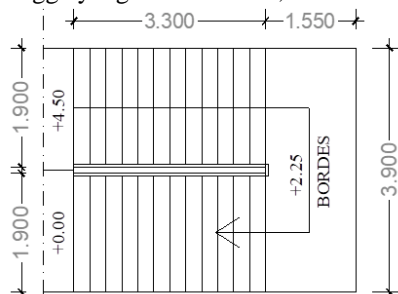
$$= 1,667 \times 0,706 = 1,177 \text{ detik}$$

$$T = T_{max \text{ ijin}} = 1,177 \text{ detik}$$

Pada perencanaan pendahuluan ini digunakan mutu beton 25 MPa, E_c 23500 MPa, mutu baja polos 240 MPa, mutu baja tulangan ulir 400 MPa

Perhitungan Struktur Penunjang

Pada perencanaan gedung kantor sewa lima lantai ini disediakan sarana penunjang antara lain tangga dan lift. Berikut merupakan contoh denah tangga yang direncanakan,



Gambar 5 Denah Tangga Lantai 1 – Lantai 2

Penulangan Struktur Utama

Penulangan Pelat

Penulangan pelat dilakukan dengan mengeluarkan momen arah 1 maupun 2 dan arah gabungan pada *software* yang dimana dilakukan

perhitungan secara manual untuk mendapatkan nilai momen pada area tumpuan maupun lapangan. Hal ini dilakukan dengan mengkombinasikan antara momen pada setiap area baik itu arah 1 maupun 2 terhadap kombinasi antar keduanya. Pada perencanaan ini diuraikan menjadi empat tipe pelat diantaranya pelat lantai dasar, pelat lantai tipikal, pelat lantai *dack* yang normal (tanpa pembebanan tendon), pelat lantai *dack* dengan pembebanan tendon.

Penulangan Balok

Penulangan balok dilakukan dengan menggunakan hasil output program berupa luasan tulangan yang diperlukan untuk setiap elemen balok. Dalam penggunaan luasan tulangan perlu dilakukan kontrol terhadap luasan tulangan lentur, geser dan puntir dengan nilai *output* dari program. Pada perencanaan ini direncanakan beberapa tipe balok diantaranya *tie beam*, balok tangga, balok bordes, balok induk dan balok anak.

Penulangan Kolom

Penulangan kolom dilakukan dengan menggunakan output dari *software* yang dimana akan dikontrol secara manual gaya-gaya dalam hasil dari output pula. Dalam penulangan kolom perlu dibuat interaksi kolom yang merupakan hubungan antara P_n dan M_n . Pada perencanaan gedung kantor sewa lima lantai ini '*Strong colusmn weak beam*' diizinkan untuk diabaikan berdasarkan SNI dikarenakan KDS nya merupakan KDS B.

Penulangan Pondasi

Penulangan pondasi dilakukan dengan menggunakan nilai daya dukung tanah pada *sample* tanah yang digunakan dalam perencanaan ini. Dalam hal ini digunakan salah satu metode untuk menentukan nilai Q_{total} yang merupakan penjumlahan dari daya dukung tahanan ujung dan daya dukung gesek pada tiang *minipile*. Hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah kebutuhan dan kedalaman tiang.

Proses sebelum merencanakan jumlah tiang yakni mencari nilai reaksi dari setiap titik perletakan yang telah kita rencanakan pada gedung kantor sewa ini. Dengan adanya nilai reaksi dan momen yang bekerja pada titik pondasi beserta dimensi *pile cap* yang telah kita rencanakan maka akan dapat direncanakan secara manual penulangan dari pondasi tersebut termasuk penulangan *tie beam* sebagai balok tinggi yang dapat membantu distribusi momen pada pondasi.

Pada hakikatnya data hasil analisis daya dukung tanah sangat berperan penting dalam perencanaan pondasi. Hal ini dikarenakan nilai Q_{tot} yang digunakan merupakan nilai yang menentukan pengambilan keputusan dalam pemilih dimensi tiang pancang.

Pada perhitungan struktur gedung kantor sewa ini diperoleh rekapitulasi penulangan sebagai berikut :

Tabel 1 Penulangan Pelat

a. Pelat

Tipe Pelat	Tebal (mm)	Tulangan		Lokasi
		Lapangan	Tumpuan	
Tipe 1	120	M7-150	M10-150	Lt. 1
Tipe 2	120	M7-150	M10-150	Lt.2 - 5
Tipe 3	120	M12-150	M12-150	Lt. Dack
Tipe 4	120	M7-150	M7-150	Lt. Dack

