

ANALISIS PENGURANGAN TIE-BEAM SEBAGAI OPTIMALISASI WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK TERMINAL BANDARA SEPINGGAN BALIKPAPAN

Agus Sugianto¹, Andi Marini Indriani²

^{1,2} Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Balikpapan
agus.fadhil@yahoo.co.id¹, marini_sabrina@yahoo.com.sg²

ABSTRAK

Proyek Pengembangan Bandara Internasional Sepinggan Balikpapan dikerjakan dengan waktu pelaksanaan yang sangat ketat, luas area sebesar 110.000 m², waktu pelaksanaan dengan segmen lahan yang bertahap selama 24 bulan memerlukan metode pelaksanaan struktur yang cepat dan tepat tanpa mengurangi kualitas dari pelaksanaan struktur. Banyak variasi metode yang dapat diterapkan dalam rangka mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan struktur, tetapi semua metode itu tentu berlandaskan kepada peraturan perencanaan gedung Indonesia dan peraturan lain yang berlaku secara internasional. Variasi metoda tersebut meliputi asumsi dalam melakukan model perhitungan dan metoda pelaksanaan. Penelitian dilakukan dengan cara analisis model 3D program komputasi ETABS 2013. Hasil analisis berupa *Output* dari Program ETABS sebagai dasar pemilihan metode pengurangan *Tie-Beam*. Model struktur terminal bandara Sepinggan adalah rangka terbuka (*open frame*) gaya lateral dipikul oleh kolom dan balok dimana plat lantai sebagai *rigid diaphragm* yang menyalurkan gaya *lateral* ke kolom. Plat lantai hanya menahan gaya gravitasi dari beban mati dan hidup. *Tie-beam* diperlukan untuk menahan perbedaan penurunan (*differential settlement*) dan pengaku pada kolom. Setelah dilakukan analisis tidak ada potensi perbedaan penurunan disebabkan Pondasi berada di tanah keras (*hard layer*) dengan *pre-boring*, kondisi tanah didominasi oleh tanah lempung kepasiran sampai tanah keras yang memiliki potensi penurunan sesaat (*immediately settlement*). Pemancangan dilakukan dengan metoda *in-jack pile* dengan gaya tekan 2x daya dukung pile. Struktur memiliki modul yang seragam 15 m x 15 m, sehingga tidak ada perbedaan gaya aksial pada kolom yang mengakibatkan adanya perbedaan penurunan. Loading test menunjukkan daya dukung tiang pancang *spun pile* diameter 600 mm. sebesar 110 ton dengan *safety factor* 3 dan nilai penurunan sesaat (*immediately settlement*) sebesar 1 mm. Optimalisasi dilakukan dengan menghilangkan *tie-beam* pada kolom tengah yang relative memiliki beban seragam. *Tie-Beam* tetap ada pada perimeter bangunan dan kolom yang memikul beban terpusat yang besar seperti rangka atap dan avio bridge.

Kata kunci : *open frame, Tie-Beam, immediately settlement. differential settlement.*

1. PENDAHULUAN

Tinjauan Umum

Proyek pengembangan Bandar Udara Internasional Sepinggan, Balikpapan merupakan salah satu dari sekian banyak proyek pengembangan bandara terbesar. Bandar Udara Internasional Sepinggan dapat dikatakan sebagai salah satu bandara tersibuk yang memiliki frekuensi penerbangan yang padat dan terus meningkat.

Bandara Sepinggan pada tahun 2010 melayani 5,1 juta penumpang dengan tingkat pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 16,6% dalam 5 tahun terakhir. Jumlah penumpang telah melampaui kapasitas terminal sehingga dapat mengganggu kenyamanan para pengguna jasa serta tidak kondusif bagi keselamatan dalam bidang penerbangan. Tabel 1. menunjukkan fasilitas yang tersedia untuk saat ini dan rencana pengembangan akan datang.

Tabel 1. Fasilitas dan Rencana Pengembangan Bandara Sepinggang

Fasilitas	Saat Ini	Yang Akan Datang
Terminal	14.547 m ²	110.000 m ²
Kapasitas	1.700.000 pax/th	10.000.000 pax/th
Area Komersil	3.908 m ²	33.000 m ²
Apron	100.372 m ²	131.372 m ²
Konsep Terminal	1 level	2 level
Aviobridge	-	11 unit
Check in Counter	25	72
Immigration Counter	2	8
Baggage Handling System	Manual	Shorter Conveyor with Barcode Reader
Baggage Claim Conveyor	3 unit	8 unit
Fasilitas	Saat Ini	Yang Akan Datang
Terminal	14.547 m ²	110.000 m ²
Kapasitas	1.700.000 pax/th	10.000.000 pax/th
Area Komersil	3.908 m ²	33.000 m ²
Apron	100.372 m ²	131.372 m ²
Konsep Terminal	1 level	2 level
Aviobridge	-	11 unit
Check in Counter	25	72
Immigration Counter	2	8
Baggage Handling System	Manual	Shorter Conveyor with Barcode Reader
Baggage Claim Conveyor	3 unit	8 unit
Sistem Oprasional Terminal	Manual	AIMS (Airport Integrated Master System)
Parkir	Saat Ini	Yang Akan Datang
Mobil	473 srp	2310 srp
Bis	14 srp	22 srp
Taksi	40 srp	120 srp
Motor	220 srp	300 p

