

Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Precast Beton Hexagonal Dengan Bahan Timbunan di Container Yard Banjarmasin

Boy Robyanto^{1*}, Laksono Djoko Nugroho² dan Gede Sarya³

^{1,2,3}Prodi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya.

^{1,2,3}E-mail: boy.robbyanto@pelindo.co.id; laksononugroho@untag-sby.ac.id; gedesarya@untag-sby.ac.id

Abstract

Trisakti Terminal, Port of Banjarmasin Branch, South Kalimantan is a busy terminal among the ten other terminals managed by PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Kalimantan Regional which serves general cargo and dry bulk goods both domestically and internationally. The planning of road surface elevation and container yards depends on the type of soil and the type of structure to be built on it. So that the type of construction to be built must be adapted to the conditions and properties of the soil. The purpose of this study is to compare the construction of hexagonal precast concrete with embankment materials 1). In order to find out the comparison of construction costs to get efficient, 2). In order to know the comparison of faster implementation time, 3). In order to find out the type of construction on the strength of the structure based on applicable regulations, the research method used in the structural analysis of SAP 2000 version 14 for the analysis of hexagonal precast concrete structures while for the analysis of the embankment material structure uses the regulations of the Directorate General of Highways, Department of Public Works 1992 and to find out costs construction and time are used for unit price analysis by calculating the production capacity of hexagonal precast concrete construction and backfill materials, the results of the analysis are made in a ratio of 1). Construction cost per m², 2). Time ratio for carrying out special work on road surface elevation and container yards. After the analysis was carried out, the results showed that 1). The cost of hexagonal precast construction is 9% more efficient than embankment construction, 2), Hexagonal precast concrete construction is 12% faster than embankment construction.

Keywords: Container Yard, Precast hexagonal, Backfill material, Efficiency.

Abstrak

*Terminal Trisakti Pelabuhan Cabang Banjarmasin Kalimantan Selatan merupakan terminal yang sibuk diantara sepuluh terminal lain yang dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Regional Kalimantan yang melayani jenis muatan barang umum (general cargo) dan curah kering (dry bulk) baik domestik maupun internasional. Perencanaan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan kontainer (container yard) bergantung pada jenis tanah dan jenis struktur yang akan dibangun di atasnya. Sehingga jenis konstruksi yang akan dibangun harus disesuaikan dengan kondisi dan sifat-sifat tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan konstruksi antara beton precast hexagonal dengan bahan timbunan 1). Agar mengetahui perbandingan **biaya** konstruksi didapatkan efisien, 2). Agar mengetahui perbandingan **waktu** lebih cepat pelaksanaannya, 3). Agar mengetahui jenis konstruksi terhadap kekuatan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku, metode penelitian yang digunakan dalam analisa struktur SAP 2000 versi 14 untuk analisa struktur beton precast hexagonal sedangkan untuk analisa struktur bahan timbunan menggunakan peraturan direktorat jendral bina marga, departemen pekerjaan umum 1992 dan untuk mengetahui biaya konstruksi dan waktu digunakan analisa harga satuan dengan menghitung kapasitas produksi dari konstruksi beton precast hexagonal serta bahan*

ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN

timbunan, hasil analisa di buat rasio perbandingan 1). Biaya konstruksi per m², 2). Rasio waktu pelaksanaan pekerjaan khusus peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan container. Setelah dilakukan analisis didapatkan hasil bahwa 1). Biaya konstruksi precast hexagonal lebih efisien 9 % dibandingkan dengan konstruksi bahan timbunan, 2). Waktu pelaksanaan konstruksi beton precast hexagonal lebih cepat 12 % dibandingkan dengan konstruksi bahan timbunan.

