

Perbandingan biaya dalam Pengetasan Borepile Menggunakan Metode Cell 2 Arah dan Pengujian Konvensional

Muhammad Erwin Rahmawan 23-856¹

¹PT. Brantas Abipraya (Persero), Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun Pembangunan Rumah Susun ASN 4, Bukit Raya (Sepaku 1), Sepaku, Penajem Paser Utama, Kalimantan Timur

Article Info

Article history:

Received 07.12.23

Keywords:

Perbandingan
Biaya
Pengujian Borepile
Kentledge
Cell 2 Arah

ABSTRACT

Proyek Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun Pembangunan Rumah Susun ASN 4 merupakan salah satu Proyek strategis yang berlokasi di Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) IKN. Proyek ini terdiri dari 8 tower dengan masing-masing tower dibangun setinggi 12 lantai. Sebagai proyek strategis Nusantara dengan target penyelesaian yang realif singkat diperlukan pemilihan metode pengujian Statis Borepile yang efektif serta dapat berjalan paralel dengan pekerjaan lain.

Dengan menggunakan metode cell 2 arah dapat menghemat biaya pekerjaan pengujian statis pondasi borepile dibandingkan menggunakan metode Kentledge (metode konvensional). Dimana biaya yang diperlukan dalam melaksanakan pengujian cell 2 arah (Bi-Directional Static Loading Test - BDSLT) lebih hemat secara mobilisasi dan demobilisasi peralatan sedangkan jika dilakukan dengan metode metode Kentledge/metode konvensional memerlukan biaya besar pada mob dan demob peralatan dan perlengkapan pengujian.

Corresponding Author:

Muhammad Erwin Rahmawan
PT. Brantas Abipraya
Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun Pembangunan Rumah Susun ASN 4
Email: erwinrahmawan29@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Konstruksi Terintegrasi Rancang dan Bangun Pembangunan Rumah Susun ASN 4 merupakan salah satu Proyek strategis yang berlokasi di Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) IKN. Proyek ini terdiri dari 8 tower dengan masing-masing tower dibangun setinggi 12 lantai terdiri dari lantai 1 dan 2 dimanfaatkan untuk podium fasos/fasum, sedangkan 10 lantai sisanya untuk hunian. Pembangunan Proyek Rusun ini ditargetkan rampung pada Juli 2024 untuk 5 tower dan 3 tower sisanya ditargetkan rampung pada November 2024. Dengan waktu yang relatif singkat PT.Brantas Abipraya sebagai kontraktor dalam proyek ini membutuhkan strategi sechedule pembangunan yang efektif untuk mencapai target penyelesaian. Selain bekerja secara cepat dan efektif.

Produktivitas pelaksanaan proyek menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan perusahaan dalam menjalankan jasa usaha secara efisien dan berkualitas. Produktivitas tidak sekedar membahas dimensi waktu, akan tetapi juga mencakup dimensi biaya dan kualitas pelaksanaan proyek.

Pengujian pondasi borepile memiliki peran penting dalam aspek biaya konstruksi bangunan gedung. Proses ini memungkinkan para insinyur untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang kondisi tanah di

lokasi pembangunan, sehingga dapat merencanakan pondasi yang sesuai dan efisien. Dengan menguji pondasi borepile, kita dapat mengidentifikasi potensi risiko geoteknik yang mungkin muncul selama pembangunan, seperti tanah lemah atau lapisan batuan yang sulit. Informasi ini memungkinkan penyesuaian strategis dalam perencanaan konstruksi, menghemat waktu yang mungkin terbuang akibat penyesuaian yang diperlukan selama proses pembangunan. Selain itu, pengujian pondasi borepile membantu mengoptimalkan keamanan struktural dan memastikan bahwa fondasi bangunan dapat menanggung beban dan tekanan secara efektif. Dengan demikian, pengujian pondasi borepile tidak hanya meningkatkan efisiensi konstruksi, tetapi juga memberikan kepastian terhadap stabilitas dan keandalan struktur bangunan dalam jangka waktu yang lebih cepat.

