



**ANALISIS PERBANDINGAN STRUKTUR ATAS DENGAN STRUKTUR GABUNGAN PADA PERANCANGAN STRUKTUR MENARA SUAR YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN VTS (VESSEL TRAFFIC SERVICES) TANJUNG JABUNG**

**Heri Yanuar Tabar, Ignatius Sudarsono, Fauzia Mulyawati**  
**Universitas Langlangbuana Bandung**

Email : heri.yanuar.t@gmail.com, ignazsd2@gmail.com, ocidfauzia@gmail.com

---

**Abstrak**

Menara suar Tanjung Jabung merupakan menara suar dengan ketinggian 40m yang terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Perencanaan struktur bangunan tetap mengacu pada standar Kementerian Perhubungan. Jurnal ini berfokus pada perubahan-perubahan yang terjadi pada struktur setelah analisis struktur (struktur atas dan bawah) yang digabungkan pada perancangan struktur bangunan menara suar yang di kombinasikan fungsinya dengan menara VTS (Vessel Traffic Services). Desain struktur bangunan untuk kombinasi fungsi menara dengan desain sistem rangka ganda dengan acuan SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Analisis gempa menggunakan analisis statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (Koreksi). Analisis beban tsunami mengacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Analisis struktur atas dan struktur gabungan menggunakan aplikasi ETABS, analisis struktur bawah untuk analisis tiang tunggal menggunakan ENSOFT LPile dan analisis grup pile menggunakan ENSOFT Group Pile. Dari hasil analisis struktur gabungan diperoleh perubahan-perubahan pada partisipasi massa, periode desain, koefisien respon seismik, berat seismik efektif, gaya geser gempa statik ekuivalen, gaya geser gempa dynamic response spectrum dan perubahan pada p-delta.

**Kata kunci:** Analisis Struktur, Menara Suar Kombinasi, Struktur Gabungan, VTS..

**Abstract**

*Tanjung Jabung lighthouse is a lighthouse tower with a height of 40m located in East Tanjung Jabung Regency, Jambi Province. Planning of building structures still refers to the standards of the Ministry of Transportation. This journal focuses on the changes that occur in the structure after the analysis of the structure (upper and lower structures) which are combined in the design of the structure of the lighthouse which is combined with its function with the VTS (Vessel Traffic Services) tower. Design of building structures for a combination of tower functions with a double frame system design with reference to SNI 2847:2019 concerning Requirements for Structural Concrete for Buildings. Earthquake analysis uses equivalent static analysis based on SNI 1726:2019 concerning Procedures for Planning Earthquake Resistance for Building and Non-Building Structures (Correction). The tsunami load analysis refers to SNI 1727:2020 concerning Minimum Design Loads and Related Criteria for Buildings and Other Structures. Analysis of the superstructure and combined structure using the ETABS*

---

*application, analysis of the substructure for single pile analysis using ENSOFT LPile and pile group analysis using ENSOFT Group Pile. From the results of the combined structure analysis obtained changes in mass participation, design period, seismic response coefficient, effective seismic weight, equivalent static earthquake shear, dynamic response spectrum earthquake shear and changes in p-delta*

**Keywords :** *Structural Analysis, Combination Lighthouse, Combined Structure, VTS*

---

## **PENDAHULUAN**

Guna mendukung keselamatan, keamanan dan kelancaran pelayaran maka, dibutuhkan Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran (SBNP). Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran adalah peralatan atau sistem yang berada di luar kapal yang didesain dan dioperasikan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi bernavigasi kapal dan/atau lalu lintas kapal (Kementerian Perhubungan, 2011).

Jenis-jenis SBNP bermacam-macam seperti menara suar, rambu suar, pelampung suar, tanda siang atau day mark, rambu radio, rambu radar (radar beacon) dan Sistem Identifikasi Otomatis (Automatic Identification System/AIS) (ANDRI, 2019).