Kata kunci: Container Yard, Precast hexagonal, Bahan timbunan, Efisiensi

1. PENDAHULUAN

Analisis daya dukung tanah sangat penting dilakukan dalam perencanaan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan container (container yard) di Pelabuhan Trisakti Kota Banjarmasin, sehingga dapat disimpulkan “apakah tanah mampu mendukung beban yang direncanakan bekerja yang berada di atasnya”. Dalam rencana pekerjaan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan container CY ini peneliti merupakan owner dari kegiatan proyek tersebut, dari catatan beberapa pekerjaan yang pernah dilakukan dalam kegiatan konstruksi di wilayah ini mempunyai permasalahan yang cukup signifikan diantaranya: (a). Beban rencana dari struktur diatas yang memanfaatkan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan CY pelabuhan cukup besar; (b). Umur rencana konstruksi diwajibkan oleh pemilik pekerjaan minimal adalah 10 tahun bebas perawatan (karena pelabuhan sangat sibuk sehingga mengganggu operasional bila selalu ada perawatan meskipun berkala atau rutin); (c). Daya dukung tanah sebagai bahan timbunan atau beton hexagonal/precast wajib mendukung beban rencana; (d). Kebutuhan tanah timbunan sebagai media dilokasi pekerjaan sangat sulit didapatkan dengan kualitas yang bagus dan memenuhi syarat teknis, karena tanah setempat tidak bisa dipakai sebagai timbunan sedangkan bila tetap menggunakan maka harus didatangkan dari wilayah Palu Sulawesi Utara atau dari tanah pilihan di Pulau Jawa; (e). Karena harus didatangkan dari luar pulau Kalimantan, maka akan membutuhkan biaya yang sangat tinggi dikarenakan hanya menggunakan transportasi laut sebagai sarana untuk mengirimkannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung perbandingan biaya konstruksi seefisien mungkin; mendapatkan waktu pelaksanaan yang lebih cepat dan menentukan jenis konstruksi sesuai dengan kekuatan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku. Penelitian ini membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan peninggihan jalan dan lapangan penimbunan kontainer terhadap alternatif bahan timbunan atau beton precast/hexagonal agar mendapatkan gambaran secara umum pada saat pelaksanaan pekerjaan dengan permasalahan ketersediaan bahan timbunan menurut spesifikasi teknis. Hal ini berkaitan dengan analisa kebutuhan waktu pelaksanaan dan analisa kebutuhan biaya, analisis dibuat berdasarkan data sekunder dan primer dari PT. PELINDO III (Persero).

Lapisan konstruksi pekerjaan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan direncanakan dengan susunan sebagai berikut: (a) Sub grade telah dilakukan pekerjaan pondasi cakar ayam modifikasi; (b). Sub base menggunakan pilihan bahan timbunan atau beton precast; (c). Lapisan LPA slab beton K 350 kg/cm², (d). Lapisan atas paving block K 500 kg/cm². Penggunaan sistem pondasi cakar ayam ini untuk perkerasan kaku perkerasan sistem pelat terpaku (*nailed slab system*), perkerasan kaku diperkuat dengan tiang-tiang pendek, tiang-tiang tersebut berfungsi laksana paku bagi pelat beton, serta menambah kuat dukung tanah dan mengurangi faktor kehilangan dukung sehingga meningkatkan modulus reaksi subgrade vertikal efektif, Hardiyatmo (2009) merekomendasikan metode analisis lendutan pelat fleksibel menggunakan modulus reaksi tanah dasar ekuivalen. Analogi dengan sistem cakar ayam, maka sistem pelat terpaku juga diharapkan berfungsi sebagai ankur pada beban rendah dan sekaligus berfungsi sebagai perlawanan lendutan pada beban berat. Mekanisme transfer beban sistem Cakar Ayam Modifikasi dilakukan pengembangan inovatif mengganti pipa beton cakar ayam dengan pipa baja galvanis tahan karat (dilapisi coaltar/tahan gores) pada pembangunan jalan yang terletak di atas tanah bermasalah, tanah sangat lunak dan tanah dasar ekspansif masih menjadi masalah yang serius. pipa beton diganti dengan pelat baja, sistem cakar ayam ini disebut sistem cakar ayam modifikasi. Penelitian ini membandingkan biaya dan waktu pelaksanaan peninggihan jalan dan lapangan penimbunan kontainer terhadap alternatif bahan timbunan atau beton precast/hexagonal agar mendapatkan gambaran secara umum agar pada saat pelaksanaan pekerjaan dengan permasalahan ketersediaan bahan timbunan menurut spesifikasi teknis. Hal ini berkaitan dengan analisa kebutuhan waktu pelaksanaan dan analisa kebutuhan biaya berdasarkan data sekunder dan primer dari PT. PELINDO III (Persero).

