



Pengendalian Banjir dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II Semarang

Octavia Surya Ningtyas, Ikhwanudin

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

E-mail : oktaviasurya01@gmail.com

Abstrak — Penurunan muka air tanah, penurunan permukaan tanah, dan kenaikan permukaan air laut menjadi penyebab bencana di daerah pesisir Kota Semarang. Tambak Lorok sebagai salah satu perkampungan nelayan di pesisir utara Kota Semarang yang berbatasan langsung dengan laut Jawa membuat kawasan tersebut sering terkena bencana banjir rob. Melalui Balai Besar Wilayah Sungai Pemali – Juana Pemerintah Kota Semarang melakukan upaya untuk mengatasi bencana tersebut melalui proyek Pengendalian Banjir dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II dimana tahap I sudah dilakukan pada tahun 2017 sepanjang 1537m. Pada tahap II ini dilakukan dengan membuat tanggul laut yang berada di sisi barat dan timur, kolam retensi dan rumah pompa di kedua sisi wilayah Tambak Lorok. Yang diawali dengan pekerjaan tanah meliputi pemasangan matras bambu, pelapisan geotextile dan timbunan tanah padas, serta struktur tanggul menggunakan material Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP), Spun Pile, dan untuk struktur atas tanggul ditutup dengan Capping Beam, balok tiri, plat lantai, dan dinding parapet. Selain sebagai penahan dan pelindung dari ombak laut tanggul tersebut juga berfungsi sebagai sandaran kapal dari nelayan sekitar. Diharapkan dari adanya proyek tersebut dapat mencegah atau meminimalisir masalah bencana di kawasan Tambak Lorok.

Kata Kunci : CCSP, Spun Pile, Tambak Lorok, Tanah

PENDAHULUAN

Semarang merupakan kota pesisir dan ibu kota provinsi Jawa Tengah, yang memiliki Bandara Ahmad Yani dan Pelabuhan Tanjung Mas sebagai pintu gerbang perekonomian utama Jawa Tengah. Pesatnya pertumbuhan kota-kota di wilayah pesisir menimbulkan permasalahan lingkungan. Salah satu isu global yang muncul adalah perubahan iklim dapat menyebabkan bencana di kota-kota pesisir. Semarang mempunyai beberapa permasalahan lingkungan, antara lain kerusakan akibat pasang surut, menurunnya permukaan air tanah, penurunan permukaan tanah, dan kenaikan permukaan air laut. Untuk mengatasi bencana banjir Rob, BBWS Pemali – Juana melakukan beberapa upaya pengendalian, salah satunya adalah pembangunan Tanggul Rob atau tanggul laut pada kawasan pesisir kampung nelayan Tambak Lorok meliputi sisi barat dan sisi timur kawasan tersebut. Umumnya tanggul digunakan untuk mencegah banjir pada dataran terlindung. Saat merencanakan dan merancang tanggul, yang terbaik adalah mempertimbangkan tidak hanya persyaratan teknis dan estetika seperti fungsi dan kepraktisan, kondisi lokasi, jenis konstruksi, biaya konstruksi, pengerjaan, tetapi juga fungsi perlindungan banjir. Perencanaan desain tanggul dalam pembangunan infrastruktur pengendali banjir sangat berperan dalam menentukan bentuk konstruksi dan fungsinya, di mana hal ini menjadikan sebagai faktor dalam menata kawasan pesisir laut guna dijadikan sebagai pusat mata pencaharian nelayan setempat. Untuk itu, perlu adanya beberapa pilihan desain struktur yang dijadikan sebagai acuan dalam menentukan desain yang tepat, baik dalam menentukan variasi-variasi bentuk, teknis, fungsional, serta keseimbangan bentuk dari estetika tersebut.

METODELOGI PELAKSANAAN PEKERJAAN

Metode Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Metode Observasi (Pengamatan)

Metode observasi dilakukan dengan mengamati langsung tahapan pelaksanaan dan proses pengerjaan konstruksi pada pekerjaan pondasi dan pekerjaan tanggul dari lokasi.

