

DESAIN KONSTRUKSI MEJA BETON PENYANGGA POWER TRANSFORMER 80 MVA PT KDL CILEGON

Widayat Amariansah^{1*}, Soehartono Soehartono²

^{1,2} Prodi Teknik Sipil Universitas Pandanaran

Jalan Banjarsari Barat no.1, Pedalangan, Banyumanik, Semarang

Email^{*} : widayat62@gmail.com

ABSTRAK

PT Krakatau Daya Listrik (KDL) merupakan anak perusahaan PT Krakatau Steel (Persero) Tbk yang berfungsi membangkitkan energi listrik dari PLTU 5x80 MW milik sendiri dan menyalirkannya melalui jaringan transmisi 150 kV dan distribusi 30 kV, 20 kV, 6 kV, 400 V ke seluruh industri, kantor dan perumahan karyawan di lingkungan Krakatau Industrial Estate Cilegon-Banten. Untuk meningkatkan keandalan dan jumlah pasokan listriknya, PT KDL membangun Main Transfer Station unit IV (MTS IV) yang berfungsi sebagai gardu induk yang menerima, mengatur dan mendistribusikan suplai listrik dari PLTU ke masing-masing pabrik. MTS IV terdiri dari bangunan gedung kontrol 30 kV dan bangunan penyangga power transformer 3x80 MVA yang berimpit di dekatnya. Kedua bangunan ini dipisahkan dengan sistem dilatasasi. Struktur beton penyangga power transformer 3x80 MVA ini berbentuk meja yang mempunyai 3 ruang untuk setiap transformer. Setiap ruang terdiri dari 1 lantai dasar dan 2 lantai *basement* yang dirancang untuk menahan berat setiap *transformer* sebesar 115 ton.

Kata kunci : Beton, bangunan penyangga, power transformer

ABSTRACT

PT Krakatau Daya Listrik (KDL) is a subsidiary company of PT Krakatau Steel (Persero) Tbk that functions to generate electricity from self owned power plant 5x80 MW and distribute it through 150 kV transmission line and distribution 30 kV, 20 kV, 6 kV, 400 V line to all industries, offices and residential employees in Krakatau Industrial Estate Cilegon-Banten. To improve the reliability and the amount of electricity supply, PT KDL was construct Main Transfer Station unit IV (MTS IV) as new substation that receive, manage and distribute electricity from the power plant to industrial area. MTS IV consists of 30 kV control building and buffer structure for 3x80 MVA power transformers that are nearby separated with dilatation system. The buffer concrete structure for 3x80 MVA power transformers are like tables which have 3 rooms for each transformer. Each room consist of 1 ground floor and 2 basement to support a 115 tons transformer effectively.

Keywords: Concrete, buffer structure, power transformer.

PENDAHULUAN

Konstruksi beton penyangga *power transformer* (trafo) di area MTS IV terdiri dari 3 ruang yang masing-masing diisi transformer 80 MVA seberat 115 ton. Setiap ruang dipisahkan oleh dinding api beton (*firewall*) setebal 25 cm setinggi 9 m untuk mencegah penjalaran api ke trafo lainnya jika satu trafo meledak dan terbakar. Lantai dasar (*ground floor*) trafo pada EL. 0.00 direncanakan setebal 30 cm dan di bawahnya terdapat 2 *basement* yaitu pada El. -1.50 untuk cable duct dan saluran air hujan serta pada El. -4.75 untuk perlletakan underground cable duct (UGC) 150 kV dari pembangkit yang masuk ke gedung kontrol 30 kV. Dinding basement setebal 25 cm berfungsi menahan tekanan tanah dan tekanan air laut yang diprediksi terintrusi sampai kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon. *Firewall* direncanakan mampu menahan tekanan angin 70 kg/m² setara dengan kecepatan angin 120 km/jam. Perhitungan gempa menggunakan SNI 03-2847-2002 yang memasukkan Cilegon dalam zona gempa dengan respon spektra percepatan gempa 0,40.g menurut Peta Gempa Indonesia Juli 2010 dari Kementerian PU.