Lapisan konstruksi pekerjaan peninggihan permukaan jalan dan lapangan penimbunan direncanakan dengan susunan sebagai berikut: (a). Sub grade telah dilakukan pekerjaan pondasi cakar ayam modifikasi; (b). Sub base menggunakan pilihan bahan timbunan atau beton precast; (c). Lapisan LPA slab beton K 350 kg/cm²; (d). Lapisan atas paving block K 500 kg/cm². Sedikit mengulas terkait sistem pondasi cakar ayam, saat ini untuk perkerasan kaku perkerasan sistem pelat terpaku (*nailed slab system*), perkerasan kaku diperkuat dengan tiang-tiang pendek, tiang-tiang tersebut berfungsi laksana paku bagi pelat beton, serta menambah kuat dukung tanah dan mengurangi faktor kehilangan dukung sehingga meningkatkan modulus reaksi subgrade vertikal efektif, Hardiyatmo (2009) merekomendasikan metode analisis lendutan pelat fleksibel menggunakan modulus reaksi tanah dasar ekuivalen. Analogi dengan sistem cakar ayam, maka sistem pelat terpaku juga diharapkan berfungsi sebagai ankur pada beban rendah dan sekaligus berfungsi sebagai perlawanan lendutan pada beban berat. Mekanisme transfer beban sistem Cakar Ayam Modifikasi dilakukan

pengembangan inovatif mengganti pipa beton cakar ayam dengan pipa baja galvanis tahan karat (dilapisi *coaltar*/tahan gores) pada pembangunan jalan yang terletak di atas tanah bermasalah, tanah sangat lunak dan tanah dasar ekspansif masih menjadi masalah yang serius. Pipa beton diganti dengan pelat baja, sistem cakar ayam ini disebut sistem cakar ayam modifikasi.

2. METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan menggunakan peraturan Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum 1992 untuk menghitung tebal perkerasan minimal sesuai peraturan tersebut yang didasarkan faktor beban yang bekerja serta faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi dan untuk menghitung kekuatan struktur beton precast hexagonal digunakan program SAP 2.000 versi 14 yang berbasis *finite element*, analisa linier metode matriks kekakuan langsung (*direct stiffness matriks*) dengan deformasi struktur kecil. Analisa struktur terhadap beban gempa selain digunakan cara statik ekuivalen juga dilakukan analisis dinamik *response spectrum analysis* dan *time history analysis*, sedangkan untuk mampu menahan gempa rencana sesuai peraturan perencanaan teknis Jembatan, 1992 (BMS-1992). Dalam peraturan ini gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun, sehingga probabilitas terjadinya terbatas pada 10 % selama umur 50 tahun. Berdasarkan pembagian Wilayah Gempa, konsep perancangan konstruksi didasarkan pada analisis kekuatan batas (*ultimate-strength*) yang mempunyai daktilitas cukup untuk menyerap energi gempa. Untuk kedua jenis konstruksi yang akan di analisa perhitungan pembebanan yang bekerja adalah beban kombinasi yang meliputi: (a). Berat sendiri (MS); (b). Beban mati tambahan (MA); (c). Beban lalu-lintas kendaraan yg berupa beban lajur "D" (TD); (d). Gaya rem (TB); (e). Beban pedestrian (TP); (f). Beban pengaruh lingkungan pengaruh temperature (ET); (g). Beban angin (EW); (h). Beban gempa (EQ) pemodelan struktur 3-D (space-frame).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ditetapkan nilai CBR 90 % karena pondasi sub grade telah dikerjakan dengan cakar ayam modifikasi, maka didapatkan nilai sesuai grafik daya dukung tanah dan CBR sebagai berikut:

$$\text{DDT} = 3.71 \text{ Log (CBR)} + 1.35 = 8,60023971, \text{ AASHTO}$$

$$\text{DDT} = 4.30 \text{ Log (CBR)} + 1.7 = 10,10324279, \text{ Bina Marga}$$

Menghitung LHR awal umur rencana $\text{LHR} \times (1+i)^N$.

Umur Rencana (UR) 20 tahun, Tahun Awal Konstruksi 2019, Jalan dibuka untuk umum pada tahun 2020, Perkembangan lalu-lintas (i) selama pelaksanaan 10%

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON
HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN**

per tahun, Perkembangan lalu-lintas (i) akhir umur rencana 8% per tahun, Data Curah hujan < 900 mm/tahun.