Pemilihan jenis dan metode pengujian statis borepile berperan penting dalam pencapaian progress pekerjaan yang efektif dan efisien. Untuk bisa mencapai target penyelesaian tersebut diperlukan analisis dan pemilihan metode yang tepat dan bisa berjalan secara paralel dengan pekerjaan lain sehingga dapat mencapai progress rencana pekerjaan. Salah satu pengujian statis borepile yang umum dilakukan adalah pengujian statis dengan metode Kentledge (metode konvensional). Metode ini memerlukan biaya yang cukup signifikan untuk menyelesaikannya. Proses ini melibatkan serangkaian langkah yang hati-hati dan terstruktur guna memastikan keakuratan dan keandalan hasil pengukuran. Tahapan-tahapan ini melibatkan pengeboran tanah untuk mencapai titik uji, pemasangan alat borepile, dan pengukuran parameter geoteknis seperti kepadatan tanah, kekuatan geser tanah, dan sifat-sifat mekanis lainnya. Rumusan Masalah

1. Bagaimana Metode *Pile Testing* menggunakan *Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test – BDSLT)* ?
2. Bagaimana Perbandingan dari segi biaya pada uji pembebanan aksial tekan di pondasi tiang menggunakan metode *Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test – BDSLT)* dan metode konvensional ?

B. Tujuan

1. Mengetahui metode kerja *Pile Testing* dalam uji pembebanan aksial tekan pada pondasi tiang menggunakan metode *Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test – BDSLT)*
2. Mengetahui perbandingan efisiensi dari biaya antara uji pembebanan aksial tekan pada pondasi tiang menggunakan metode *Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test – BDSLT)* dan metode konvensional

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dimensi Produktivitas

Produktivitas dapat diukur berdasarkan pendekatan atau dimensi biaya (*cost*), waktu (*time*), dan kualitas (*quality*). Ketiga dimensi tersebut dapat diterapkan dalam bidang konstruksi, terutama ketika dilakukan penyusunan perencanaan proyek konstruksi.

2.2 Dimensi Waktu (*Time*)

Dimensi waktu yang dimaksudkan dalam pengertian produktivitas bidang konstruksi adalah perencanaan dalam penyusunan suatu jaringan kerja yang dapat menunjukkan waktu penyelesaian paling cepat yang disertai dengan toleransi *float* yang mengidentifikasi pengaturan keterlambatan tanpa mengganggu jadwal proyek secara keseluruhan. Dimensi waktu menitikberatkan pada:

1. Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek dengan biaya yang relatif ekonomis
2. Penyusunan jadwal dengan keterbatasan sumber daya
3. Penyusunan jadwal yang dapat meratakan kombinasi penggunaan atau pemakaian sumber daya

2.3 Uji Pembebanan Statis Pada Pondasi Borepile

Uji borepile yang pertama adalah Loading Test. Loading test dikenal sebagai pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimate dan penurunan pondasi dengan menggunakan metode sesuai ASTM D1143. (PT. Bumi Indoensia, 2019).

2.4 Uji Pembebanan Aksial Tekan pada Pondasi Tiang Menggunakan Metode Tiang Reaksi

Metode pembebanan ini menggunakan tiang lain sebagai counter weight atau beban lawan bagi titik pengujian. Metode ini menggunakan tiang tambahan ataupun tiang yang sudah ada sebagai beban lawan. (PT. Anugerah Fondasi Indonesia, 2023).

2.5 Uji Pembebanan Aksial Tekan pada Pondasi Tiang Menggunakan Kentledge

Metode ini akan menggunakan beban luar seperti balok beton (kentledge) atau karung pasir untuk digunakan sebagai beban bagi pengujian. Persiapan platform pekerjaan sangat diperlukan bagi memastikan struktur sementara yang dibangun agar aman untuk pengujian (PT. Anugerah Fondasi Indonesia, 2023)

2.6 Uji Pembebanan Statis dengan Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test - BDSLT)

Menurut (PT. Anugerah Fondasi Indonesia, 2023) metode pembebanan ini meletakkan langsung Cell ke dalam tiang bagi memberi daya kepada tiang sewaktu pengujian. Metode ini tidak memerlukan persiapan lapangan dan menghemat biaya 30% - 50% di samping sangat efektif dari segi persiapan, waktu dan keselamatan. Dalam metode dengan Cell 2 Arah YJACK, dongkrak hidrolik diposisikan pada titik tahanan kesetimbangan (ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan tanah).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Analisis deskriptif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari literatur berupa data proses pengujian pondasi borepile menggunakan metode Uji Pembebanan Statis dengan Cell 2 Arah (Bi-Directional Static Loading Test - BDSLT). Data sekunder diperoleh dari analisa biaya pekerjaan Pelaksanaan Pengujian Statis Borepile.