(Sumber; Data Proyek Pengembangan Bandara Sepinggang /PPBIS Balikpapan)

Konsep Perencanaan Proyek

Konsep perencanaan secara umum pengembangan Bandar Udara Sepinggang mengacu pada dua hal dasar, pertama bandara ini direncanakan dapat menampung hingga 10 juta penumpang per tahun. Kedua mengacu kepada pengelolaan area dan alur penumpang yang efektif, efisien, dan memberikan kenyamanan bagi para pengguna jasa bandara. Gambar 1. memberikan gambaran *landside* perencanaan pengembangan Bandara Sepinggang.



Gambar 1. Landside Perencanaan Pengembangan Bandara Sepinggang

(Sumber; Dokumentasi Proyek Pengembangan Bandara Sepinggang /PPBIS Balikpapan)

Ruang Lingkup Pekerjaan Proyek

Bandara ini dibangun dalam 3 paket pembangunan. Paket pertama meliputi *design and build* gedung penunjang dan fasilitas-fasilitas bandara lainnya. Paket kedua meliputi pembangunan gedung terminal dan fasilitas penunjang lainnya. Paket ketiga meliputi pekerjaan infrastruktur dan fasilitas penunjang. Paket ketiga meliputi pekerjaan infrastruktur dan fasilitas penunjang.

Tahapan Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan proyek pembangunan bandara ini dibagi menjadi 3 tahap. Tahap pertama merupakan tahap pengerjaan paket I yang dimulai dengan *blocking area* antara area bandara existing dengan area proyek agar operasi bandara eksisting tidak terganggu. Tahap ini dilengkapi dengan pembangunan gedung penunjang baru yakni gedung kargo, EMPU (Ekspedisi Muatan Pesawat Udara), dan hanggar. Tahap pertama ini juga melakukan renovasi lantai 2 terminal lama, membuat jalan akses baru, membuat apron kargo. Pekerjaan paket I juga melakukan pembongkaran gedung penunjang eksisting yang ada di tapak bangunan terminal dan gedung parkir, membongkar gedung VVIP, dan pemindahan area parkir inap.

Tahap kedua merupakan pelaksanaan atau gabungan dari paket II dan paket III. Pembangunan gedung terminal baru (paket II), gedung parkir, pekerjaan jalan, *landscape*, dan *fly over* (paket III) terjadi pada tahap kedua ini.

Pelaksanaan Struktur Bangunan Terminal

Pada Gambar 2 menunjukkan Struktur Bangunan Proyek Pengembangan Bandara Internasional Sepinggang Balikpapan dikerjakan dengan struktur *open frame* beton bertulang konvensional, jarak antar kolom arah sumbu X (Timur-Barat) adalah 15,00 m. arah Y (Utara-Selatan) juga 15,00 m. bentang Atap Utama 60,00 m. Keseluruhan proses pelaksanaan dikerjakan sesuai dengan prosedur baik dalam pengujian material maupun pengujian dalam pelaksanaan sebagai upaya kontrol kualitas.



Gambar 2. Pelaksanaan Gedung Terminal Bandara Balikpapan
(Sumber; Dokumentasi Proyek Pengembangan Bandara Sepinggang /PPBIS Balikpapan)



Gambar 3. Pelaksanaan Gedung Terminal Bandara Balikpapan zone 1
(Sumber; Dokumentasi Proyek Pengembangan Bandara Sepinggang /PPBIS Balikpapan)



Gambar 4. Pelaksanaan Gedung Terminal Bandara Balikpapan zone 3
(Sumber; Dokumentasi Proyek Pengembangan Bandara Sepinggang /PPBIS Balikpapan)



Gambar 5. Pelaksanaan Gedung Terminal Bandara Balikpapan zone 5

(Sumber; Dokumentasi Proyek Pengembangan Bandara Sepinggan /PPBIS Balikpapan)

Gambar 3 menunjukkan pelaksanaan pembangunan Terminal Bandara pada zone 1, Gambar 4 menunjukkan pelaksanaan pembangunan Terminal Bandara pada zone 3, Gambar 5 menunjukkan pelaksanaan pembangunan Terminal Bandara pada zone 5,

Proses Pelaksanaan pekerjaan struktur banyak metoda yang dapat diterapkan dalam rangka mempercepat proses pelaksanaan pembangunan, tetapi semua metoda itu tentunya berlandaskan kepada semua peraturan perencanaan gedung Indonesia atau referensi lain yang berlaku secara internasional. Variasi metoda tersebut meliputi asumsi dalam melakukan modeling perhitungan dan metoda pelaksanaan dimungkinkan karena perkembangan teknologi material dan equipment yang sangat pesat.