Kelandaian < 6 %, Fungsi Jalan 2 jalur 2 arah, CBR Tanah 90 %. Berdasarkan data lalu lintas ditahun 2018 didapatkan data sebagai berikut :Kendaraan Ringan= 57 Kendaraan; Bus (8 ton)=10 Kendaraan; Truk 2 as (10 ton)= 60 Kendaraan; Truk 6 as (12 ton)= 150 Kendaraan; Truk 6 as (44 ton) = 150 Kendaraan. Total LHR = 427 Kendaraan. Prosentase kendaraan berat > 5 ton didapatkan 86,65 % n = 2020 – 2018 = 2, sedangkan I = 10% sehingga didapatkan LHR awal umur rencana sebagai berikut:

- a. Kendaraan Ringan 69 Kendaraan
- b. Bus (8 ton) 13 Kendaraan
- c. Truk 2 as (10 ton) 73 Kendaraan
- d. Truk 6 as (12 ton) 182 Kendaraan
- e. Truk 6 as (44 ton) 182 Kendaraan
- Total LHR 519 Kendaraan/hari/2 jalur

Menghitung LHR akhir umur rencana $LHR \times (1 + i)^N$
 $n = 2040 - 2020 = 20$, sedangkan $I = 8\%$

Sehingga didapatkan LHR akhir umur rencana sebagai berikut:

- a. Kendaraan Ringan 322 Kendaraan
- b. Bus (8 ton) 61 Kendaraan
- c. Truk 2 as (10 ton) 341 Kendaraan
- d. Truk 6 as (12 ton) 849 Kendaraan
- e. Truk 6 as (44 ton) 849 Kendaraan
- Total LHR 2.422 Kendaraan/hari/2 jalur

Menghitung angka equivalen

$$\text{Sumbu Tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu [kg]}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Sumbu Ganda} = \left(\frac{0,086 \times \text{beban sumbu [kg]}}{8160} \right)^4$$

- a. Kendaraan Ringan 0,00023
- b. Bus (8 ton) 0,01828
- c. Truk 2 as (10 ton) 0,05776
- d. Truk 6 as (12 ton) 0,05776
- e. Truk 6 as (44 ton) 0,17376

Menghitung koefisien distribusi kendaraan, didapatkan dari tabel Konfigurasi 2 jalur 2 arah: Koef. Distribusi (c) Kendaraan ringan = 0,5; Koef. Distribusi (c) Kendaraan berat = 0,5.

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON
HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN**

Tabel 1. Koefisien Distribusi Kendaraan (c)

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan (*)		Kendaraan Berat (**)	
		1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
L < 5.50 m	1	1.00	1.00	1.00	1.00
5.50 m ≤ L < 8.25 m	2	0.60	0.50	0.70	0.50
8.25 m ≤ L < 11.25 m	3	0.40	0.40	0.50	0.475
11.25 m ≤ L < 15.00 m	4	0.00	0.30	0.00	0.45
15.00 m ≤ L < 18.75 m	5	0.00	0.25	0.00	0.425
18.75 m ≤ L < 22.00 m	6	0.00	0.20	0.00	0.40

* berat < 5 ton, contoh: mobil penumpang, pickup, mobil hantaran

** berat ≥ 5 ton, contoh: bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

Sumber : SKBI

Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) = E x LHR0 x C

- a. Kendaraan Ringan LEP = 0,0078
- b. Bus (8 ton) LEP = 0,1188
- c. Truk 2 as (10 ton) LEP = 2,1081
- d. Truk 6 as (12 ton) LEP = 5,2564
- e. Truk 6 as (44 ton) LEP = 15,8124

Total LEP = 23,3035

Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) = E x LHRt x C

- a. Kendaraan Ringan LEA = 0,0363
- b. Bus (8 ton) LEA = 0,5575
- c. Truk 2 as (10 ton) LEA = 9,8475
- d. Truk 6 as (12 ton) LEA = 24,5202
- e. Truk 6 as (44 ton) LEA = 73,7624

Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET) = 0.5 x (LEP+LEA), setelah dilakukan perhitungan didapatkan LET = 264,05

Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana, dengan rumus sebagai berikut : (LER) = LET x UR/10 = LET x Faktor Penyesuaian, setelah dilakukan perhitungan didapatkan LET = 528,11.