Struktur bangunan sebuah mercusuar umumnya terbuat dari material rangka baja siku, pasangan batu, pasangan bata dan beton bertulang. Direktorat Kenavigasian telah mengeluarkan standar bangunan mercusuar dengan tinggi menara yang bervariasi mulai dari menara suar dengan tinggi 10 m hingga menara suar dengan tinggi 40 m dan sistem struktur yang digunakan adalah sesuai dengan SNI 2847:2019 adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus atau SRPMK (Lailatul, 2019).

Berbeda dengan bangunan menara suar, Direktorat Kenavigasian belum mengeluarkan standar bangunan untuk menara VTS, tentunya ada syarat-syarat tertentu yang harus dapat dipenuhi oleh sebuah bangunan menara VTS. Diantaranya adalah harus dapat mengakomodir peralatan-peralatan VTS seperti radar, antena, baterai, komputer dan peralatan-peralatan lainnya, serta harus mempunyai ruangan yang dapat mengakomodir operator-operator VTS saat bekerja dan harus berada di ketinggian tertentu serta tentu ruang operator VTS harus mempunyai jarak visual yang sesuai dengan kondisi lokasi dimana menara VTS tersebut dibangun (Hakim, 2010). Sehingga, dalam perhitungan pembebanannya tentu akan berbeda dengan menara suar yang biasa (Khozin et al., 2008).

Selain itu, menara VTS harus dilengkapi sarana lift untuk kemudahan akses para operator VTS ke ruangan kerjanya yang dalam hal ini berada pada ketinggian tertentu. Dengan adanya lift yang membutuhkan corewall sebagai strukturnya maka, sistem struktur bangunan yang digunakan pun berubah, dari SRPMK menjadi sistem ganda, dan sistem ini sejauh pengetahuan penulis, khususnya di Indonesia, belum terdapat perancangan atau penelitian tentang menara suar atau penggabungan dengan struktur menara VTS dimana struktur dengan sistem ganda tersebut seringkali terdapat pada bangunan gedung (Afwa & Dacrea, 2008; Eka Partama, 2019; H. Eka, 2011).

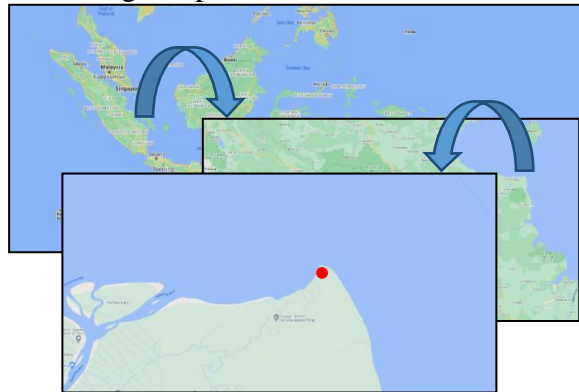
Menara VTS seringkali didapati di pelabuhan-pelabuhan utama atau besar dan atau pada wilayah yang mempunyai lalu lintas kapal yang padat. Karena letak menara VTS berada di pinggir pantai, maka pada perhitungan pembebanan perlu disertakan pembebanan tsunami dan angin ekstrim (Bandara & Dias, 2012; Rifqi et al., 2019; Wahid & Habibella, 2016).

Pada skripsi yang berjudul “Perancangan Struktur Menara Suar Yang Dikombinasikan Dengan VTS (Vessel Traffic Services) TANJUNG JABUNG” diperoleh desain perancangan struktur untuk kombinasi menara suar dengan menara VTS. Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan dan perubahan-perubahan yang terjadi pada struktur secara keseluruhan yang diperoleh dari analisis struktur atas dan struktur gabungan

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti pada studi ini bersifat deskriptif dan menggunakan analisis. Sehingga metode penelitian yang digunakan termasuk ke dalam kategori deskriptif kuantitatif. Lokasi penelitian berada di Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi. Akses menuju lokasi Menara Suar Tanjung Jabung dapat ditempuh dalam beberapa tahapan perjalanan, yaitu dari pusat Kota Jambi menuju pelabuhan speed melalui jalur darat selama  $\pm 3$  Jam, selanjutnya dari Pelabuhan Speed menuju Desa Itik ditempuh melalui jalur Laut/ Sungai dengan lama perjalanan  $\pm 2$  jam dan dilanjutkan dengan perjalanan darat menuju lokasi Menara Suar Tanjung Jabung dengan lama perjalanan  $\pm 30$  menit.