Permasalahan

Permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan pembangunan Terminal Bandara ini adalah:

Bagaimana metoda pelaksanaan pekerjaan struktur yang dapat diterapkan untuk mempercepat proses pelaksanaan pembangunan dalam kondisi kesiapan lahan persegmen serta banyaknya jalur M/E yang tidak dapat diputus dan dipindahkan, tetapi semua metoda itu tentunya berlandaskan kepada semua peraturan perencanaan gedung Indonesia atau referensi lain yang berlaku secara internasional.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan sistem struktur karena kondisi tanah yang baik dengan tujuan mempercepat waktu pelaksanaan

Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini secara khusus adalah sebagai bahan masukan bagi perencana dan pelaksana konstruksi mengenai perilaku

Tie Beam, secara umum sebagai bahan referensi bagi dunia kerja dan pendidikan mengenai metode percepatan pelaksanaan dengan pengurangan struktur *Tie-Beam* yang dapat dilakukan dan diterapkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan analisis kondisi tanah berdasarkan hasil uji dan permodelan menggunakan analisis program komputasi permodelan ETABS 2013 - 3D. Hasil analisis yang diperoleh berupa Output dari Program ETABS sebagai dasar pemilihan metode pengurangan *Tie-Beam*.

3. PEMBAHASAN PENELITIAN

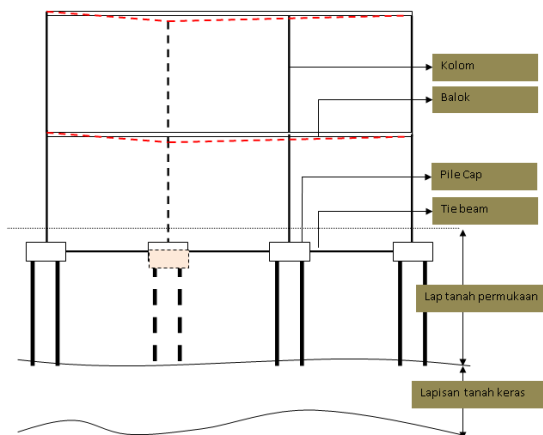
Kondisi Tanah

Kondisi tanah secara umum :

lapisan permukaan (0 sampai 3 m.) merupakan tanah pasir kelemungan dengan warna coklat muda keputih-putihan. Plastisitas rendah dan kepadatan sedang. Lapisan kedua (3 sampai 6 m.) merupakan tanah lempung kepasiran dengan sisipan batu bara. Bersifat lepas dengan kepadatan sedang sampai sangat padat. Lapisan ketiga yang merupakan lapisan tanah keras (*hard layer*).

Modeling Struktur

Model struktur terminal Bandara Sepinggan adalah Rangka terbuka (*open frame*) dengan asumsi gaya *lateral* dipikul oleh kolom dan balok dimana plat lantai sebagai *rigid diaphragma* yang menyalurkan gaya lateral ke kolom. Plat lantai hanya menahan gaya gravitasi dari beban mati dan hidup. *Tie-Beam* diperlukan untuk menahan perbedaan penurunan (*differential settlement*) dan pengaku kolom.



Permodelan struktur dilakukan dengan bantuan software 3D ETABS 2013 dengan data pembebanan sesuai beban rencana. Perhitungan terhadap beban

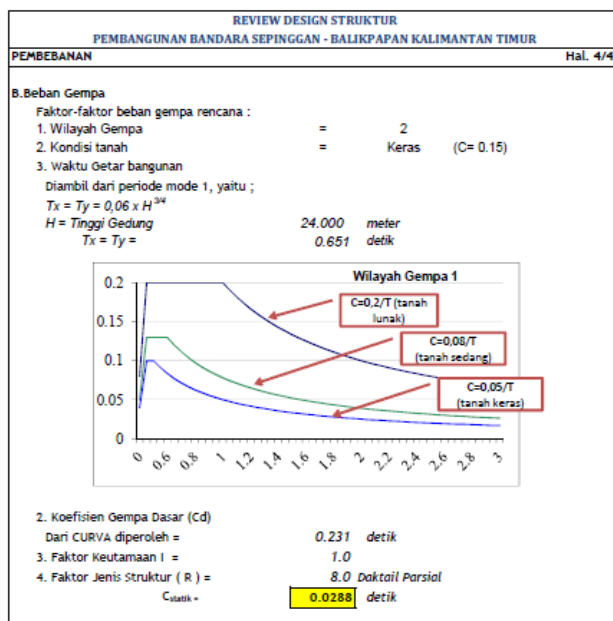
Gempa juga dilakukan untuk gempa wilayah 2 sesuai SNI Gempa 1726. Hasil permodelan ditampilkan dalam Gambar permodelan ditampilkan dalam Gambar 4. berupa review desain struktur terhadap pembebanan dan Gambar 5. Pembebanan akibat Gempa pada zona 2.