METODOLOGI

Beban yang bekerja pada bangunan penyangga *transformer* MTS IV terdiri dari beban mati (DL), beban hidup (LL), beban angin (W), beban gempa (E) dan beban lain yang disyaratkan vendor elektromekanikal dan PT KDL. Beban mati (DL) terdiri dari berat sendiri struktur atas gedung dan berat peralatan elektromekanikal. Beban hidup (LL) sebesar 500 kg/m² untuk lantai basement dan 2000 kg/m² untuk lantai dasar tempat power transformer diletakkan. Beban angin (W) menggunakan referensi Pedoman Pembebaan Bangunan Gedung Indonesia 1987 untuk bangunan khusus industri dengan mempertimbangkan data meteorologi BMKG setempat 10 tahun terakhir. Beban gempa sesuai SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung, sedangkan beban lain mengikuti spesifikasi teknis PT PLN, PT KDL dan vendor elektromekanikal yang ditunjuk. Sebagai contoh beban dinamis akibat getaran mesin sebesar 20%

dari berat sendiri peralatan. Kombinasi beban struktur atas yang dipilih mengacu pada SNI 03-2847-2002 yaitu :

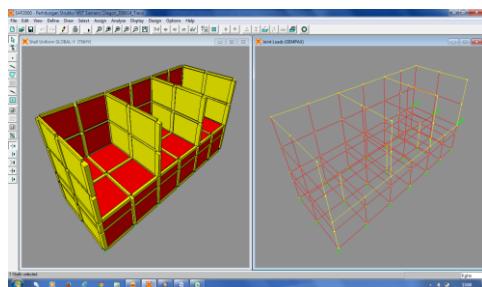
- Comb.1 = 1,40.DL
- Comb.2 = 1,20.DL + 1,60.LL
- Comb.3 = 1,20.DL + 1,00.LL + 1,00.E(x) + 1,30.W(x)
- Comb.4 = 1,20.DL + 1,00.LL + 1,30.E(x) + 1,00.W(x)
- Comb.5 = 1,20.DL + 1,00.LL + 1,30.E(y) + 1,00.W(y)
- Comb.6 = 1,20.DL + 1,00.LL + 1,00.E(y) + 1,30.W(y)

Dari hasil perhitungan 6 kombinasi beban tersebut dihasilkan reaksi perlletakan pondasi (support reaction) pada arah x, y dan z di setiap titik pondasi yang terdiri dari gaya vertikal, angkat, horizontal dan momen. Desain pondasi menggunakan kelompok tiang pancang beton yang dihitung daya dukungnya berdasarkan nilai N-SPT dan tekanan konus qc. Selain gaya reaksi perlletakan akibat beban struktur atas, pondasi juga direncanakan mampu menahan gaya gempa, gaya gesek negatif akibat material timbunan di atasnya dan sifat tanah setempat yang merupakan lanau kepasiran, pergeseran lateral kepala tiang, lendutan dan tekuk tiang pancang, penurunan, gaya angkat serta keruntuhan blok.

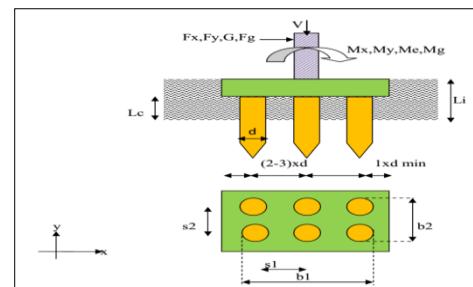
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi dan fasad bangunan harus tahan karat, asam, basa dan sulfat namun tetap mempertimbangkan keselarasan dengan bangunan dan lingkungan sekitarnya yang merupakan kawasan industri strategis dan obyek vital nasional di tepi pantai Cilegon, Jawa Barat. Konfigurasi struktur bangunan menggunakan sistem plat-balok untuk menahan beban vertikal. Sedangkan untuk menahan beban lateral digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) dari rangka beton bertulang dengan pondasi tiang pancang beton sehingga bangunan direncanakan terjepit lateral pada pondasi. Perhitungan gaya, momen, dimensi elemen struktur dan tulangan menggunakan program SAP 2000 versi 7.42 dan Microsoft Excel 2007. Struktur bangunan atas menggunakan beton K.300 dan tulangan baja ulir U.40, sedangkan

struktur bawah menggunakan tiang pancang beton persegi K.450 ukuran 25x25 cm². Hasil pemodelan struktur atas dan bawah disajikan dalam gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pemodelan struktur atas