Metode pengambilan data dalam penelitian ini didapatkan dari wawancara, focus group discussion dan analisis dokumen. Tidak terdapat data primer pada penelitian ini, seluruh data sekunder yaitu data tanah dan angin diperoleh dari PT. Delta Maratama Globalindo.



**Gambar 1 Diagram Alir Kegiatan  
Sumber: Hasil Analisis**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **1. Analisis Struktur Atas**

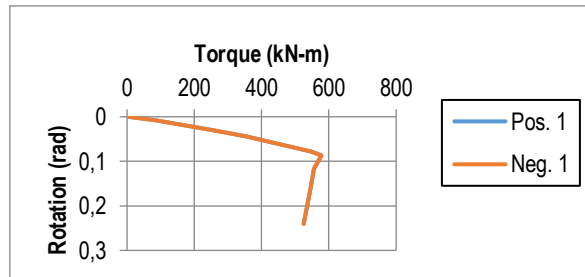
##### **a. Analisis Modal**

Analisis modal bertujuan untuk mengetahui perioda atau waktu alami struktur dan mengevaluasi perioda yang didapat dengan perioda ketentuan pada SNI 1726-2019 (NUGRAHA, 2021). Nilai perioda alami gedung didapat setelah semua beban yang membebani struktur dengan syarat-syarat yang berlaku. Prosedur analisis modal dijelaskan berdasarkan poin-poin dibawah ini.

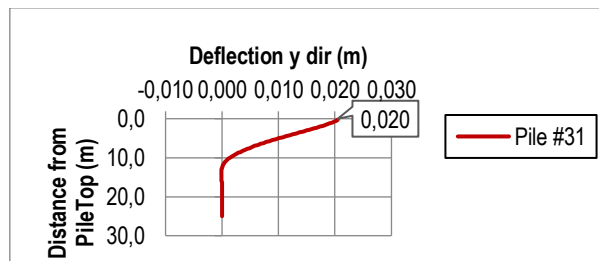
##### **b. Partisipasi Massa**

Pada SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1 disebutkan bahwa, analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur (SETIAWAN, 2021). Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari massa struktur. Sebagai alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90 % dari massa aktual, hal ini agar beban gempa dapat terwakili. Pada running analisis dicoba dengan menggunakan 100 mode pada analisis dan diperoleh massa ragam terkombinasi diatas diatas 90% pada mode 44. Hingga mode

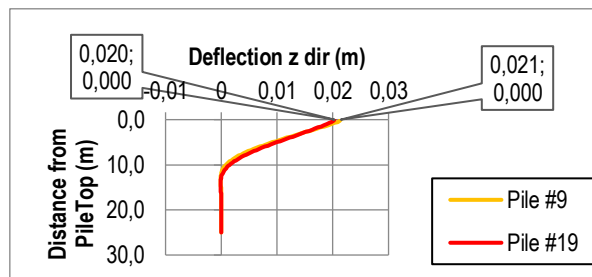
ke 100 tidak terdapat perubahan partisipasi massa yang signifikan (Sholeh, 2021). Berikut ini adalah hasil running analisis partisipasi massa ragam pada struktur Menara Suar Kombinasi VTS Tanjung Jabung .