Hasil Permodelan Struktur

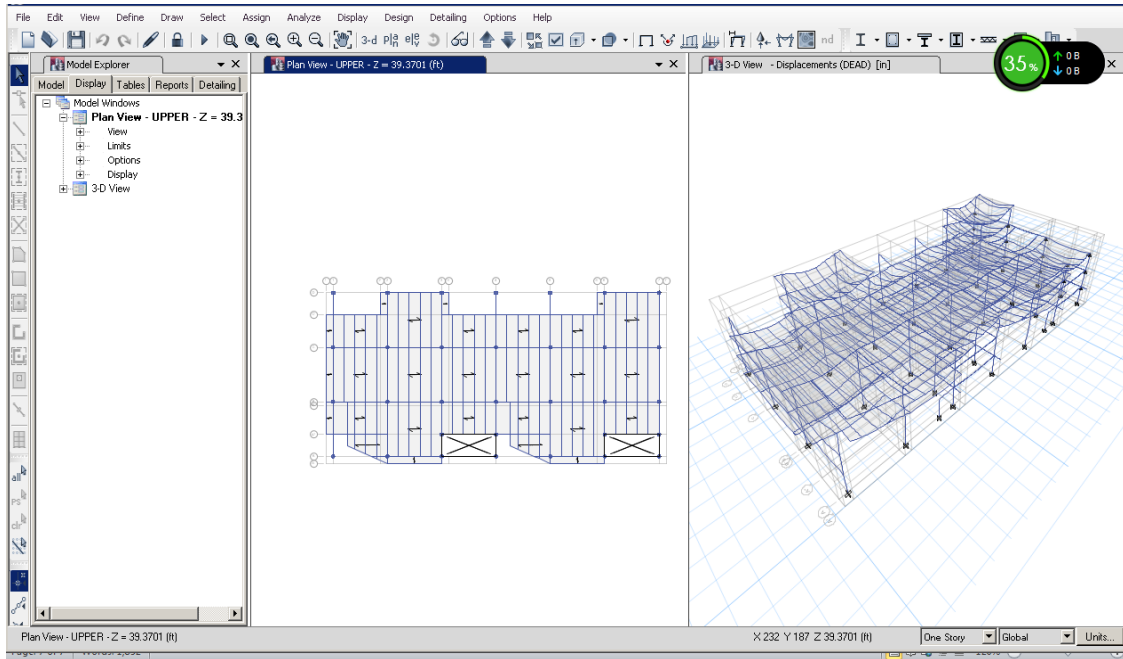
Permodelan struktur dilakukan dengan bantuan software 3D ETABS 2013 dengan data pembebanan sesuai beban rencana. Perhitungan terhadap beban Gempa juga dilakukan untuk gempa wilayah 2 sesuai SNI Gempa 1726. Hasil permodelan ditampilkan dalam Gambar 4. berupa review desain struktur terhadap pembebanan dan Gambar 5. Pembebanan Gempa.

REVIEW DESIGN STRUKTUR			
PEMBANGUNAN BANDARA SEPINGGAN - BALIKPAPAN KALIMANTAN TIMUR			
			Hal. 2/4
A. Beban Vertikal			
1. PELAT LANTAI 1 SD 3			
a. Beban Mati			
- Pelat Beton 1 = 10cm	=	0.1 x 2400	= 240 kg/m ²
- Spesi	=	5X21	= 105 kg/m ²
- Penutup Lantai	=	2X24	= 48 kg/m ²
- Platond, Mechanical Elektrikal	=		= 35 kg/m ²
- Lain-lain	=		= 24 kg/m ²
		qDL	= 452 kg/m ²
			212
b. Beban Hidup			
- Portal analysis	=	0,8x250	= 200 kg/m ²
- E. Quake analysis	=	0,8x250	= 200 kg/m ²
2. PELAT ATAP DAAG BETON			
a. Beban Mati			
- Pelat Beton 1 = 10cm	=	0.1 x 2400	= 240 kg/m ²
- Finishing/WATERPROOFING	=		= 125 kg/m ²
- Platond-Mekanical Elektrikal	=		= 35 kg/m ²
		qDL	= 400 kg/m ²
			160
b. Beban Hidup			
- Portal analysis	=	0,8x150	= 160 kg/m ²
- E. Quake analysis	=	0,8x150	= 160 kg/m ²
3 SUPPORT REACTION			
	Joint 1	force x	force y
	1 (SL)	18,183.19	11,292.81
	2 (LL)	58,667.70	37,800.00
	3 (comb)	76,850.88	49,092.81
	Joint 38	force x	force y
	1 (SL)	-18183.19	11,140.34
	2 (LL)	-58667.70	37,800.00
	3 (comb)	-76850.88	48,940.34

Gambar 4. Review desain struktur terhadap pembebanan.