Menghitung ITP (Indeks Tebal Perkerasan)=> Mencari daya dukung tanah dasar (DDT) terdapat dalam Grafik Korelasi antara CBR dan DDT, nilai CBR 90 % maka didapatkan DDT = 10,10,

Mencari Faktor Regional (FR) dimana tergantung iklim dan kelandaian jalan,

Mencari Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana, IPO (Tabel Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana)

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON
HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN**

Mencari Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana, IPT (Tabel Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana):

Mencari Indeks Tebal Perkerasan, dimana $IP_0 = 3,9$ sedangkan $IP_1 = 2,5$ dari grafik nomogram didapatkan angka ITP = 19

Menghitung Tebal Perkerasan, dengan ITP (minimal) = 19 cm.

Tabel 2. Tebal Perkerasan

Material	Kekuatan Bahan	Koef. Kekuatan Relatif	Keterangan
Tanah Beton	KT = 22 (kg/cm)	a1 = 0.15	Lapis Permukaan
Batu Pecah Kelas A	CBR = 90%	a2 = 0.14	Lapis Pondasi Atas

Sumber : Hasil olahan

Penentuan nilai a1 dan a2 di dapat dari table koefisien kekuatan relatif, $ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2$, diambil $D_1 = 20$ cm (tebal slab atas) didapatkan $D_2 = 114,29$ di bulatkan keatas = 114,50 cm maka ditetapkan tebal lapisan sebagai berikut :

Slab beton		20.00	cm
Aggregat A		115.00	cm
Sub Grade		CBR 90%	

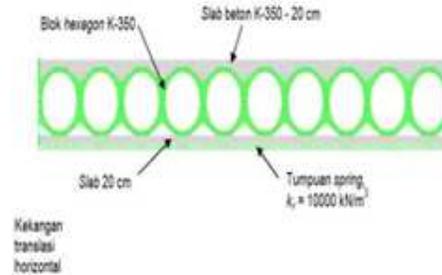
Sumber : Hasil olahan

Gambar 1. Susunan Tebal Perkerasan

Berdasarkan hasil analisa diatas maka ditetapkan tebal timbunan untuk peninggihan lapisan adalah sebesar minimal 115 cm

Konstruksi beton precast/hexagonal yang akan digunakan ini sudah memiliki Hak Patent berupa Sertifikat Paten dari Kementrian Hukum dan Hak Azazi Manusia RI sejak tanggal 15 Desember 2011, sehingga analisa perhitungan beban yang bekerja akses jalan dan lapangan timbun sudah memenuhi kriteria yang direncanakan. Model analisis struktur peninggian diidealisasikan sebagai : Winkler spring dengan koefisien reaksi subgrade vertikal "k" untuk merepresentasikan lapisan lantai kerja yang berada di atas lapisan sub grade lunak (sebelum dilakukan pondasi cakar ayam modifikasi), slab beton bawah beton precast hexagonal, dan slab beton bertulang bagian atas yang disusun seperti gambar di bawah dan dimodelkan sebagai idealisasi plane strain (regangan bidang), Pembebanan utama yang disimulasikan adalah beban akibat truk kontainer yang lewat diatasnya.

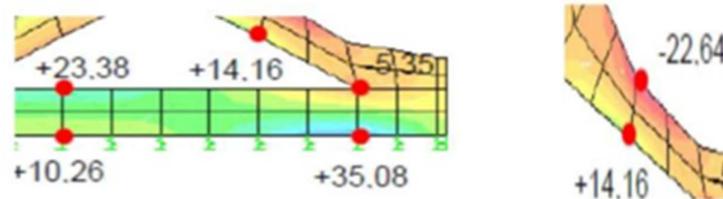
ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN



Gambar2. Konstruksi Beton Hexagonal

Perhitungan pembebanan, setelah dilakukan pengumpulan data maka dapat ditentukan sebagai berikut : (a). Beban pasir 5 cm = $16.0,05 = 0,8 \text{ kN/m}^2$; (b). Beban concrete block 10 cm = $24.0,10 = 2,4 \text{ kN/m}^2$; (c). Beban truk container : Berat truk Trailer 16 tonf, berat kontainer yang diangkat 40 tonforce Jumlah gandar 5 (1-2x2-2x2) distrbusi beban gandar 1x6 tonforce + 2x12,5 tonforce + 2x12,5 tonforce; (d). Beban gandar maksimum mengikuti peraturan MST (Muatan Sumbu Terberat UU LLAJR Kelas 1 x 2 : Pgandar = 20 tonforce,

Dilakukan analisis struktur dengan Finite Element Method terhadap kondisi pembebanan tersebut di atas, dan hasilnya berupa: (a). Lendutan vertical; (b). Tegangan-dalam (internal stresses); (c). Hasil Analisis Struktur.



