

# LAPORAN PENELITIAN

## EVALUASI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM PROYEK RDMP BALIKPAPAN GEDUNG SS(ISH)-104 *COMMON* *FACILITIES SUBSTATION*



TIM PELAKSANA :

1. Draga Hasan. S.T, M.T NIDN 0330058803 (Ketua / Dosen)
2. Putri Irmayana NPM 16273115046 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO  
JAKARTA  
TAHUN 2020**



**YAYASAN BUDI UTOMO**  
**INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO**  
**(ITBU)**

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur  
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PENELITIAN**

A. Judul Kegiatan : EVALUASI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM  
PROYEK RDMP BALIKPAPAN GEDUNG  
SS(ISH)-104 *COMMON FACILITIES SUBSTATION*

1. Program : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

2. Ketua Pelaksana :

Nama : Draga Hasan. S.T, M.T

NIDN : 0330058803

Program Studi : Teknik Sipil

3. Anggota :

1) Nama : Putri Irmayana

NPM : 16273115046

Program Studi : Teknik Sipil

Lokasi : Cikarang

4. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)

5. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2020

6. Biaya : Rp 3.500.000,-

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



**(Dr. Survadi, S.T, M.T)**

NIDN : 0302046907

Jakarta, Agustus 2020

Menyetujui,  
Kepala LPPM,



**(Sigit Wibisono, S.T., M.T.)**

NIDN : 0314116301



**YAYASAN BUDI UTOMO**  
**INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO**  
**( I T B U )**

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur  
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada  
Yth. **Kepala LPPM ITBU**  
Di Jakarta

Dengan hormat,  
Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Genap TA. 2019-2020:

- a. Judul : EVALUASI STRUKTUR BALOK DAN KOLOM  
PROYEK RDMP BALIKPAPAN GEDUNG  
SS(ISH)-104 COMMON FACILITIES SUBSTATION
- b. Tim Peneliti :
  1. Ketua  
Nama : Draga Hasan. S.T, M.T  
NIDN : 0330058803  
Prodi : Teknik Sipil
  2. Anggota  
Nama : Putri Irmayana  
NPM : 16273115046  
Program Studi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Balikpapan
- d. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : Maret s/d Agustus 2020  
Biaya : Rp 4.000.000,-

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, Maret 2020  
Yang mengajukan,

Menyetujui,  
Kaprodik Teknik Sipil  
  
(Udiyanto, S.T, M.Tech)  
NIDN: 0310077002

  
(Draga Hasan. S.T, M.T)  
NIDN: 330058803

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa Teknik sipil Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Agustus 2020

**Peneliti**

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	i
Surat Pengajuan Penelitian .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Daftar Tabel .....	v
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	2
BAB III    METODE PENELITIAN .....	4
BAB IV    HASIL PEMBAHASAN.....	6
BAB V    PENUTUP .....	8
DAFTAR PUSTAKA .....	9

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dimensi Lantai.....	6
Tabel 4.2 Dimensi Awal Balok.....	6
Tabel 4.3 Dimensi Awal Kolom .....	7
Tabel 4.4 Beban Hidup .....	7
Tabel 4.5 Beban Sendiri.....	7

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Bangunan pendistribusi listrik (*Substation*) merupakan sebuah bangunan pembangkit listrik yang mengubah tenaga listrik dari tinggi ke rendah. Bangunan ini hampir sama dengan gardu listrik pada umumnya, namun ada perbedaan yaitu dari segi bentuk dan kapasitas. Saat ini Proyek RDMP Balikpapan sedang membuat sebuah bangunan substation bertingkat yang berguna untuk pendistribusian aliran listrik disekitar proyek kilang Pertamina.

Dalam perancangan struktur suatu bangunan gedung ini ada banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain meliputi fungsi bangunan, keamanan, serta pertimbangan ekonomis. Untuk itu pembangunan Gedung SS(ISH)-104 Common Facilities Substation Substation yang terdiri dari 3 (tiga) lantai yang akan difungsikan sebagai pendistribusi listrik, maka perencanaan konstruksi tersebut dituntut untuk mendesain suatu bangunan yang kuat, mudah dalam pelaksanaan, aman ketika dilakukan pembebanan maksimum dan memenuhi fungsi serta kebutuhan bangunan. Salah satunya adalah dengan konstruksi struktur balok dan kolomnya yang sangat berpengaruh dalam hal tersebut.