Gambar 5. Pembebanan Gempa



Gambar 6. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-1

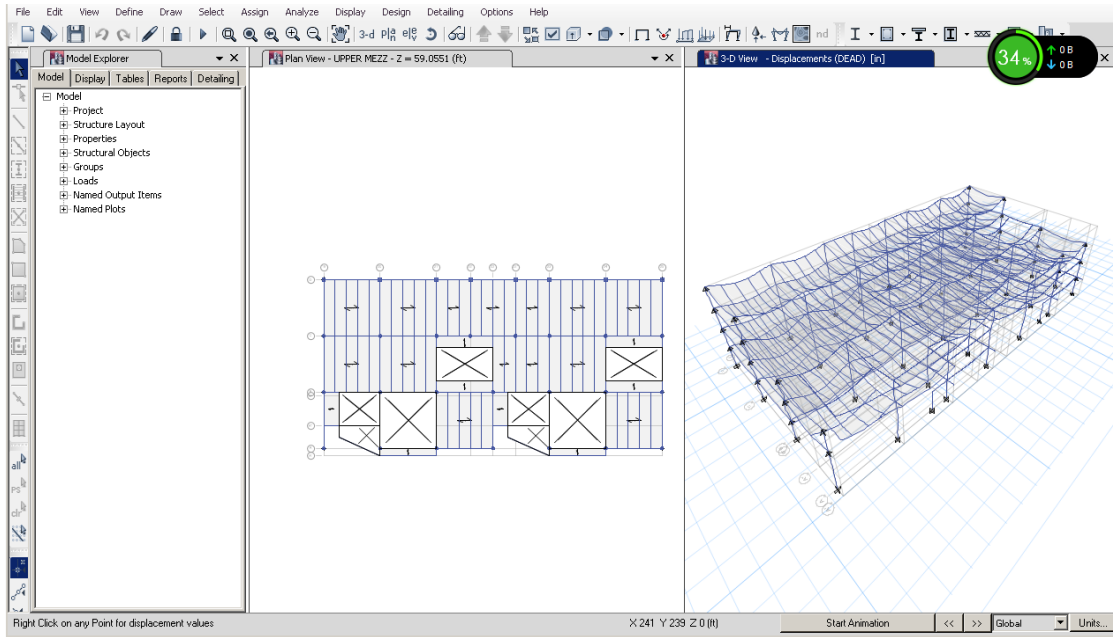
Tabel 2. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-1

RESUME GAYA DALAM KOLOM
PEMBANGUNAN TERMINAL BANDARA SEPINGGAN
BLOCK - 1

NO	TYPE KOLOM	LOKASI	LANTAI	LOAD COMBO 1.2 DL + 1.6 LL						LOAD COMBO (1.2 DL + 0.5 LL + 1 Ex + 0.3 Ey) & (1.2 DL + 0.5 LL + 0.3 Ex + 1 Ey)						KETERANGAN
				P	V2	V3	T	M2	M3	P	V2	V3	T	M2	M3	
				KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M	
1	K.1-1 & K.1-2 (K-100X100)	AS - D	DASAR	-5195	141	230	-24	-648	-415	-4597	134	236	-29	592	-346	
2	K.1-1 & K.1-2 (K-90X90)	AS - D	MEZZANINE	-3793	224	312	-32	879	638	-3359	205	294	-37	815	585	
3	K.1-1 & K.1-2 (K-80X80)	AS - D	UPPER	-2404	160	370	-37	916	493	-2165	138	336	-38	825	427	
4	K.1-2 (K-80X80)	AS - D	UPPER MEZZ	-1068	-349	262	-8	707	-945	-958	-297	262	-17	721	-785	
1	K.1-3 & K.1-4 (D110)	AS - C	DASAR	-12102	45	-41	2	125	-738	-10118	41	70	-6	261	-569	PADA AS C BEBAN AXIAL YG TERJADI BESAR SHG PERLU DIRUBAH MJD D130
2	K.1-3 (D100)	AS - A,B	DASAR	-8095	103	-172	14	500	-312	-6784	83	-133	15	394	-269	
3	K.1-3 & K.1-4 (D90)	AS - A,B,C	MEZZANINE	-8226	91	-157	14	458	781	-6928	66	-128	21	376	629	
4	K.1-3 & K.1-4 (D80)	AS - A,B,C	UPPER	-4697	-393	-221	22	-640	839	-4028	-324	-188	25	-536	697	
5	K.1-4 (D80A)	AS - C	UPPER MEZZ	-1024	242	-248	-6	-656	624	-920	245	-207	-4	-531	628	

NOTE :
- UNTUK **BLOCK-2** SECARA PRINSIP MODEL DAN PEMBEBANAN TYPICALY, SEHINGGA GAYA-GAYA DALAMNYA BISA DISAMAKAN DENGAN RESUME **BLOCK - 1** DI ATAS

Gambar 6 menunjukkan permodelan struktur 3D berdasarkan review desain dengan menghilangkan *Tie-Beam* pada area tengah bangunan Block-1 dan Tabel 2 menunjukkan nilai dari gaya yang bekerja pada kolom Block-1. Momen yang terjadi pada K.1-3 dan K.1-4 as C lantai Ground sebesar -12102 kN.m, sehingga menyebabkan kolom diperbesar dimensinya dari diameter 100 cm menjadi diameter 130 cm.