3.2 Lokasi

Lokasi berada pada Proyek Konstruksi Terintegrasi

3.3 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data Primer didapat dari lapangan yang terdiri dari:

- Metode Pekerjaan kentledge / beban mati
- Metode Pekerjaan Cell 2 arah

b. Data Sekunder

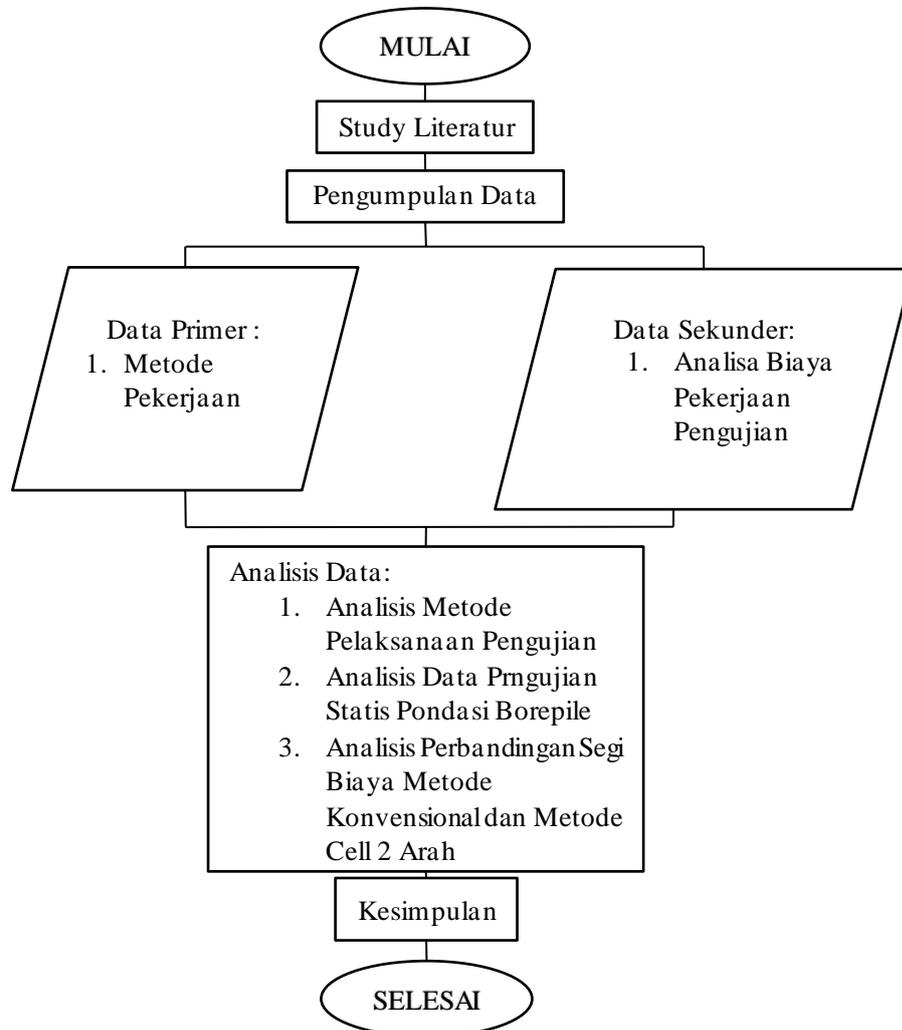
Data Sekunder diperoleh dari PT. Brantas Abipraya selaku kontraktor yang terdiri dari:

- Analisa Biaya Pekerjaan Pengujian Pondasi

3.4 Analisa Data

Analisa dilakukan menggunakan perbandingan data pengujian statis pondasi borepile dengan metode konvensional dan metode cell 2 arah sehingga didapatkan perbandingan dari segi biaya dalam pelaksanaan pengujian statis pondasi borepile.

3.5 Flow Chart



Gambar 1. Flow Chart

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Beban Statik Pada Pondasi

Pengujian beban statik pada pondasi merupakan salah satu tahap kritis dalam desain dan konstruksi struktur bangunan. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa pondasi mampu menahan beban yang diberikan tanpa mengalami deformasi atau kegagalan yang signifikan. Pengujian beban statik pada pondasi adalah metode untuk mengevaluasi kapasitas beban dan perilaku deformasi pondasi tanah atau struktur yang mendukung beban statik tertentu.