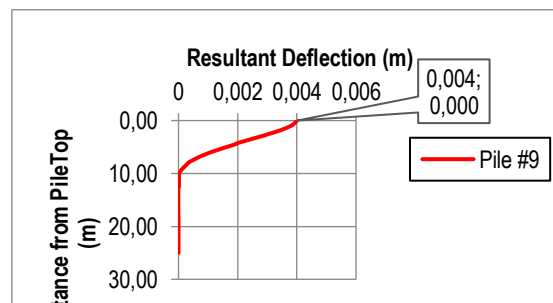
**Gambar 1. Torsi dan rotasi**



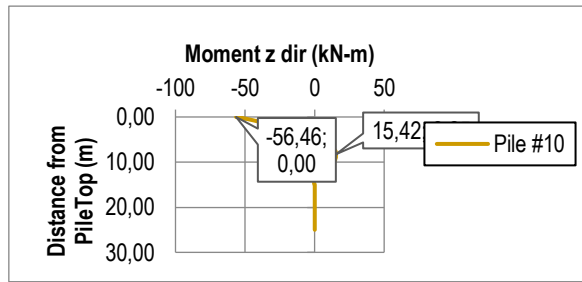
**Gambar 2. Defleksi arah y**



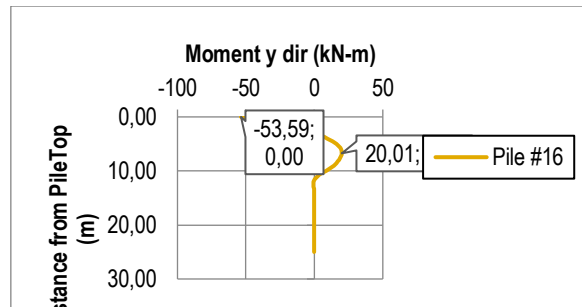
**Gambar 3. Defleksi arah z**



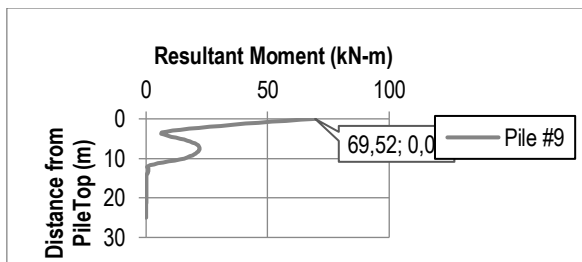
**Gambar 4. Resultan Defleksi**



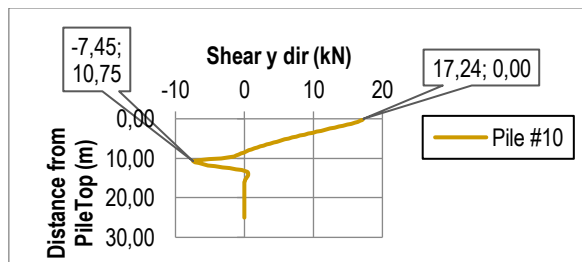
**Gambar 5. Momen arah z**



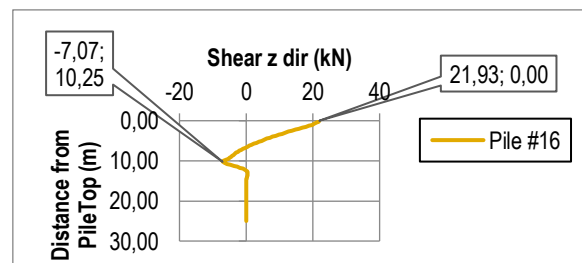
**Gambar 6. Momen arah y**



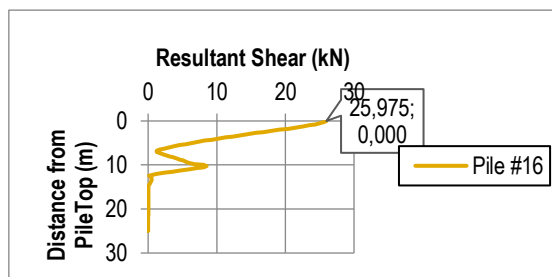
**Gambar 7. Resultan momen**



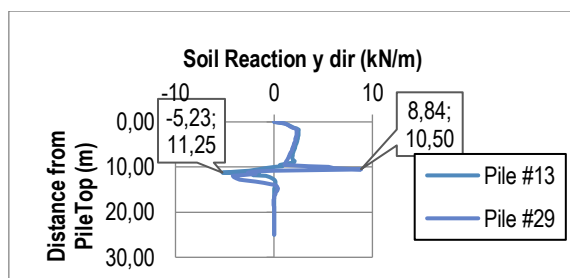
**Gambar 8. Gaya geser arah y**



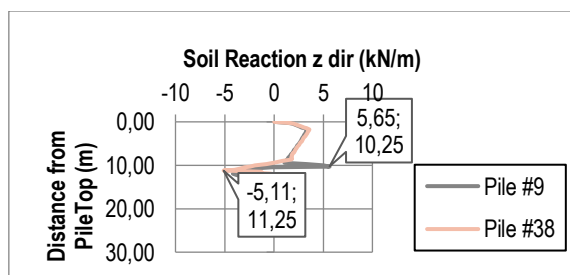
**Gambar 9. Gaya geser arah z**



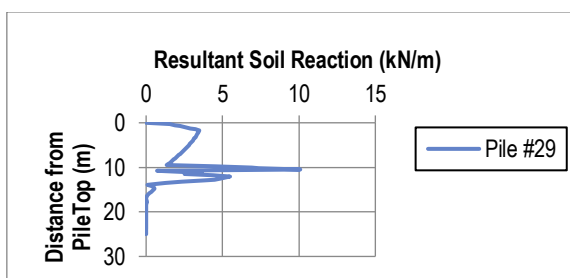
Gambar 10. Resultan gaya geser



Gambar 11. Soil reaction arah y



Gambar 12. Soil reaction arah z



Gambar 13. Resultan soil reaction

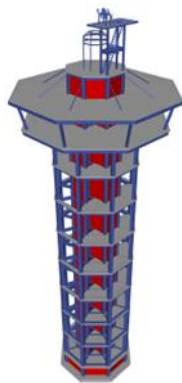
Tabel 1. Rekapitulasi reaksi tiang pada kombinasi pembebanan

Beban	Beban Axial <i>kN</i>		Pull Out <i>kN</i>		Bending Moment	Defleksi Lateral	Syarat Defleksi Lateral
	Maximal	Kapasitas	Pull Out	Kapasitas	<i>kN – m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
Layan	929.91	1302.40	No data	930.095	-53.589	0.003	0.006
Ultimit	1822	2170.667	No data	930.095	-76.468	0.007	0.012
Gempa	1444.220	1628.00	466	930.095	-108.27	0.021	0.025