2. Metode *Interview* (Wawancara)



Pelaksanaan metode wawancara ini dilakukan dengan tanya jawab mengenai hal-hal yang belum dipahami dalam suatu proses pekerjaan yang sedang berlangsung. Metode ini ditujukan kepada pihak terkait yang mengerti mengenai teknik maupun pengawasan pekerjaan dari awal sampai akhir pekerjaan.

3. Metode Pustaka (Literatur)

Dalam metode pustaka dilaksanakan dengan mencari informasi data yang terkait dalam proyek dengan bereferensikan dari internet, jurnal ataupun buku.

4. Metode Instrumen

Metode instrumen dalam pelaksanaan dilakukan dengan alat bantu seperti kamera handphone ataupun alat tulis guna untuk mendapatkan data-data ataupun informasi mengenai proyek terkait.

Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan



Gambar 1. Bagan Alur Pekerjaan Tanah dan Struktur Tanggul

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data Proyek

Lokasi pekerjaan Proyek Pengendalian Banjir Dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II berada di Jl. Tambak Mulyo, Kelurahan Tanjung Mas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang Jawa Tengah. Proyek tersebut dikerjakan oleh PT Basuki – Sumber - Sejahtera, KSO. Dengan nilai kontrak sebesar Rp. 225.108.718.520,- (include PPN) dan masa pelaksanaan selama 540 Hari Kalender. Proyek yang dikerjakan dengan data umum berikut :

1. Panjang Tanggul Timur : 730 m
2. Panjang Tanggul Barat : 1390 m
3. Lebar Tanggul Timur : 12 m (STA P0+060 — A0+400)
4. Lebar Tanggul Barat : 8 m (STA P0+075 — P0+725); 12 m (STA P0+725 — P0+1390)
5. Tipe Tanggul : Tanggul dengan perkuatan *Corrugated Concrete Sheet Pile* (CCSP)
 W500 — 1000L, L=18 m, K-700
Spun Pile ϕ 60, L=36 m, K-600
 Dinding Parapet, L =1,8 m, K-300
 Capping Beam 80x50, K-300
 Plat Lantai, t = 25 cm, K-300
6. Elevasi : Elevasi dasar CCSP = -16,50 m
 Elevasi dasar Spun Pile = -34,50 m
 Elevasi lantai dermaga = +1,50 m
 Elevasi puncak tanggul = +3,30 m

Pedoman Pelaksanaan Pekerjaan



Saat melaksanakan pekerjaan konstruksi di lokasi, berbagai hal perlu dipikirkan dan diperhitungkan selama proses konstruksi, dan bahan serta metode konstruksi yang digunakan berbeda-beda tergantung pada pekerjaan teknis pekerjaan. Urutan proses konstruksi juga harus sesuai dengan rencana kerja yang telah dibuat sebelumnya. Selain itu, agar pembangunan berjalan lancar dan selesai sesuai rencana, perlu disertakan pedoman-pedoman yang menjadi landasan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

Pedoman-pedoman yang digunakan dalam tahap pelaksanaan pekerjaan suatu proyek konstruksi antara lain:

1. Rencana kerja dan syarat-syarat umum mengenai proyek yang tercantum dalam dokumen kontrak.
2. Gambar kerja (*Shop Drawing*) yang sudah disetujui oleh pihak kontraktor dan pihak konsultan pengawas.
3. Jadwal kerja yang telah ditetapkan sehingga tidak terjadi keterlambatan.
4. Peraturan-peraturan umum mengenai pekerjaan konstruksi yang berlaku.

Pekerjaan Tanah dan Struktur Tanggul

1. Bambu

Bambu yang digunakan untuk matras dan cerucuk merupakan jenis bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang berasal dari daerah Kabupaten Temanggung. Menurut spesifikasi teknis, bambu harus memiliki panjang 4 meter dengan diameter 10 centimeter dan secara visual bambu lurus tanpa percabangan dahan.