Prosedur pengujian beban statik antara lain Pembebanan Gradual: Beban diterapkan secara bertahap dan diukur deformasinya untuk melihat respons pondasi terhadap beban bertahap dan Pembebanan Maksimum: Beban diberikan hingga mencapai nilai maksimum yang direncanakan atau hingga terjadi kegagalan (jika ada).

Jenis pengujian beban statik pada pondasi terbagi menjadi dua yaitu Pengujian Beban Satu Arah: Beban diterapkan dari satu arah untuk mengukur respons pondasi terhadap beban tersebut dan pengujian Beban Sisi Ganda: Beban diterapkan dari dua sisi pondasi untuk mensimulasikan beban yang merata di sepanjang pondasi. Sehingga interpretasi hasil yang di capai adalah Analisis hasil pengujian untuk memahami kapasitas beban pondasi. Serta memeriksa apakah deformasi tetap dalam batas yang diterima dan apakah kegagalan atau deformasi permanen terjadi.

4.2 Uji Beban Statik Aksial

Uji beban statik aksial tekan merupakan salah satu tahap penting dalam proses konstruksi struktur pada Pembangunan rusun asn ikn yang memerlukan evaluasi cermat untuk memastikan keandalan dan kekuatan elemen struktural. Metode, biaya, dan waktu menjadi aspek utama yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan uji beban ini.

Metode uji beban statik aksial tekan dapat bervariasi tergantung pada jenis struktur dan elemen yang diuji. Metode yang umum digunakan melibatkan pemberian beban aksial secara bertahap pada elemen struktural menggunakan peralatan uji beban yang sesuai. Proses ini biasanya dimulai dengan pemberian beban awal, diikuti oleh peningkatan bertahap hingga mencapai beban maksimum yang direncanakan atau hingga terjadi kegagalan. Pengukuran deformasi, tegangan, dan perubahan geometri dilakukan secara hati-hati selama proses ini untuk memahami respons elemen struktural terhadap beban aksial. Metode uji beban statik aksial tekan juga dapat melibatkan penggunaan metode instrumen seperti strain gage, extensometer, atau alat pengukur deformasi lainnya. Data yang diperoleh dari pengukuran ini memberikan wawasan tentang perilaku material struktural, distribusi tegangan, dan kapasitas beban aksial maksimum yang dapat ditanggung oleh elemen tersebut.



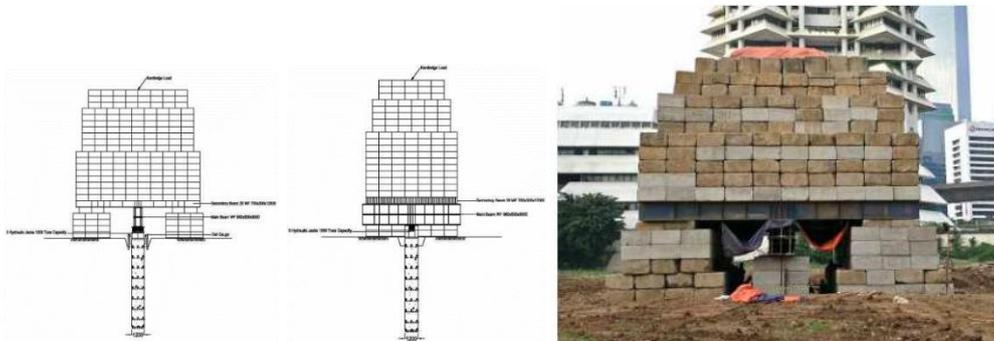
Gambar 2. Pengujian beban aksial tekan

Biaya yang terkait dengan uji beban statik aksial tekan melibatkan beberapa faktor, termasuk biaya peralatan uji, biaya pengukuran dan pemantauan, serta biaya persiapan dan instalasi elemen struktural yang diuji. Penggunaan peralatan uji yang canggih dan akurat mungkin meningkatkan biaya, tetapi dapat memberikan data yang lebih akurat dan reliabel. Selain itu, biaya untuk persiapan dan instalasi elemen struktural mencakup pekerjaan persiapan situs, pemasangan alat pengukur deformasi, dan pengaturan sistem pengujian.