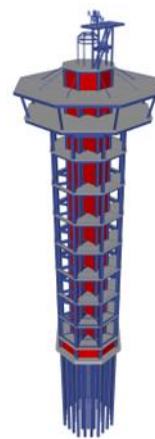
Tabel di atas adalah analisis kapasitas tiang tunggal pada Menara Suar Kombinasi VTS berdasarkan data tanah investigasi lapangan dan laboratorium. Terdapat lapisan tanah lempung lunak hingga kedalaman 12 meter dan tanah keras berada pada kedalaman 20 meter ke bawah sehingga kedalaman tiang minimum bored pile untuk mencapai daya dukung izin akibat beban layan, beban ultimit, dan beban gempa kuat yang memenuhi adalah sedalam 25 meter tertanam.

## 2. Analisis Struktur Gabungan

Analisis struktur gabungan dilakukan dengan menggunakan aplikasi ETABS. Pemodelan analisis struktur gabungan hanya menambahkan model bored piles dengan konfigurasi yang sesuai dengan hasil analisis pada aplikasi Group Pile. Untuk mensimulasikan respon tahanan tanah pada model ETABS, digunakan spring dengan interval 1 meter dengan kedalaman 25 meter. Nilai-nilai respon tanah tersebut diperoleh dari hasil analisis tiang tunggal pada aplikasi LPile.



(a) Struktur atas



(b) Struktur gabungan

**Gambar 14. Model struktur**

Pada hasil dari analisis struktur gabungan, terdapat perubahan respon struktur dan partisipasi massa. Selain itu, juga terdapat beberapa section properties yang overstress (O/S) pada analisis struktur gabungan dan memerlukan modifikasi pada dimensinya.