2. Geotextile

Geotextile yang dipakai pada proyek ini adalah *geotextile* berjenis *woven* (anyaman) dan *non-woven* (polos).

3. Tanah Padas

Tanah yang dipakai sebagai bahan timbunan adalah tanah mendatangkan dari luar lokasi (*quarry*) pekerjaan bahan tanggul/timbunan yang berasal dari luar maupun dari bantaran harus terlebih dahulu diteliti di laboratorium Mekanika Tanah sebelum digunakan.

4. Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)

Pekerjaan tanggul pada Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II menggunakan CCSP W 500–1000, L=18 m, K-700. Penyedia CCSP antara lain adalah Wika Beton, Abipraya Beton, dan Surya Beton Precast. Pada saat penyimpanan, CCSP dapat ditumpuk maksimal empat lapis dengan diganjal kayu pada masing-masing lapisnya.

5. Spun Pile

Pada Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Tambak Lorok Tahap II, digunakan spun pile berdiameter 60 cm dengan mutu beton K-600.

Pelaksanaan Pekerjaan Tanah dan Struktur Tanggul

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dimaksudkan untuk mempersiapkan semua material atau keperluan dalam suatu pekerjaan, seperti pengadaan barang dan alat kerja.

2. Tahap Pemasangan Bambu

Pertama, pekerjaan dimulai dengan tahap penyiapan bambu mentah menjadi cerucuk dan matras bambu. Bambu yang datang dilakukan inspeksi oleh kontraktor dan konsultan supervisi. Apabila telah memenuhi persyaratan, maka bambu akan difabrikasi. Kedua, proses fabrikasi untuk cerucuk dilakukan dengan meruncingkan bambu pada bagian ujung sehingga mempermudah penancapan ke tanah. Sedangkan untuk fabrikasi matras, bambu sejumlah 16 batang ditumpuk secara melintang menjadi dua lapis, 8 di atas dan 8 di bawah bawah dan diikat menggunakan tali tambang. Ketiga,



cerucuk dan matras bambu yang telah selesai dibuat kemudian dilangsir dari tempat fabrikasi menuju lokasi pemasangan menggunakan *excavator* dengan cara diikatkan pada *bucket*. Pada lokasi pemasangan, matras bambu akan ditempatkan terlebih dahulu pada lokasi yang telah ditentukan menggunakan *excavator*. Setelah matras bambu terpasang sesuai rencana, selanjutnya cerucuk ditancapkan dengan cara didorong menggunakan *bucket excavator*.

3. Tahap Penghamparan *Geotextile*

Geotextile dipasang atau dihamparkan setelah pekerjaan matras dan cerucuk bambu selesai. *Geotextile* dibawa dari gudang penyimpanan menuju lokasi pemasangan. *Geotextile* kemudian dihamparkan secara manual menggunakan tenaga pekerja. *Geotextile* yang telah terhampar kemudian diberi pemberat berupa bongkahan padas agar posisinya tidak berubah akibat angin maupun gelombang air laut.

4. Tahap Penimbunan Tanah Padas

Pekerjaan timbunan tanah padas sebagai badan tanggul dimulai dengan pengangkutan material dari *quarry* menuju lokasi proyek menggunakan *dump truck*. Berikut disajikan bagan alir pekerjaan timbunan tanah. Material tanah timbunan yang datang diturunkan dari bak truk lalu diratakan menggunakan *bulldozer* untuk memudahkan proses penghamparan tanah ke atas *geotextile*. Tanah padas yang telah didorong sedemikian rupa kemudian dihamparkan ke atas lapisan *geotextile* menggunakan *excavator*. Hamparan tanah padas lalu dibungkus oleh *geotextile* dan ditimbun kembali menggunakan tanah padas hingga mencapai elevasi yang telah direncanakan. Setelah timbunan tanah telah sesuai elevasi rencana, maka dilakukan pemadatan menggunakan *vibro roller* dengan sesekali disiram air menggunakan *water tank*.