4.3 Metode Kentledge/ beban mati pengujian Beban Statik

Metode tiang reaksi pada uji beban statik aksial dan lateral tekan merupakan suatu pendekatan khusus yang sering digunakan dalam menguji kekuatan dan perilaku tiang struktural. Penerapan metode ini melibatkan pemberian beban statik aksial tekan pada tiang. Proses pengujian dimulai dengan pemberian beban aksial tekan yang diterapkan pada tiang. Pada saat yang sama, reaksi yang muncul pada ujung tiang dicatat dan dianalisis.

Metode ini memanfaatkan karakteristik reaksi tiang terhadap beban untuk memahami perilaku dan kemampuan beban aksial tekan yang dapat ditanggung oleh tiang tersebut.



Gambar 3. Pengujian beban aksial tekan metode beban mati

Proses uji beban statik aksial tekan dengan metode beban mati dimulai dengan pemberian beban awal yang kemudian ditingkatkan secara bertahap sesuai dengan prosedur pengujian yang telah ditentukan. Pengukuran deformasi, tegangan, dan perubahan geometri dilakukan secara kontinu selama proses pengujian. Instrumen pengukuran seperti strain gauge atau extensometer digunakan untuk mendapatkan data yang akurat dan dapat diandalkan. Berdasarkan kebutuhan pengujian aksial dan lateral test pada proyek Pembangunan rusun ASN IKN didapatkan untuk penawaran harga pengetesan menggunakan metode kentledge / beban mati sebagai berikut,

No.	Uraian	Sat.	Vol..	PT Metro Menggala		PT Geotekindo	
				Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)	Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)
I	Pekerjaan Pengetesan Pondasi						
1	Loading Test Axial	titik	2.00	140,000,000.00	1,400,000,000.00	130,000,000.00	780,000,000.00
2	Lateral Test	titik	1.00	45,000,000.00	225,000,000.00	30,000,000.00	90,000,000.00
3	Mob Demob	LS	1.00	400,000,000.00	400,000,000.00	1,000,000,000.00	1,000,000,000.00
TOTAL					2,025,000,000.00		1,870,000,000.00

Tabel 1. Biaya Pengujian Pengetesan (Geotekindo & Metropile)

Pada proyek rusun ASN IKN pengujian untuk 1 tower dengan pengetesan metode aksial sebanyak 2 titik dan lateral 1 titik dengan demikian dalam pengujian untuk kebutuhan 1 tower memerlukan biaya rata-rata sebesar Rp. 1.947.500.000,-. Berdasarkan tabel biaya di atas dapat dianalisis untuk biaya pekerjaan uji beban statik menggunakan metode kentledge / beban mati biaya paling besar adalah biaya akomodasi atau mobilisasi dan demobilisasi personel maupun perlengkapan dari pengujian. Biaya mobilisasi dan demobilisasi menjadi beban biaya paling besar dikarenakan untuk sekali pengujian menggunakan metode ini diperlukan kubus balok ataupun baja WF dengan berat 200% kali dari beban yang akan diuji.

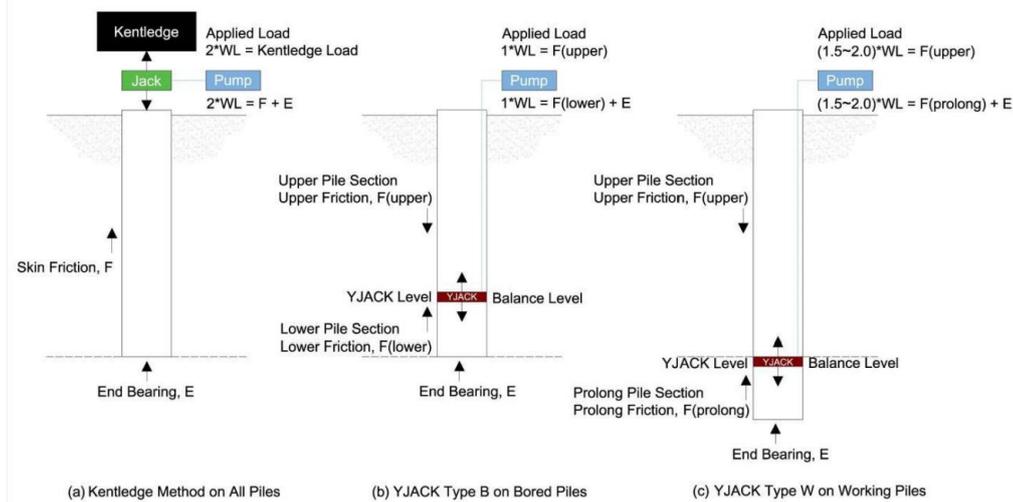
4.4 Metode cell 2 Arah pengujian Beban Statik

Pengujian pondasi menggunakan metode cell 2 arah merupakan suatu teknik canggih yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan daya dukung pondasi suatu struktur. Metode ini melibatkan penerapan beban horizontal pada pondasi dan pengukuran respons terhadap beban tersebut dalam dua arah, horizontal dan vertikal. Pada umumnya, pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat pengukur deformasi seperti strain gauge atau alat pengukur pergeseran yang terpasang pada pondasi.