Tabel 2 Penulangan Balok

b. Balok

Tipe Balok	Ukuran Balok	Longitudinal			Pinggang	Sengkang		Lokasi
		Posisi	Tumpuan	Lapangan		Tumpuan	Lapangan	
B1	400/800 l = 4000	Atas	2D22	2D22	-	Ø10-350	Ø10-350	Base - Dack
		Bawah	2D22	2D22				
B2	300/600 l = 2000	Atas	3D22	2D22	4D16	Ø10-250	Ø10-250	Base - Dack
		Bawah	2D22	2D22				
B3	250/550 l = 3000	Atas	2D22	2D22	-	Ø10-250	Ø10-250	Base - Dack
		Bawah	2D22	2D22				
B4	200/400 l = 4000	Atas	2D22	2D22	-	Ø10-150	Ø10-150	Base - Dack
		Bawah	2D22	2D22				
B5	150/300 l = 1683	Atas	2D13	2D13	-	Ø8-150	Ø8-150	Base - Lt.5
		Bawah	2D13	2D13				

Tabel 3 Penulangan Kolom

c. Kolom

Tipe Kolom	Ukuran Kolom	Tulangan		Posisi
		Longitudinal	Transversal	
K1	450/450	8D19	Ø10 - 150	Lt. 1 - 5
K2	450/450	14D29	Ø10 - 150	Tangga Lt. 1-5
K3	600/600	10D22	Ø10 - 200	Lift Lt. 1-5
K4	400/400	6D19	Ø10 - 150	Lift Lt. 1-5

d. Tie Beam

Dimensi Tie Beam (TB1 & TB2) yang digunakan dalam perhitungan ini yakni 400 x 1000 mm dengan tulangan utama pada area tumpuan dan lapangan 4D25 (sengkang Ø10-250) untuk TB1 dan 2D25(sengkang Ø10-300) untuk TB2.

Tabel 4 Penulangan Pondasi

e. Pondasi

Tipe	Dimensi Poer (m)			Tulangan	
	b	h	t	Arah X	Arah Y
P1	0,75	0,75	0,80	D25 - 250	D25 - 250
P2	1,50	0,75	0,80	D25 - 300	D25 - 350
P3	0,5 & 1,50	1,50	0,80	D25 - 150	D25 - 200
P4	1,50	1,50	0,80	D25 - 150	D25 - 200
P6	2,25	1,50	0,80	D25 - 150	D25 - 200

IV. KESIMPULAN

- 1) Perencanaan gedung kantor sewa lima lantai ini terdiri atas perencanaan *upper structure* dan *lower structure* yang dimana kedua bagian ini saling berkaitan satu dengan lainnya. Pada umumnya tingkat kekuatan sebuah struktur bangunan tergantung dari pembebanan dan dimensi elemen struktur dalam konstruksi tersebut. Semakin besar dimensi dari elemen-elemen struktur tersebut semakin kuat menahan gaya-gaya dalam yang terjadi dalam sebuah konstruksi.

- 2) Perencanaan struktur yang efisien adalah perencanaan dimensi yang tidak berlebihan melampaui dari dimensi seharusnya dari hasil analisa gaya-gaya dalamnya. Mengenai perencanaan pondasi yang dilakukan digunakan pondasi tiang pancang sebagai salah satu alternatif pondasi untuk daerah Pontianak yang memiliki daya dukung tanah yang rendah. Pada dasarnya program ETABS yang digunakan merupakan perkembangan sistem komputerisasi yang memudahkan kita sebagai seorang rekayasawan dalam merencanakan struktur sebuah bangunan. Hal terpenting dari penggunaan program ini yakni kemampuan seorang rekayasawan dalam memodelkan struktur serta kemampuan mengontrol nilai *output* yang di keluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- , 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- , 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- , 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik SNI 8460:2017*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- , 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung SKBI - 1.3.53.1987*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit PU.
- Asroni, Ali. 2010. *Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jefry. 2014. *Perhitungan Struktur Hotel Royal Tapaz Pontianak (Struktur Beton Bertulang 12 Lantai) Terhadap Gempa*. Program Sarjana. Universitas Tanjungpura.
- Gunawan, Rudy. 1983. *Pengantar Teknik Fondasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Honggo, Eko. 2015. *Perhitungan Struktur Hotel 11 Lantai Jalan Teuku Umar Pontianak*. Program Sarjana. Universitas Tanjungpura.
- HS, Sardjono. 1988. *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Indarto, Himawan, Hanggoro Tri Cahyo A., Kukuh C.Adi Putra. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies*. Semarang: BDS.

- Kusuma, Gideon dan W. C. Vis. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri 1*. Jakarta: Erlangga.
- Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. 2016. *Laporan Analisis Pondasi Tiang Pancang Proyek Pembangunan Gedung SD Kristen Immanuel Pontianak* . Pontianak: Laboratorium Mektan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. 2014. *Laporan Analisis Pondasi Tiang Pancang Proyek Perencanaan Jembatan Nipah Kuning Pontianak* . Pontianak: Laboratorium Mektan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- Masyithah, Irine. 2006. *Perhitungan Struktur Gedung Islamic Centre di Komplek Masjid Mujahidin Pontianak dengan Struktur Beton Bertulang*. Program Sarjana. Universitas Tanjungpura.
- Poerbo, Hartono. 1992. *Utilitas Bangunan*. Jakarta: Djambatan.
- , 2015. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS Seri 2*. Jakarta: ARSGroup.