Tabel 2. Modifikasi section properties

Komparasi	Section Properties
Semula	H 125x75x5
Menjadi	H 200x100x5.5

Selain itu, pada percobaan running analysis pertama, terdapat kegagalan pada struktur pondasi, dimana pada ETABS disebutkan bahwa struktur mengalami kondisi ILL. Oleh karena itu, dicoba diantisipasi dengan meningkatkan mutu beton dari 30 MPa menjadi 35 MPa. Setelah di-running kembali, struktur menjadi stabil dan mampu menahan beban-beban kombinasi yang diberikan.

## 3. Analisis Modal

### A. Partisipasi massa

Dengan jumlah mode yang sama (100 mode) pada analisis modal, jumlah partisipasi massa pada analisis struktur gabungan hanya mencapai 88.85%. Hal ini disebabkan karena 11.15% massa merupakan massa dari tiang pondasi bored piles. Model perletakan berubah dari semula fixed untuk 3 translasi dan 3 rotasi pada level Base (-2.4 m), menjadi spring pada sepanjang bored piles (Level Pile pada -25.0 m). Oleh karena itu, evaluasi beban gempa dan evaluasi simpangan antar tingkat atau  $p\Delta$  perlu dilakukan kembali.

Tabel 3. Perbandingan partisi massa

Analisis	Mode	Periode (sec)	$U_x$	$U_y$	Sum $U_x$	Sum $U_y$
Struktur Atas (Sebelum)	1	1.243	0.6190	0.0000	0.6190	0.0000
	2	1.192	0.0000	0.6213	0.6190	0.6213
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	100	0.021	0.0000	0.0000	0.9895	0.9912
Struktur Gabungan (Sesudah)	1	1.641	0.5886	0.0001	0.5886	0.0001
	2	1.601	0.0001	0.6005	0.5887	0.6006
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	100	0.019	0.0000	0.0000	0.8885	0.8885

### B. Periode desain

Pada analisis struktur gabungan, nilai  $T_c$  menjadi lebih besar dari  $T_{a maks}$ . Oleh karena itu, nilai  $T$  yang digunakan menjadi  $T_{a maks}$ . Yaitu sebesar 1.382 detik untuk arah x dan y.

Tabel 4. Perbandingan Periode

Kondisi	Arah	$T_a$ detik	$T_{a maks}$ detik	$T_c$ detik
Sebelum	x	0.987	1.382	1.223
	y	0.987	1.382	1.192
Sesudah	x	0.987	1.382	1.641
	y	0.987	1.382	1.601

### C. Evaluasi beban gempa

Tabel 5. Koefisien respon seismic

Kondisi	Arah	$C_s min$	$C_s hitung$	$C_s maks$
Sebelum	x	0.0152	0.0493	0.0604
	y	0.0152	0.0493	0.0620
Sesudah	x	0.0152	0.0493	0.0535
	y	0.0152	0.0493	0.0535

Karena adanya modifikasi pada section properties seperti yang telah disebutkan pada Tabel 17, sehingga berpengaruh pada level 7-11 dengan adanya penambahan massa. Selain itu, pada level



base dimana terdapat pile cap, bored piles dan dinding penahan tanah yang semula tidak terhitung pada analisis struktur atas menjadi terhitung pada analisis struktur gabungan. Rekapitulasi perubahan dan penambahan massa terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Perubahan berat seismic efektif

Story	Struktur Atas (Sebelum)		Struktur Gabungan (Sesudah)	
	Mass kg	Cumulative kg	Mass kg	Cumulative kg
Level 11	2860.06	2860.06	3229.655	3229.655
Level 9	46675.04	49535.1	46718.780	49948.435
Level 8a	205497.91	255033.01	205785.262	255733.697
Level 8	239229.65	494262.66	239818.353	495552.050
Level 7	139375.88	633638.54	139981.383	635533.433
Level 6	89066.72	722705.27	89066.724	724600.157
Level 5	91859.99	814565.26	91859.992	816460.149
Level 4	110044.13	924609.39	110044.133	926504.282
Level 3	120509.56	1045118.96	120509.562	1047013.844
Level 2	122536.35	1167655.31	122536.351	1169550.195
Level 1	126100.52	1293755.83	126100.524	1295650.719
Level 0	170537.95	1464293.78	170872.890	1466523.609
Level Pit	42340.55	1506634.33	42340.547	1508864.156
Level Base	n/a	n/a	621719.518	2130583.674
Jumlah	Kg	1506634.33		2130583.674
	kN	14775.04		20893.888