Gambar 4. Pra-fabrikasi Yjack

Pada saat pengujian, beban horizontal diterapkan secara bertahap pada pondasi untuk mereproduksi tekanan lateral yang mungkin terjadi selama kondisi gempa atau beban lateral lainnya. Sementara itu, sensor-sensor yang terpasang secara strategis memonitor deformasi dan pergeseran pondasi secara akurat. Pada saat yang sama, beban vertikal juga dapat diterapkan untuk menilai kemampuan daya dukung pondasi terhadap beban aksial.



Gambar 5. Perbandingan Teknis Uji Beban Menggunakan Metode Cell 2 arah

Pengujian YJACK akan dilakukan ketika tiang bor telah memperoleh kekuatan beton yang dibutuhkan. Setelah dibeton setidaknya selama 14 hari (atau dengan persetujuan insinyur), pengujian dapat dilakukan. YJACK akan diberi tekanan internal menggunakan sistem hidraulik umum, menciptakan gaya ke atas pada poros pada gesekan atas dan gaya ke bawah yang sama pada gesekan poros bawah ditambah bantalan ujung. Seperti disebutkan, beban dongkrak hidraulik ditentukan dengan menghubungkan tekanan hidraulik yang diterapkan dengan kalibrasi beban. Pengukur tekanan terkalibrasi rentang tinggi akan digunakan untuk membaca tekanan pada saluran pompa dengan minimum 400Bar.



Gambar 6. Intalasi Yjack pada pondasi borepile

Keunggulan utama dari metode cell 2 arah adalah kemampuannya untuk menyediakan data yang mendalam tentang perilaku pondasi di bawah beban lateral dan vertikal secara bersamaan. Ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kapasitas pondasi dalam mengatasi tekanan lateral dan beban aksial yang mungkin terjadi selama umur struktur. Hasil pengujian ini membantu insinyur dalam menilai keandalan pondasi, memvalidasi desain struktural, dan membuat keputusan yang lebih informasional dalam perencanaan konstruksi.

Berdasarkan perhitungan biaya dari PT Anugerah Fondasi selaku aplikator dalam pelaksanaan pengujian beban statik menggunakan metode cell 2 arah pada proyek Pembangunan rusun asn ikn didapatkan rincian biaya sebagai berikut,

No.	Uraian	Sat.	Vol..	PT Anugerah Fondasi Indonesia	
				Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)
I	Pekerjaan Pengetesan Pondasi				
	SLT Aksial Tekan - Metode Cell 2 Arah	titik	2.00	118,000,000.00	236,000,000.00
	Lateral Test	titik	1.00	26,000,000.00	26,000,000.00
	Mob Demob	LS	1.00	304,000,000.00	304,000,000.00
	TOTAL				566,000,000.00

Tabel 2. Biaya Pengujian Pengetesan (PT Anugerah Fondasi Indonesia)

Pada Tabel diatas dapat di Analisa untuk biaya pengujian menggunakan metode cell 2 arah untuk proyek rusun asn ikn dengan melihat kebutuhan pengetesan 1 tower memerlukan biaya sebesar Rp. 566.000.000,- .

Biaya yang terkait dengan metode tiang reaksi pada uji beban statik aksial tekan dapat bervariasi tergantung pada kompleksitas proyek, skala pengujian, dan jumlah tiang yang diuji. Peralatan pengukuran yang canggih dan persiapan yang tepat mungkin diperlukan untuk memastikan akurasi dan keandalan data yang diperoleh selama pengujian. Oleh karena itu, perencanaan dan manajemen biaya menjadi faktor penting dalam pemilihan dan implementasi metode pengetesan.