Gambar 7. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-4

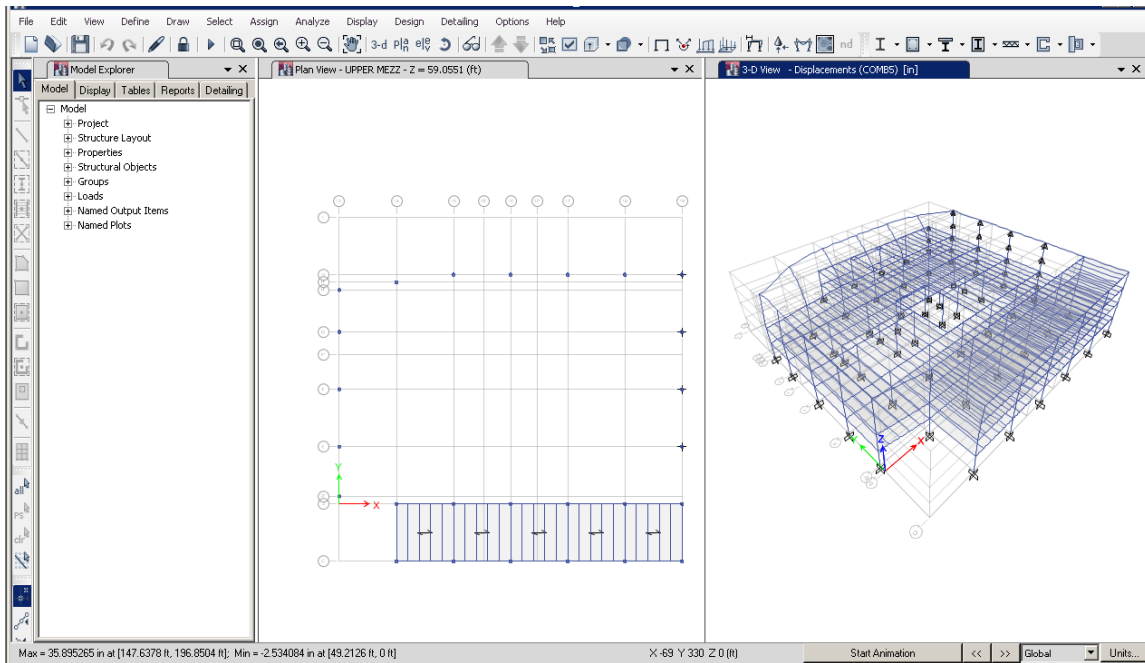
Tabel 3. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-4

RESUME GAYA DALAM KOLOM
PEMBANGUNAN TERMINAL BANDARA SEPINGGAN
BLOCK - 4

NO	TYPE KOLOM	LOKASI	LANTAI	LOAD COMBO						LOAD COMBO						KETERANGAN
				1.2 DL + 1.6 LL						1.2 DL + 0.5 LL ± 1 Ex ± 0.3 Ey & 1.2 DL + 0.5 LL ± 0.3 Ex ± 1 Ey						
				P	V2	V3	T	M2	M3	P	V2	V3	T	M2	M3	
1	K.4.4 (D100)	AS - D	DASAR	-7181	-88	161	-1	-455	252	-5986	74	133	-1	-369	-210	(PADA AS INI GAYA DALAM 2X LIPAT) KRAN PENGARUH BEBAN DI BLOCK 6 TUMPUAN ATAP UTAMA
2	K.4.4 (D90)	AS - D	MEZZANINE	-5412	-131	237	1	669	-380	-4483	109	194	0.5	546	316	
3	K.4.4 (D80)	AS - D	UPPER	-3642	-96	193	-0.5	556	-285	-2986	78	153	-0.5	446	-234	
4	K.4.4 (D80)	AS - D	UPPER MEZZ	-1853	-123	261	-5	698	-352	-1484	-99	238	1	624	-281	
1	K.4.4 (D100)	AS - C	DASAR	-12897	199	54	-0.4	-144	-568	-10721	162	50	-1	-126	-459	DIMENSI PERLU DIRUBAH MENJADI D110
2	K.4.4 (D90)	AS - C	MEZZANINE	-8925	271	46	-0.5	135	803	-7474	220	40	-0.2	120	651	
3	K.4.4 (D80)	AS - C	UPPER	-5286	216	-76	1	253	607	-4499	176	-57	-1	195	495	
4	K.4.4 (D80)	AS - C	UPPER MEZZ	-1619	187	-283	-4	-799	627	-1442	162	-220	1	-595	534	
1	K.4.3 (D100)	AS - B. A	DASAR	-7685	65	-167	23	484	-172	-6483	62	-133	20	386	-158	
2	K.4.3 (D90)	AS - B. A	MEZZANINE	-5678	92	-176	-16	-559	-341	-4781	69	-142	-13	-450	-264	
3	K.4.3 (D80)	AS - B. A	UPPER	-2532	172	-176	-3	-532	-537	-2184	151	-148	-2	451	-457	