Tabel 7. Perubahan pada gaya geser static ekuivalen

Kondisi	Arah	$V_t$ (kN)
Sebelum	x	893.130
	y	961.357
Sesudah	x	1117.823
	y	1117.823

Tabel 8. Gaya geser gempa dynamic response spectrum

Kondisi	Arah	$V_t$ (kN)
Sebelum	x	740.4262
	y	715.7434
Sesudah	x	856.189
	y	871.914

#### 4. Evaluasi simpangan antar tingkat

Tabel 9. Simpangan antar tingkat arah x pada analisis struktur gabungan

Lantai	Tinggi lantai	Perpindahan elastis	Perpindahan Inelastis	Simpangan Antar Lantai	Simpangan Izin
ai	$(h_{sx})$ (mm)	$(\delta_{xe})$ (mm)	$(\delta_x)$ (mm)	$(\Delta_x)$ (mm)	$(\Delta_{aix})$ (mm)
11	5000	50.567	222.495	18.674	57.692
9	2500	46.323	203.821	8.694	28.846
8a	3500	44.347	195.127	9.948	40.385
8	5000	42.086	185.178	20.368	57.692
7	5000	37.457	164.811	22.352	57.692
6	5000	32.377	142.459	21.736	57.692
5	5000	27.437	120.723	21.745	57.692
4	5000	22.495	98.978	18.652	57.692
3	5000	18.256	80.326	17.890	57.692
2	5000	14.190	62.436	15.325	57.692
1	5000	10.707	47.111	12.861	57.692
0	1950	7.784	34.250	3.410	22.500
Pit	1050	7.009	30.840	-0.013	12.115

Tabel 10. Simpangan antar tingkat arah y pada analisis struktur gabungan

Lantai	Tinggi lantai	Perpindahan elastis	Perpindahan Inelastis	Simpangan Antar Lantai	Simpangan Izin
ai	$(h_{sy})$ (mm)	$(\delta_{ye})$ (mm)	$(\delta_y)$ (mm)	$(\Delta_y)$ (mm)	$(\Delta_{aiy})$ (mm)
11	5000	55.393	243.729	49.689	57.692
9	2500	44.100	194.040	8.285	28.846
8a	3500	42.217	185.755	11.735	40.385
8	5000	39.550	174.020	18.335	57.692
7	5000	35.383	155.685	20.385	57.692
6	5000	30.750	135.300	20.900	57.692
5	5000	26.000	114.400	20.271	57.692
4	5000	21.393	94.129	18.414	57.692
3	5000	17.208	75.715	16.953	57.692
2	5000	13.355	58.762	14.700	57.692
1	5000	10.014	44.062	11.436	57.692
0	1950	7.415	32.626	2.627	22.500
Pit	1050	6.818	29.999	1.008	12.115