5. Tahap Pemancangan CCSP

Pekerjaan pemancangan CCSP dimulai dengan menentukan titik-titik pancang sesuai gambar kerja. Agar CCSP dapat dipancang pada lokasi yang akurat baik pada sisi vertical maupun horizontal, digunakan alat bantu berupa theodolite, waterpass atau total station. Setelah titik ditentukan, selanjutnya dilakukan pemasangan *guide beam* yang bertumpu pada angkur. *Guide beam* berfungsi sebagai tempat pertelakan untuk membantu menjaga posisi CCSP agar tidak bergeser ketika dipancangan ke tanah. Untuk mempermudah proses pemancangan CCSP, maka sebelumnya tanah pada titik pemancangan digemburkan menggunakan angkur baja. Hal ini juga dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat batuan keras pada lapisan tanah sehingga menghindari CCSP retak pada bagian bawah. CCSP kemudian diangkat menggunakan *crawler crane* dan diposisikan dalam *guide beam*. Pengkatan CCSP dilakukan dengan cara dikaitkan pada salah satu ujung CCSP untuk mengantisipasi kemungkinan CCSP bengkok bahkan patah. CCSP yang telah terpasang pada *guide beam* lalu dipancang menggunakan *vibro hammer*. Pemancangan berhenti ketika telah mencapai elevasi yang ditentukan atau ketika menemui batuan, yang ditandai dengan ketidakmampuan CCSP menembus lapisan tanah dan ujung atas CCSP mulai retak akibat tekanan *vibro hammer*. Setelah pemancangan selesai, *guide beam* dilepas dan dilakukan pengukuran kembali letak dan kelurusan CCSP oleh surveyor. Kemudian, dilakukan pekerjaan pembobokan CCSP sedalam 40 cm dari top elevasi untuk mengakomodasi pekerjaan *capping beam*.

6. Tahap Pemancangan *Spun Pile*

Pekerjaan pemancangan *spun pile* diawali dengan penentuan titik-titik lokasi pancang. Untuk membantu penentuan titik pancang agar akurat sesuai rencana, digunakan alat total station dan diberi patok berupa bambu yang diberi warna merah. Setelah ditentukan lokasi pemancangan, selanjutnya *spun pile* diangkat menggunakan *crawler crane*. Pengangkatan ini dilakukan pada salah satu ujung *spun pile*. Ketika pengangkatan, *spun pile* dilakukan penyetelan vertikal dengan diperiksa menggunakan *waterpass* agar posisi benar-benar tegak lurus dengan bidang pemancangan. Pemancangan dilakukan menggunakan *diesel hammer*. Alat pancang diposisikan sedemikian rupa sehingga *hammer* tepat pada patok titik *spun pile*. Pemancangan dilakukan dengan cara menjatuhkan *hammer* secara kontinyu ke atas *helmet*. Setelah *bottom pile* terpancang, dilakukan pemancangan *middle pile* dan *upper pile* dengan cara disambung menggunakan sistem pengelasan. Proses pengelasan *spun pile* harus dilakukan secara teliti sesuai



karena apabila terjadi ketidaklurusan antartiang, maka akan menyebabkan penyaluran beban yang tidak sempurna dan berisiko menyebabkan spun pile retak. Proses pemancangan berhenti ketika upper pile telah mencapai elevasi yang direncanakan. Kemudian, pada ujung atas spun pile dilakukan pembobokan sedalam 40 cm agar tulangan spun pile bisa diikat ke capping beam.

Pengendalian Mutu

Pengendalian terhadap mutu sangat penting untuk menjamin kekuatan struktur yang telah dirancang sehingga konstruksi bangunan yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan direncanakan. Pengendalian mutu bukan hanya dilakukan dengan cara-cara inspeksi atau pemeriksaan lalu dilakukan tindakan koreksi pada periode tertentu, tetapi dilakukan selama proses berlangsungnya pembuatan produk. Selain itu, pengendalian mutu juga dapat dilakukan dengan melakukan uji kelayakan. Produk akhir yang tidak memenuhi syarat maka harus diperbaiki atau tidak dipakai sama sekali. Produk akhir yang telah memenuhi standar dan telah diverifikasi ulang maka dapat digunakan. Berikut beberapa dari banyaknya pengujian yang dilakukan untuk pengendalian mutu :

- *Geotextile*

Pengendalian mutu *geotextile* juga dilakukan melalui pengujian di laboratorium. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari *geotextile* yang dipakai sebagai perkuatan timbunan tanah. Pengujian sifat mekanis *geotextile* dilakukan di Laboratorium Pengujian Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Tekstil.