Balok adalah bagian dari struktural sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Sedangkan kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Keduanya merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini perencanaan struktur balok dan kolom Proyek RDMP Balikpapan Gedung SS(ISH)-104 Common Facilities Substation akan menggunakan program STAAD PRO untuk membantu dalam menghitung gaya-gaya yang terjadi di dalam struktur balok dan kolom berdasarkan SNI-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Adapun program Autocad 2014 digunakan untuk penggambaran struktur gedung.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada perancangan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisis struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lain yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Ilmu teoritis di atas tidaklah cukup karena analisis secara teoritis tersebut hanya berlaku pada kondisi struktur yang ideal sedangkan gaya-gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

Dalam merencanakan suatu bangunan gedung, harus berpedoman dengan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan tersebut yang dapat digunakan antara lain:

1. Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung tahun 1987.
2. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 2847 – 2002).
3. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI – 1727 – 2013).
4. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan dan Gedung Non Gedung (SNI– 1726 – 2012).

#### **Beton Bertulang**

Sifat-sifat beton bertulang mempunyai kapasitas tekan yang tinggi akan tetapi, beton juga mempunyai sifat yang buruk, yaitu lemah jika dibebani tarik. Sedangkan, baja tulangan mempunyai kapasitas yang tinggi terhadap beban tarik, tetapi mempunyai kapasitas tekan yang rendah karena bentuknya yang langsing (akan mudah mengalami tekuk terhadap beban tekan). Namun, dengan menempatkan tulangan dibagian beton yang mengalami tegangan tarik akan mengeliminasi kekurangan dari beton terhadap beban tarik.

##### **a. Kekuatan tekan beton**

Menurut peraturan beton di Indonesia SNI 03-2847-2002, kuat tekan beton diberi notasi dengan  $f_c'$  yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari. Mutu beton dibedakan 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu :

- 1) Mutu beton dengan  $f_c'$  kurang dari 10 MPa, digunakan untuk beton non struktur, misalnya kolom praktis dan balok praktis.
- 2) Mutu beton dengan  $f_c'$  antara 10 MPa sampai 20 MPa digunakan untuk beton struktur, misalnya balok, kolom, pelat maupun pondasi.
- 3) Mutu beton dengan  $f_c'$  sebesar 20 MPa ke atas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

b. Karakteristik baja tulangan

Jenis baja tulangan menurut SNI 03-2847-2002, tulangan yang dapat digunakan pada elemen beton bertulang, yaitu baja tulangan polos (BJTP) dan baja tulangan ulir atau *deform* (BJTD). Tulangan polos biasanya digunakan untuk tulangan geser/begel/sekang, dan mempunyai tegangan leleh  $f_y$  minimal sebesar 240 Mpa disebut BJTP-24, dengan simbol  $\emptyset$  adalah diameter tulangan polos yaitu ukuran  $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 14$  dan  $\emptyset 16$ . Tulangan ulir atau *deform* digunakan untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang dan mempunyai tegangan leleh  $f_y$  minimal 300 Mpa disebut BTD-30. Ukuran diameter nominal tulangan ulir yang umumnya

**Definisi Balok dan Kolom**

Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban. Apabila suatu gelagar balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Regangan-regangan balok tersebut mengakibatkan timbulnya tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik dibagian bawah. Agar stabilitas terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut karena tegangan baja dipasang di daerah tegangan tarik bekerja, di dekat serat terbawah, maka secara teoritis balok disebut sebagai bertulangan baja tarik saja (Dipohusodo,1994)<sup>(4)</sup>.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **Jenis Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode evaluasi deskriptif. Metode ini digunakan karena pada penelitian struktur kolom dan balok dilakukan secara sistematis, terstruktur dan terperinci. Dalam pelaksanaannya metode penelitian ini fokus pada penggunaan angka, rumus dan tabel yang digunakan untuk menampilkan hasil data.