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian Analisis Perbandingan Struktur Atas Dengan Struktur Gabungan Pada Perancangan Struktur Menara Suar Yang Dikombinasikan Dengan Vts (Vessel Traffic Services) Tanjung Jabung ini dapat disimpulkan bahwa Data sekunder dari PT. Delta Maratama Globalindo yang dipergunakan pada analisis antara lain adalah data tanah dan data angin. Dalam analisis struktur yang telah dilakukan pada aplikasi ETABS, diperoleh nilai gaya-gaya dalam (lintang, momen dan torsi) yang berbeda-beda pada setiap frame section disetiap section properties. Oleh karena itu untuk memudahkan perhitungan, diambil nilai-nilai maksimum baik untuk arah positif dan negative pada setiap section properties. Analisis dilakukan 2 kali yaitu analisis struktur atas dan analisis struktur gabungan. Analisis struktur gabungan dilakukan setelah diperoleh data respon tanah atau soil reaction dari aplikasi Group Pile pada analisis struktur bawah. Pada analisis struktur gabungan terdapat beberapa perubahan yaitu Terdapat section yang Overstress (O/S) pada analisis struktur gabungan yaitu pada kolom baja H 125x75x5 pada analisis struktur atas menjadi H 200x100x5.5 pada analisis struktur gabungan. Terdapat kegagalan struktur pada struktur bawah (pondasi) untuk pembebanan ultimate. Analisis awal pada struktur bawah dengan menggunakan bantuan aplikasi LPile dan Group Pile menggunakan mutu beton  $f_c$  30 MPa. Pada saat analisis struktur gabungan dilakukan perubahan pada mutu beton untuk bored piles menjadi 35 MPa dengan konfigurasi tiang yang sama dan struktur menjadi stabil untuk semua jenis pembebanan. Dengan jumlah mode yang sama (100 mode) pada analisis modal, jumlah partisipasi massa pada analisis struktur gabungan hanya mencapai 88.85%. Hal ini disebabkan karena 11.15% massa merupakan massa dari tiang pondasi bored piles. Berat seismik efektif berubah dari 14775.04 kN menjadi 20893.888 kN, karena struktur atas dan bawah menjadi satu kesatuan pada analisis struktur gabungan..

## DAFTAR PUSTAKA

- Afwa, T. F., & Dacrea, Y. Dela. (2008). *Perencanaan Bangunan Tingkat Tinggi dengan Sistem Struktur Flat Plate-Core Wall*.
- ANDRI, S. (2019). Pengaruh Sumber Daya Awak Kapal, Peran Syahbandar, Alat Keselamatan Kapal, Dan Peranan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (Sbnp) Terhadap Keselamatan Kapal Ikan Di Pelabuhan Perikanan Nusantara (Ppn) Pekalongan. *Skripsi*.
- Bandara, K. M. K., & Dias, W. P. S. (2012). Tsunami wave loading on buildings: A simplified approach. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 40(3), 211–219. <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v40i3.4695>
- Eka Partama, I. G. N. (2019). Penentuan Tebal Pelat Lantai Gedung Yang Ditumpu Pada Keempat Sisinya Sesuai Sni 2847:2013. *Jurnal Teknik Gradien*, 1. <https://doi.org/10.31227/osf.io/w8gam>
- H. Eka, A. (2011). *Perilaku Hubungan Dinding Struktur Dengan Balok Pada Struktur Sistem Ganda Gedung D'Soya Hotel*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Hakim, C. (2010). *Berdaulat di udara: membangun citra penerbangan nasional*. Penerbit Buku Kompas.
- Kementerian Perhubungan. (2011). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 25 Tahun 2011 Tentang Sarana Bantu Navigasi-Pelayaran*.
- Khazin, N., Darmawan, & Saryono, A. (2008). *Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Permata Bberlian Jakarta (Structure Design of Permata Berlian Apartement Jakarta)*. Universitas Diponegoro.
- Lailatul, M. (2019). *Penentuan arah Kiblat di atas kapal menggunakan alat navigasi: studi*

- 
- akurasi dengan software *Stellarium Mobile Versi 2014*. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- NUGRAHA, H.** (2021). *Evaluasi Kinerja Seismik Gedung Apslc Ugm Dengan Metode Analisis Pushover Sesuai Peraturan Sni-1726-2019*.
- Rifqi, M. G., Amin, M. S., & Sandi, E. A.** (2019). Rancang Bangun Tsunami Pods Sebagai Tempat Evakuasi Sementara (TES) Untuk Mewujudkan Wilayah Tangguh Bencana. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 21(2), 74–82. <https://doi.org/10.35313/potensi.v21i2.1670>
- SETIAWAN, D. B.** (2021). *Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Pada Kondisi Batas Layan Dan Batas Ultimit Dengan Analisis Dinamik Metode Respon Spektrum (Studi Kasus: Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi)*.
- Sholeh, M. N.** (2021). *Analisa Struktur SAP2000 v22*. Pustaka Pranala.
- Wahid, A. I., & Habibella, R. A.** (2016). *Perencanaan Gedung Evakuasi Vertikal Tsunami Di Kabupaten Jembrana, Bali*.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)