NOTE :
- UNTUK **BLOCK-3 DAN 5** SECARA PRINSIP MODEL DAN PEMBEBANAN TYPICALY, SEHINGGA GAYA-GAYA DALAMNYA BISA DISAMAKAN DENGAN RESUME **BLOCK - 4** DI ATAS

Gambar 7 menunjukkan permodelan struktur 3D berdasarkan review desain dengan menghilangkan *Tie-Beam* pada area tengah bangunan Block-4 dan Tabel 3 menunjukkan nilai dari gaya yang bekerja pada kolom Block-4. Momen yang terjadi pada K.4-4 as C lantai Ground sebesar -12897 kN.m. sehingga menyebabkan kolom beam diperbesar dimensinya dari diameter 100 cm menjadi diameter 110 cm.



Gambar 8. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-6

Gambar 8 menunjukkan permodelan struktur 3D berdasarkan review desain dengan menghilangkan *Tie-Beam* pada area tengah bangunan Block-6 dan Tabel 4 menunjukkan nilai dari gaya yang bekerja pada kolom Block-6. Momen yang terjadi pada K.6-1 as H,H',H'' lantai Upper sebesar 4403 kN.m. dan pada K.6-1 as H,H',H'' lantai Upper Mezzanine sebesar 2173 kN.m. sehingga menyebabkan kolom diperbesar dimensinya dari diameter 80 cm menjadi diameter 130 cm.

Tabel 4. Resume Gaya pada Kolom Beton Block-6

RESUME GAYA DALAM KOLOM
PEMBANGUNAN TERMINAL BANDARA SEPINGGAN

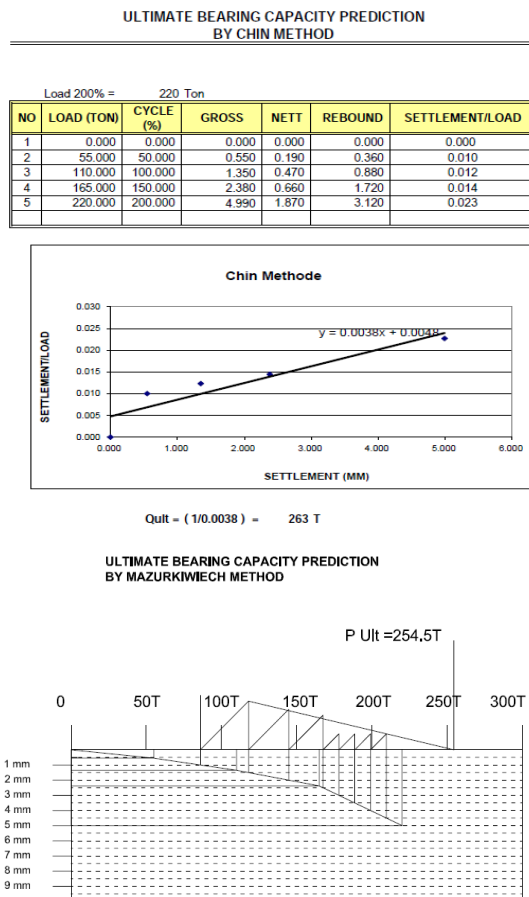
BLOCK - 6

NO	TYPE KOLOM	LOKASI	LANTAI	LOAD COMBO						LOAD COMBO						KETERANGAN
				1.2DL+1.6LL						(1.2DL+0.5LL±1Ex±0.3Ey) & (1.2DL+0.5LL±0.3Ex±1Ey)						
				P	V2	V3	T	M2	M3	P	V2	V3	T	M2	M3	
KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M					
1	K.6-1 (D80)	AS - H,H',H'' (TUMP. ATAP UTAMA)	DASAR	-7361	-121	100	-1	-288	337	-5964	-94	59	1	-173	283	
2	K.6-1 (D80)	AS - H,H',H'' (TUMP. ATAP UTAMA)	MEZZANINE	-4418	-256	-175	15	616	-662	-3454	-177	116	4.2	345	-516	
3	K.6-1 (D80)	AS - H,H',H'' (TUMP. ATAP UTAMA)	UPPER	-677	115	376	14.9	4403	537	-334	-30	11	54.9	89	-231	MOMEN YANG TERJADI BESAR AKIBAT REAKSI DARI ATAP UTAMA, SHG DIMENSI KOLOM PERLU DIRUBAH MENJADI D130
4	K.6-1 (D80)	AS - H,H',H'' (TUMP. ATAP UTAMA)	UPPER MEZZ	-582	115	376	-445	2173	-743	-249	-37	11	55	-50	140	
1	K.6-3 (D80)	AS I, G, F, E	DASAR	-6502	-278	110	1.9	-309	780	-5412	-226	76	2	-229	641	
2	K.6-3 (D80)	AS I, G, F, E	MEZZANINE	-3724	318	206	-3.0	599	1236	-3025	275	160	3.1	462	1043	