Gambar 3. Kaki Hexagonal

Pada kaki hexagonal pada Gambar 3, juga terjadi stress yang mengakibatkan tegangan tarik beton 14,16 MPa ($141,6 \text{ kg/cm}^2$) yang berdasarkan analisis bisa direduksi tegangan tariknya menjadi tegangan lebih kecil dari tegangan yang diijinkan 35 kg/cm^2 dengan tebal kaki hexagon 10,5 cm, Sehingga dicapai kondisi ideal pada kaki-kaki hexagon hanya muncul tegangan tekan saja. Berdasarkan analisis yang telah disajikan dapat disimpulkan bahwa: dengan dimensi, proporsi dan bentuk geometri sistem hexagon seperti pada Gambar 1, slab beton dibawah beton hexagonal dengan tebal 20 cm dan kaki-kaki hexagonal dengan tebal 10,5 cm mampu mendukung stress yang terjadi; alternatif ukuran hexagonal tinggi 1,20 m tebal 10,5 cm pada area akses jalan dan lapangan penimbunan container tersebut sesuai Gambar 2 dan Gambar 3 telah memenuhi persyaratan kekuatan, lendutan, dan stabilitas sistem peninggian dan direkomendasikan untuk digunakan.

**ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PEKERJAAN PRECAST BETON
HEXAGONAL DENGAN BAHAN TIMBUNAN DI CONTAINER YARD BANJARMASIN**

precast hexagonal dan *bahan timbunan*, sama-sama bisa dan mampu menahan beban yang bekerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada civitas academica Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya terutama Prodi Magister Teknik Sipil.

REFERENSI

- AASHTO 2010. *LRFD Bridge Design Specifications*. "American Concrete Institut," ACI 318-2008.
- Anita Widianti, Dedi Wahyudi & Willis Diana, 2005, "Perancangan Pondasi Pada Tanah Timbunan Sampah" Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS).
- Artama Wiguna, I. P., Anwar, N., & Teki Tjendani, H. (2019). Developing the simulation model towards sustainability of implementing performance-based contract. *MATEC Web of Conferences*, 276. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927602025>
- Badan Standardisasi Nasional. Satandar Pembebanan Untuk Jembatan, RSNI T-02-2005.
- Badan Standardisasi Nasional. Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan, RSNI T-12-2004.
- Badan Standardisasi Nasional. Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan, RSNI T-03-2005.
- Badan Standardisasi Nasional. Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa, RSNI 2833:2010.
- Badan Standardisasi Nasional. Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa, RSNI 2833:201X.
- Dinar Gumilang Jati, 2013, "Analisis lentur plat satu arah beton bertulang berongga bola menggunakan metode elemen hingga non linear" Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44 Yogyakarta Email: dinar_gj@yahoo.com.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum 1992. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992.
- Lutfi D Nasution, Muniwansyah, Sofyan M Shaleh, 2018, "Analisis Hkritis terhadap daya dukung tanah dasar" Jurusan Teknik Sipil Univ Syahkuala Banda Aceh,
- Oetomo, Wateno, , 2014, PT. Mediatama Saptakarya, Manajemen Proyek dan Konstruksi Dalam Organisasi Kontemporer. (Bagian Pertama),
- S. Dindin, 2015. Kajian Teknis Perbandingan Penerapan Tipe Konstruksi Cakar ayam Modified, Kontruksi *Precast Road On Pile* Dan Konstruksi *Pile Slab* Pada Pembangunan Jalan Tol Simpang Susun Waru juanda Sidoarjo, Jawa Timur.
- Supardi, 2013, "Analisis Harga Satuan Timbunan Tanah" Alat berat merupakan komponen penting dalam pekerjaan penimbunan tanah.