#### **Kerangka Pemikiran**

Kerangka pemikiran merupakan suatu konsep yang menjelaskan secara garis besar mengenai suatu penelitian. Dalam sebuah penelitian diperlukan adanya kerangka pemikiran untuk mempermudah penyusunan penelitian. Kerangka pemikiran dapat dibuat dalam bentuk skema yang berfungsi untuk menunjukkan proses mulai dari perumusan masalah, variable hingga selesai. Dalam kerangka pemikiran terdapat variabel yang merupakan objek dari penelitian.

Dengan adanya skema penulisan penelitian ini menjadi lebih efektif dan efisien. Tahapan penyusunan meliputi kegiatan-kegiatan berikut :

1. Pengumpulan data-data dari proyek.
2. Perumusan masalah dengan menghitung dan mengevaluasi hasil perhitungan struktur kolom dan balok.
3. Membuat data hasil analisis dari perumusan masalah.
4. Kesimpulan dan saran.

#### **Metode Penelitian**

Berikut adalah metode-metode yang digunakan dalam penyusunan penelitian:

##### **Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian kali ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari Proyek RDMP. Data-data tersebut meliputi:

- Data proyek
- Data spesifikasi bahan
- Data tanah

### **Metode Analisis**

Proses perencanaan struktur gedung dalam laporan penelitian ini dimulai dari penentuan dari fungsi bangunan yang akan didirikan, dalam hal ini bangunan yang di rencanakan berfungsi sebagai pendistribusi listrik. Kemudian dilanjutkan dengan mempelajari dan menentukan dasar-dasar teori yang dipakai, setelah itu mengidentifikasi bangunan yang direncanakan yang disertai dengan pengumpulan data yang dibutuhkan.

Langkah selanjutnya adalah penentuan model dan bentuk struktur, dari struktur yang sudah ada ini kemudian dianalisis lalu dihitung. Setelah dihitung kemudian dicek, apakah struktur tersebut aman atau tidak. Bila struktur tersebut aman maka desain strukturnya bisa di gambar, namun bila struktur tersebut tidak aman, maka perlu di cek lagi dari penentuan model dan bentuk struktur sampai struktur tersebut benar-benar aman.

### **Metode Pembahasan Hasil Analisis**

Struktur atas terdiri dari struktur portal yang merupakan kesatuan antar balok, kolom, pelat. Perencanaan struktur portal berdasarkan SNI 03-2847-2002 (Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung). Prosedur perhitungan mekanika/analitis struktur untuk struktur portal dilakukan secara 3 dimensi (3D), dengan bantuan program komputer Structural Analysis Program STAAD PRO.

Untuk analisis gempa STAAD PRO menggunakan analisis dinamik struktur dengan Metode Analisis Ragam Spektrum Respon. Dengan metode yang dipakai oleh STAAD PRO ini akan didapatkan besarnya gaya gempa yang terjadi beserta nilai displacement (perpindahan) dari struktur portal tersebut.

Analisis perancangan portal meliputi balok dan kolom. Portal struktur gedung *Common Facilities Substation* adalah portal beton yang dimodelkan dimensi (3D) pada STAAD PRO dengan mengacu pada standar SNI 03-1726-2012.

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### Deskripsi Bangunan dan Mutu bahan

a. Deskripsi bangunan

1. Dimensi bangunan : 60000x14000(mm)
2. Berat bangunan : 34667,18 kN
3. Elevasi lantai

Tabel 4.1. Dimensi Lantai

Lantai Bangunan	FFL
Lantai Dasar	+ 99.600
Lantai 2	+ 103.200
Lantai 3	+ 109.900
Atap	+ 114.700

Sumber : Penelitian Mandiri

b. Mutu bahan

1. Diameter tulangan longitudinal = 22 mm  
Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 420 Mpa
2. Diameter tulangan geser = 10 mm
3. Mutu beton = 28 MPa  
Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 420 Mpa

#### Desain Balok

Dimensi awal balok berdasarkan data proyek adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2. Dimensi Awal Balok

Tipe	L (mm)	B (mm)	H (mm)
Balok Induk	7000	450	900
Balok Induk	6000	400	800
Balok Anak	7000	350	700