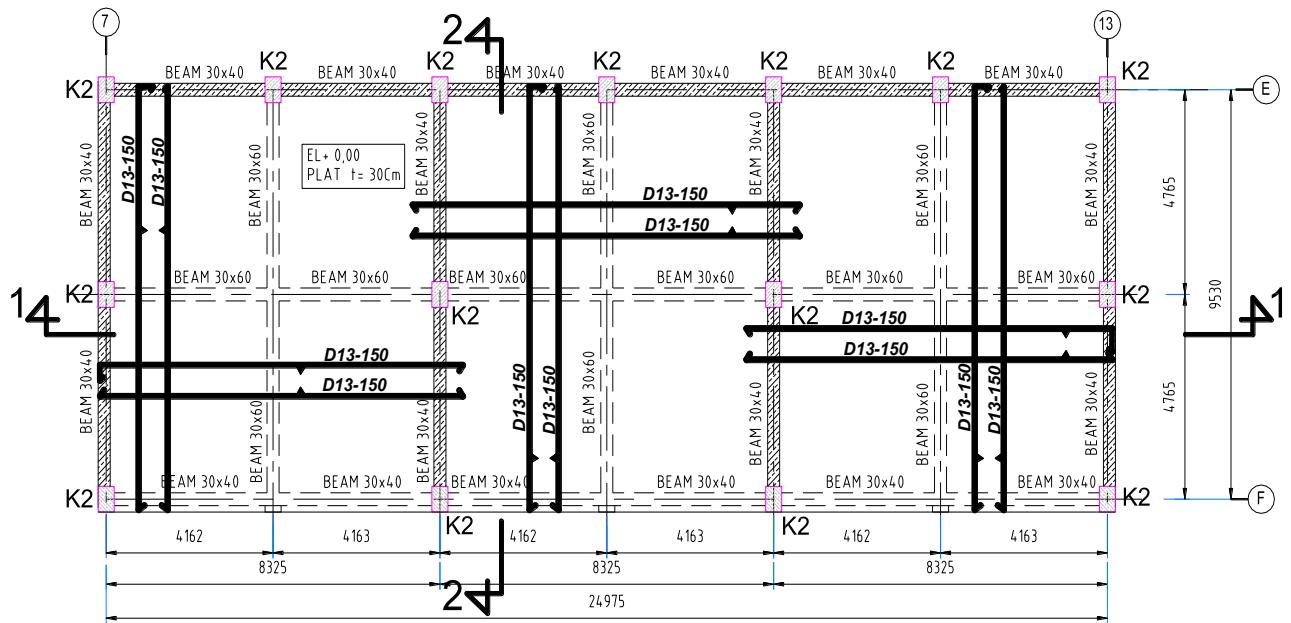
Gambar 2. Pemodelan struktur bawah

Tabel 1. Hasil perhitungan struktur atas

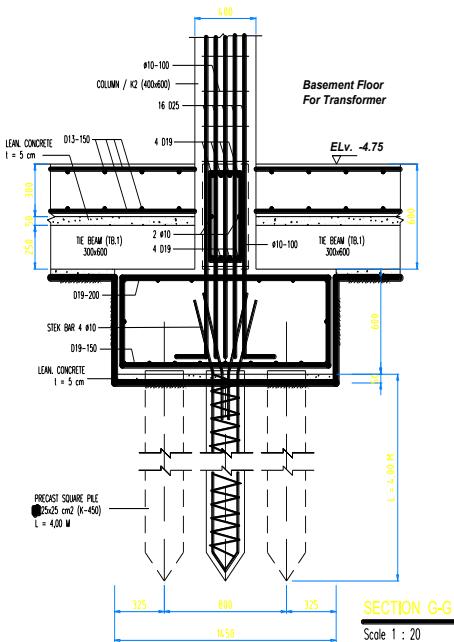
No	Komponen	Plat	Balok Induk	Balok Anak	Kolom
I.	Lantai dasar EL. ± 0.00				
a.	Ukuran	tebal = 0,30 m	0,30x0,60	0,30x0,40	0,40x0,60
b.	Tulangan pokok	D13-125 (dobel)	8D25	5D25	16D25
c.	Tulangan lateral	-	$\Phi 10-100$	$\Phi 10-150$	$\Phi 10-150$
II.	Lantai basement EL.-1.50				
a.	Ukuran	tebal = 0,20 m	0,30x0,60	0,30x0,40	0,40x0,60
b.	Tulangan pokok	D13-150 (dobel)	8D25	5D25	16D25
c.	Tulangan lateral	-	$\Phi 10-100$	$\Phi 10-150$	$\Phi 10-100$
III.	Lantai basement EL.-4.75				
a.	Ukuran	tebal = 0,20 m	0,30x0,60	0,30x0,40	0,40x0,60
b.	Tulangan pokok	D13-150 (dobel)	8D25	5D25	16D25
c.	Tulangan lateral	-	$\Phi 10-100$	$\Phi 10-150$	$\Phi 10-100$
IV.	Fire wall EL. ± 0.00				
a.	Ukuran	tinggi = 9,00 m tebal = 0,30 m	0,30x0,40	-	0,40x0,60
b.	Tulangan pokok	D13-150 (dobel)	5D25	-	16D25
c.	Tulangan lateral	-	D13-150	-	$\Phi 10-100$
V.	Dinding basement EL. ± 0.00 sd -4.75				
a.	Ukuran	tebal = 0,25 m	-	-	-
b.	Tulangan pokok rangkap	D13-150 (dobel)	-	-	-
c.	Tulangan lateral	-	-	-	-