- Uji *Sandcone*

Melalui pengujian kepadatan beberapa titik di lapangan menggunakan *sand cone*, disyaratkan bahwa kepadatan di lapangan minimal adalah 90% dari kepadatan tanah yang dilakukan pengujian di laboratorium. Apabila kepadatan tanah kurang dari 90%, maka dilakukan pemadatan tanah kembali menggunakan *vibro roller*.

Permasalahan dan Pembahasan

1. CCSP Tidak Dapat Terpancang Sesuai Elevasi Rencana

Pemancangan CCSP pada tanggul laut Tambak Lorok sisi barat mengalami kendala dalam pekerjaan konstruksinya, yakni terdapat CCSP yang tidak bisa terpancang sesuai elevasi rencana. Hal ini diakibatkan oleh kondisi tanah asli pada lokasi pemancangan CCSP. Pada lapisan tanah di bawah kedalaman 10 m kemungkinan terdapat benda keras yang tidak teridentifikasi, sehingga apabila dipaksakan untuk erus dipancang sampai kedalaman rencana akan menyebabkan CCSP retak.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan pemotongan panjang CCSP yang terpancang agar elevasinya sama. Hal ini karena upaya dan biaya untuk membongkar CCSP dan menggali tanah untuk menghilangkan objek yang menghalangi pemancangan terlalu besar sehingga atas persetujuan pihak- pihak terkait diperbolehkan untuk dilakukan pemotongan CCSP

2. Lumpur Terdesak Keluar Akibat Konsolidasi Tanah

Timbunan tanah padas untuk badan tanggul yang mengalami konsolidasi menyebabkan lumpur pada lapisan di bawahnya menjadi terdesak keluar menuju sisi samping timbunan. Hal ini menyebabkan tambak warga terkena imbas lumpur yang keluar sehingga mengurangi kedalaman dan kapasitas tambak. Solusi dari permasalahan lumpur yang terdesak keluar akibat konsolidasi tanah dengan cara pengerukan lumpur menggunakan excavator lalu diangkut menggunakan dump truck untuk dibuang ke disposal area.

3. Trase Timbunan Tanggul Terhalang Kapal Nelayan

Perahu nelayan yang ditambatkan di sekitar area lokasi menghambat jalannya proyek trase tanggul



laut yang telah direncanakan ternyata menabrak tempat sandar kapal para nelayan sehingga memunculkan permasalahan sosial yang harus diselesaikan kontraktor pelaksana. Solusi bersama dari masalah diatas yakni dilakukan sosialisasi serta pemberian tali asih kepada para nelayan oleh HSE *officer* sehingga kapal-kapal dapat dipindahkan dan penimbunan tanggul dapat terus berlanjut hingga selesai.

KESIMPULAN

Berdasarkan apa yang didapat, pertama-tama Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II yang merupakan milik BBWS Pemali – Juana dibangun untuk menanggulangi banjir yang melanda kawasan tersebut yang diakibatkan penurunan muka air tanah serta kenaikan muka air laut di daerah pesisir. Pengamatan yang dilakukan selama ini yakni mengamati pekerjaan terkait pekerjaan tanah dan struktur tanggul bagian bawah yang meliputi pemancangan CCSP dan *Spun Pile*. Jenis tanggul yang dibuat pada Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Tambak Lorok Tahap II menggunakan perkuatan *corrugated concrete sheet pile* (CCSP) dan *spun pile* untuk menahan gaya lateral tanah yang menekan CCSP. Untuk realisasi pekerjaan dari metode, pelaksanaan, hingga pengendalian mutu cukup baik dan permasalahan yang terjadi selama pekerjaan mendapat solusi yang baik pula.

SARAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada saat kerja praktik maka ada beberapa saran yang dapat disampaikan yakni, perlunya meningkatkan disiplin waktu dalam bekerja. Untuk pihak-pihak yang kiranya melanggar aturan alangkah baiknya pelaksana memberi ketegasan pada hal tersebut. Serta untuk hal-hal yang berkaitan dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja perlu perhatian lebih atas kedisiplinan pekerja di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada seluruh pihak yang telah membantu pada penyusunan artikel ini saya ucapkan banyak terima kasih, terutama pihak BBWS Pemali-Juana yang sudah mengizinkan untuk bisa mengikuti kerja praktik di Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Kawasan Tambak Lorok Tahap II serta PT Basuki-Sumber-Sejahtera, KSO selaku kontraktor yang sudah menerima kami dengan baik dan memberikan ilmu-ilmu yang belum pernah kami dapatkan. Tak lupa pula saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan teknik sipil UPGRIS dan semuanya yang telah mendukung serta membantu dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Muthia., Haris, Virgo S., dan Saleh, Alfian. 2023. Karakteristik Tanah Timbun Sebagai Pengganti Subgrade. *JICE - Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, Volume 3, No. 2, Juli 2023, 100 - 103. Pekanbaru: Universitas Lancang Kuning.
- Fathurrozi., dan Rezqi, Faisal. 2016. Sifat-Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Timbunan Badan Jalan Kuala Kapuas. *Jurnal POROS TEKNIK*, Volume 8, No. 1, Juni 2016, 1 - 54. Banjarmasin: PoliteknikNegeri Banjarmasin
- Harahap, Malasari. 2023. Studi Desain Pembangunan Tanggul Laut Semarang Terhadap Ekosistem Mangrove dan Tambak di Pesisir Tambak Lorok dan Genuk. Tesis, Sekolah Pascasarjana. Semarang: Universitas Diponegoro.
- HUSODO, I. T., Ikhwanudin, I., & Yudaningrum, F. (2021, December). Karakteristik Tanah SedimenBanjir Kanal Timur Semarang Dengan Stabilisasi Semen Berdasarkan Uji Direct Shear. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 2, pp. 304-324).
- Ikhwanudin, I., Mohammad Debby Rizani, M. D. R., M Chamim Nufis, M., & M Ridwan, M. R. (2023).



PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI BANGER KOTA SEMARANG DENGAN ANALISA HEC-RAS. OPTIMALISASI KEBUTUHAN AIR DAERAH IRIGASI BODRI BENDUNG JUWERO KABUPATEN KENDAL, 18(2).

- Ikhwanudin, F. Yudaningrum, N. Hidayah, A. Rossid, Penanggulangan banjir di jalan brigjen s. Sudiarto kota semarang sta. 0.00 – 8.00
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2022. Advis Teknis Desain Tanggul Sebagai Upaya Pengendalian Banjir dan Rob di Kawasan Tambak Lorok, Semarang. Buleleng: Balai Teknik Pantai
- Marfai, M. A. et al. 2013. Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. Jurnal Bumi Lestari, Volume 13 No. 2, Agustus 2013. 244 -256. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- PT Basuki - Sumber - Sejahtera, KSO. 2022. DED Proyek Pengendalian Banjir dan Rob Tambak Lorok Tahap II. Semarang: PT Basuki - Sumber - Sejahtera, KSO.
- PT Wijaya Karya (Persero) Tbk. 2018. Metode Pelaksanaan Pekerjaan CCSP (Corrugated Concrete Sheet Pile). Padaleunyi: PT Wijaya Karya (Persero) Tbk
- Safrina, Shera., Wiqoyah, Qunik., dan Nuswantoro, Dian. 2023. Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Uji Sand Cone Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Keyongan - Batas Kab. Sragen R.205. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023: 355-360. Surakarta, 21 Maret 2023: Universitas Muhammadiyah Surakarta