Sumber : Penelitian Mandiri

#### Desain Kolom

Berdasarkan data proyek didapat dimensi kolom awal sebagai berikut:

Tabel 4.3. Dimensi Awal Kolom

Lantai	h (mm)	b (mm)
Lantai 3	600	600
Lantai 2	600	600
Lantai 1	600	600

Sumber : Penelitian Mandiri

### Analisis Data

#### Analisis Pembebanan

##### a. Analisis beban hidup

Beban hidup yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada SNI-1727-2013 yang sudah dijelaskan pada bab 2, yaitu:

Tabel 4.4 Beban Hidup

1.	Switchgear room	7.20 kN/m <sup>2</sup>
2.	Rack Room	7.20 kN/m <sup>2</sup>
3.	Battery Room	10.00 kN/m <sup>2</sup>
4.	Stair & Stair Landing	16.56 kN/m <sup>2</sup>
5.	Roof Floor	0.96 kN/m <sup>2</sup>
6.	Rain Loads	0.75 kN/m <sup>2</sup>

Sumber: Design Criteria for Civil and Structure RDMP Project

##### b. Analisis beban mati

Pada perhitungan beban mati terdapat dua macam beban mati, yaitu beban mati pada plat lantai dan beban mati pada balok, sebagai berikut:

- Beban mati pada plat lantai dibagi menjadi dua , beban mati plat lantai sendiri dan beban plat lantai akibat equipment (dari data elektrikal lihat di lampiran).

Tabel 4.5. Beban Sendiri

Beban plat sendiri		
1.	Switchgear room	6.66 kN/m <sup>2</sup>
2.	Rack Room	5.90 kN/m <sup>2</sup>
3.	Battery Room	5.20 kN/m <sup>2</sup>
4.	Stair & Stair Landing	11.76 kN/m <sup>2</sup>
5.	Roof Floor	6.19 kN/m <sup>2</sup>

Sumber: Design Criteria for Civil and Structure RDMP Project

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Pembangunan Gardu Listrik (*Substation*) berguna untuk pendistribusian aliran listrik dan mengubah tenaga listrik dari tinggi ke rendah. Dalam perancangan struktur suatu bangunan bertingkat ada banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain meliputi fungsi bangunan, keamanan, serta pertimbangan ekonomis. Untuk itu pembangunan Gedung SS(ISH)-104 Common Facilities Substation yang terdiri dari 3 (tiga) lantai, bangunan akan difungsikan sebagai gardu listrik. Oleh karena itu, perancangan struktur gedung bertingkat yang tepat sangat diperlukan.

Perancangan struktur gedung harus direncanakan sesuai standar, kuat dan aman. Struktur bangunan gedung yang kuat diperlukan suatu perancangan struktur yang baik dengan menggunakan peraturan – peraturan perencanaan secara tepat dan benar. Oleh karena itu dilakukan perancangan struktur gedung 4 lantai ini dengan metode Sistem Rangka Gedung yang mengacu pada Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Beban – beban yang ditinjau untuk perancangan mengacu pada Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI – 1727 – 2013).

Perancangan struktur gedung 3 lantai ini hanya meliputi perancangan struktur balok dan kolom. Dalam perancangan balok dan kolom diperoleh harga momen gaya lintang dan gaya torsi tiap – tiap lantai yang bervariasi. Dari harga yang berbeda – beda tersebut diambil harga – harga yang maksimum dan dikelompokkan untuk setiap lantainya dengan tujuan untuk memudahkan perhitungan. Perancangan struktur balok dan kolom menggunakan STAAD PRO. Pembebanan yang ditinjau untuk perancangan elemen struktur adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Surakarta.
- Asroni, Ali, 2010. *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03 – 2847 – 2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03 – 1726 – 2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Non Gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03 – 1727 – 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- PPPURG. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1.3.53.1987, UDC:624.042)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- SKSNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- Wikipedia Ensiklopedia Bebas. (2017). Balok (Struktur). Retrieved Oktober 2017, from [https://id.wikipedia.org/wiki/Balok\\_\(struktur\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Balok_(struktur))