NOTE:

- UNTUK **BLOCK-7 DAN 8** SECARA PRINSIP MODEL DAN PEMBEBANAN TYPICALY, SEHINGGA GAYA-GAYA DALAMNYA BISA DISAMAKAN DENGAN RESUME **BLOCK - 6** DI ATAS
- PERHATIAN KHUSUSNYA PADA AS H, DIMANA KOLOM TERSEBUT DITUMPU OLEH ATAP UTAMA, DAN KONDISINYA **FREE STANDING 12 M.**
- FONDASI PADA AS H MENERIMA MOMEN YG BESAR

Tabel 5. *Ultimate Bearing Capacity Prediction by Chin Method*



Setelah dilakukan analisis tidak ada potensi perbedaan penurunan disebabkan karena :

- Pondasi aman dari penurunan karena berada ditanah keras (adanya *pre-boring*), dengan kata lain tiang pancang masuk dalam lapisan tanah keras (*hard layer*).
- Kondisi tanah didominasi oleh tanah lempung kepasiran yang hanya memiliki potensi penurunan sesaat (*immediately settlement*), berarti setelah proses pemancangan tidak ada lagi penurunan. Pemancangan dilakukan dengan metoda *in-jack pile* dengan gaya tekan 2x daya dukung pile.

Struktur memiliki modul yang seragam yaitu 15 x 15 m, sehingga

- tidak ada perbedaan gaya aksial (gaya tekan) pada kolom yang mengakibatkan adanya perbedaan penurunan.
- Hasil *loading test* yang dilakukan menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dimana daya

dukung tiang pancang *spun pile* diameter 600 mm adalah sebesar 110 ton dengan *safety factor* 3 dan menunjukkan nilai penurunan sesaat (*immediately settlement*) sebesar 1 mm.

Optimalisasi dapat dilakukan dengan:

- Menghilangkan tie-beam pada kolom tengah yang relative memiliki beban yang seragam, dan meningkatkan kekakuan kolom.
- Tie beam tetap ada pada perimeter bangunan dan kolom yang memikul beban terpusat yang besar seperti rangka atap dan avio bridge.

Percepatan Waktu Konstruksi

Akibat dari kondisi tersebut di atas maka akan terjadi percepatan waktu konstruksi selama kurang lebih 30 hari. Disamping itu ada pengurangan resiko akan terganggunya jaringan *existing* di bawah tanah saat pelaksanaan pekerjaan *sub structure*.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa langkah percepatan waktu konstruksi dengan jalan menghilangkan *Tie-Beam* pada kolom tengah dapat dilakukan karena tidak ada potensi perbedaan penurunan disebabkan oleh :

Pondasi aman dari bahaya penurunan karena berada di dalam lapisan tanah keras (*hard layer*).

- Kondisi tanah didominasi oleh tanah kepasiran yang memiliki potensi penurunan sesaat (*immediately settlement*).
- Struktur memiliki modul yang seragam yaitu 15 x 15 m, sehingga tidak ada perbedaan gaya aksial (gaya tekan) pada kolom yang mengakibatkan adanya perbedaan penurunan.
- Hasil *loading test* yang dilakukan menunjukkan daya dukung tiang pancang *spun pile* diameter 600 mm sebesar 110 ton dengan *safety factor* 3 dan menunjukkan nilai penurunan sesaat (*immediately settlement*) sebesar 1 mm.

DAFTAR PUSTAKA

[1] American Concrete Institute (1997) *ACI DESIGN HANDBOOK, Designed of Structural Reinforced Concrete Elements in Accordance with the Strengh Design Methode of ACI 318-95*

[2] *Dipohusodo, I (1999) Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK-SNI-T-15-1991-03.* Departemen Pekerjaan Umum RI, PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.

-
- [3] Nawy, Edward G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Refika Aditama. Bandung
 - [4] Park, R. and T. Paulay (1975). *Reinforced Concrete Structures*. John wiley & sons, New York, US.
 - [5] Wang, Chu-Kia., Charles G. Salmon. (1985). *Reinforced Concrete Design (Fourth edition)*. Harper & Row Publishers. New York.
 - [6] Watanabe, Ken., Mitsuyasu Iwanami, Hiroshi Yokota, and Junichiro Niwa, (2002). *Estimation of The Localized Compressive Failure Zone of Concrete by AE Method*. Proceeding of the 1st fib Congress, Osaka, Session 13, October 2002, pp.117-124.
 - [7] Wight, James K., James G. MacGregor. (2009). *Reinforced Concrete Mechanics & Desain (Fifth Edition)*. Pearson Prentice Hall. New Jersey.
 - [8] Zararis, Prodomoros D., Ioannis P. Zararis. (2008). *Shear Strength of Reinforced Concrete Beams under Uniformly Distributed Loads*. *ACI Structural Journal*, November - Desember 2008.