Tabel 2. Hasil perhitungan struktur bawah

No	Komponen	Pile cap	Kolom/T.Pancang
I.	Pile cap		
a.	Ukuran	1,45x1,45x0,60	0,40x0,60
b.	Tulangan pokok atas	D19-200	-
c.	Tulangan pokok bawah	D19-150	-
d.	Tulangan pokok	-	16D25
e.	Tulangan lateral	-	Φ10-100
II.	Tiang pancang		
a.	Ukuran	-	0,25x0,25
b.	Jumlah dan panjang	-	5@4,00 m
c.	Tulangan pokok	-	4D13
d.	Tulangan lateral	-	Φ6-100
III.	Kestabilan pile group		
a.	Daya dukung ijin / tiang		34,89 ton
b.	Defleksi ijin		0,83 cm
c.	Momen kapasitas pile head		0,90 tm
d.	Penurunan total		9,84 cm
e.	FS keruntuhan blok		1,07



Gambar 3. Penulangan lantai dasar EL.±0.00



Gambar 4. Detail pondasi tiang pancang $25 \times 25 \text{ cm}^2$



Gambar 5. Pengecoran lantai, dinding dan fire wall

SIMPULAN

Struktur atas bangunan beton penyangga *power transformer* 80 MVA terdiri dari 3 ruang berbentuk meja yang masing-masing dipisahkan *firewall* beton setinggi 9 m dari *ground floor*. Setiap ruang mempunyai 3 lantai yaitu 1 lantai dasar dan 2 lantai basement. Struktur bawah bangunan menggunakan pondasi tiang pancang beton $0,25 \times 0,25 \text{ m}^2$ yang ditanam sedalam 7 m dari muka tanah rencana atau 4 m dari lantai *basement* ke dua. Aspek penurunan tanah menjadi hal utama yang perlu diwaspadai karena lokasi

bangunan terletak di dataran rendah dekat Samudera Indonesia dan Selat Sunda yang merupakan jalur pertemuan lempeng Asia dan Australia sehingga rawan terjadi gempa tektonik.

DAFTAR PUSTAKA

- Beton, WIKA, 2011, *PC Spun Pile Technical Specification*, WIKA, Jakarta.
- Christady, Hary, Hardiyatmo., 2006, *Teknik Pondasi Jilid 1 dan 2*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Departemen PU, 1989, *Tata Cara Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung*, SNI 03-1727-1989, Yayasan LPMB, Bandung.
- Ibid, 2003, *Perhitungan Beton Bertulang Tahan Gempa Indonesia*, SNI 03-2847-2002, Yayasan LPMB, Bandung.
- Electrical Engineering Services Centre, 2011, *Technical Requirement Standards for Civil and Structural Works or Transmission and Substation*, Electrical Engineering Services Centre, Jakarta.
- Siemens-KDL, 2014, *General Arrangement and Layout of KDL Blast Furnace Project*, PT KDL, Cilegon.
- Petrosol, 2012, *Soil Investigation Report for Main Transformer Substation IV*, PT KDL, Cilegon.
- Suyono, Nakazawa, 1984, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondas*, Pradnya Paramita, Jakarta.