5. KESIMPULAN

Analisis biaya pada pengujian beban statik pada pondasi adalah proses menyeluruh dalam mengidentifikasi, menghitung, dan mengevaluasi semua biaya yang terkait dengan pelaksanaan suatu proyek konstruksi atau pengembangan. Analisis ini melibatkan perinciannya secara rinci untuk setiap elemen biaya, termasuk bahan, tenaga kerja, peralatan, biaya overhead, dan lainnya. Salah satu tujuan utama dari analisis biaya adalah memberikan gambaran yang jelas tentang estimasi biaya total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, memastikan bahwa sumber daya dan anggaran proyek dikelola dengan efisien. Value Engineering (VE) dalam pekerjaan struktur adalah suatu pendekatan sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan nilai proyek dengan mempertimbangkan fungsi-fungsi esensial suatu struktur, tanpa mengorbankan kualitas dan keamanannya. Berdasarkan 2 metode yang di analisa yaitu pengujian menggunakan metode kentledge / beban mati dan pengujian menggunakan metode cell 2 arah secara hasil perhitung keduanya memiliki akurasi hampir sama, namun dalam penerapan metode cell 2 arah hasil yang didapat lebih menyeluruh karena menghasilkan perhitungan pengetesan Tarik dan tekan secara bersamaan. Berdasarkan biaya untuk pengetesan 1 tower untuk pengujian menggunakan cell 2 arah lebih ekonomis karena pada biaya mobilisasi dan demobilisasi menggunakan alat yang lebih ringkas dan tidak memerlukan banyak persiapan.

No.	Uraian	Sat.	Vol.	PT Metro Menggala		PT Geotekindo		PT Anugerah Fondasi Indonesia	
				Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)	Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)	Harsat (Rp.)	Jumlah (Rp.)
I Metode Kentledge / beban mati									
1	Loading Test Axial	titik	2.00	140,000,000.00	1,400,000,000.00	130,000,000.00	780,000,000.00		-
2	Lateral Test	titik	1.00	45,000,000.00	225,000,000.00	30,000,000.00	90,000,000.00		-
3	Mob Demob	LS	1.00	400,000,000.00	400,000,000.00	1,000,000,000.00	1,000,000,000.00		-
Metode Cell 2 Arah									
1	SLT Aksial Tekan - Metode Cell 2 Arah	titik	2.00		-		118,000,000.00		236,000,000.00
2	Lateral Test	titik	1.00		-		26,000,000.00		26,000,000.00
3	Mob Demob	LS	1.00		-		304,000,000.00		304,000,000.00
TOTAL					2,025,000,000.00		1,870,000,000.00		566,000,000.00

Tabel 3. Perbandingan Biaya Pengujian Pengetesan

Berdasarkan table perbandingan biaya pada pengujian beban statik pada pondasi, maka sebagai Upaya dalam melaksanakan value engineering sebaiknya menggunakan metode cell 2 arah. Dengan menerapkan prinsip-prinsip VE pada pekerjaan pengujian pondasi, proyek dapat mengalami penghematan biaya, waktu, dan sumber daya, sambil tetap memastikan bahwa hasil akhir memenuhi atau bahkan melampaui harapan dan standar yang telah ditetapkan.

6. Reference

- Muhammad Suryadi** Analisis Stabilitas Pada Tanah Timbunan Dengan Perkuatan Geotextile dikombinasikan dengan Dinding Penahan Tanah di Ruas Tol Cisumdawu [Periódico]. - Bandung : Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 2015. - Hal 133-148 : Vol. 20.
- PT. Anugerah Fondasi Indonesia** Indonesia, PT. Anugerah Fondasi [Seção do Livro]. - 2023.
- PT. Anugerah Fondasi Indonesia** Pile Testing [Seção do Livro]. - 2023.
- PT. Anugerah Fondasi Indonesia** Soil Mechanics and Foundation. 3rd Edition [Seção do Livro]. - 2023.
- PT. Bumi Indoensia** Jenis Uji Borepile Pada Pondasi Tiang Bor [Online]. - 2019.
- PT. Bumi Indonesia** Jenis Uji Borepile Pada Pondasi Tiang Bor [Online]. - 2023.
- Roeseno** Penggunaan Cerucuk Bambu pada Tanah Lunak [Periódico] // UGM Press. - 1991.
- Suroso Harimurti dan Harsono, M** Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak [Periódico] // Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 2, No. 1 –. - 2008.
- Suroso Harimurti dan Harsono, M** Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay), Menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Dimensi Cerucuk [Periódico] // Jurnal Rekayasa Sipil. - 2008.