

Metode Pemasangan *Lining* Beton *Pre-Cast* Pancang

Naufaldy Rexanaji

23-867

ABSTRAK

Jaringan irigasi SS, Kandanghaur, dan SS, Eretan CS merupakan proyek yang terletak di Desa Anjatan, Kecamatan Wanguk, Kabupaten Indramayu. Rehabilitasi dan modernisasi irigasi dilakukan karena usia saluran irigasi yang sudah cukup tua, sehingga menyebabkan kinerja pelayanan air menurun. Rehabilitasi dan modernisasi irigasi ini bertujuan untuk memperbaiki saluran dengan pelapisan/pemasangan lapisan blok beton pada saluran, sehingga dapat mengurangi faktor kehilangan air. Beton Pre-Cast adalah jenis beton yang dicetak di pabrik yang dirancang khusus untuk saluran irigasi yang berfungsi sebagai lapisan penahan pada permukaan saluran. Terdapat 5 tahapan pekerjaan mengenai metode pemasangan Lining Beton Pre-Cast Pancang, yaitu Persiapan, Stake out, Galian Saluran, Pemasangan Dolken, Pemasangan Lining.

Kata kunci: Modernisasi Irigasi, *Lining* Struktur, Beton *Pre-Cast*

1 PENDAHULUAN

Proyek Rehabilitasi, Peningkatan dan Modernisasi Jaringan Irigasi SS. Kandanghaur Cs dan SS. Eretan Cs merupakan sebuah proyek yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi saluran dan mengoptimalkan distribusi air irigasi ke sawah-sawah serta meningkatkan efisiensi penggunaan air. Saluran Skunder Kandanghaur dan Eretan terletak di sungai Salam darma di dari Propinsi Jawa Barat. Daerah Irigasi ini termasuk salah satu dalam jaringan Daerah irigasi Tarum Timur dari waduk jati luhur daerah irigasi yang terluas di Propinsi Jawa Barat, daerah irigasinya membentang mulai dari Bangunan Bagi Sadap Bugis meliputi wilayah administratif kabupaten Indramayu. Kebutuhan air irigasinya diambil dari Bendung Salam darma melalui pintu intake Bangunan Bugis 1. (Spesifikasi Teknis).

Dalam pembuatan saluran irigasi, pada umumnya terdapat kelemahan, yaitu : Mudah bocor dan sering kali airnya merembes, pekerjaannya relatif lama dan biaya operasional mahal, dan sulit terkontrolnya keseragaman kualitas bahan. Dengan begitu, Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) PUPR, merancang saluran irigasi dengan material beton cor atau

beton precast yang sudah dicetak per modul / per bagian, dari mulai pondasi, lantai, siku dan penutup atasnya. Pada pelaksanaan pekerjaan rehabilitasi, peningkatan dan modernisasi pada jaringan Irigasi SS. Kandanghaur dan SS. Eretan menggunakan pada kemiringan *slope*-nya saja (disebut juga dengan *lining pre-cast* pancang) didalamnya memiliki tulangan *wiremesh* M8-150, terdapat timbulan di bagian atas, terdapat lekukan ke kedalam di bagian bawah (sebagai pengunci. Fungsi utama dari Modernisasi Irigasi SS Kandanghaur dan SS Eretan Cs ini adalah untuk memperbaiki saluran yang ada dengan pekerjaan stuktur *lining* atau pelapisan beton pracetak pada saluran sungai sehingga dapat berdampak positif pada kinerja sistem irigasi.

Dengan tujuannya penelitian ini sebagai bahan pembelajaran langsung di lapangan agar penulis sekaligus pembaca bisa tahu mengenai metode pekerjaan struktur *lining* serta permasalahannya.

2 LATAR BELAKANG

Pengembangan infrastruktur irigasi memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya air di Indonesia. Sejalan dengan upaya tersebut, proyek rehabilitasi dan modernisasi jaringan irigasi telah menjadi fokus utama guna meningkatkan efisiensi penggunaan air dan memastikan distribusi yang merata ke lahan pertanian.

Metode yang digunakan dalam proyek rehabilitasi, peningkatan dan modernisasi SS Kandanghaur dan SS Eretan Cs adalah dengan menggunakan *lining* beton *Pre-Cast* pancang. Metode ini menonjolkan keunggulan dalam proses instalasi dan hasil akhir yang memberikan dampak positif pada kinerja sistem irigasi. Proyek ini secara spesifik merujuk pada rehabilitasi jaringan irigasi di wilayah SS, Kandanghaur CS, dan SS, Eretan CS. Metode pemasangan *lining* beton *Pre-Cast* pancang memiliki beberapa keunggulan, yaitu cepat dan efisien, presisi dan konsisten, memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah, ketahanan terhadap korosi dan erosi, kemudahan dalam perawatan.

Dengan mempertimbangkan keunggulan tersebut, penulis tertarik membahas lebih jauh dalam penerapan metode pemasangan *lining* beton *Pre-Cast* pancang pada proyek rehabilitasi, peningkatan dan modernisasi irigasi SS, Kandanghaur CS, dan SS, Eretan CS.

3 TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Irigasi

Irigasi telah menjadi bagian integral dari pertanian sejak zaman kuno. Menurut (Yijie Zhuang, 2018), sistem irigasi digunakan untuk meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman. Studi oleh (Kuns, 2018) menguraikan evolusi sistem irigasi dari praktek-praktek tradisional hingga inovasi modern. Perkembangan teknologi irigasi mencerminkan adaptasi manusia terhadap perubahan lingkungan.

Dalam penelitian yang diterbitkan oleh (Food and Agriculture Organization, 2015), manfaat irigasi termasuk peningkatan produksi tanaman, stabilitas produksi, dan diversifikasi tanaman. Irigasi juga memiliki peran penting dalam mengurangi risiko kekeringan.

3.2 Rehabilitasi dan Modernisasi Irigasi

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Indonesia, rehabilitasi merujuk pada upaya perbaikan dan pemulihan struktur atau fasilitas yang telah mengalami kerusakan atau keausan. Sementara itu, modernisasi mencakup pengenalan teknologi terkini dan peningkatan fungsionalitas agar infrastruktur tetap relevan dalam perkembangan zaman (D. PUPR, 2018). Rehabilitasi dan modernisasi infrastruktur sangat penting untuk meningkatkan daya tahan, efisiensi, dan keberlanjutan infrastruktur. Proses ini mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kualitas hidup, dan memastikan infrastruktur tetap memenuhi tuntutan zaman.

Dalam konteks irigasi, rehabilitasi dan modernisasi infrastruktur irigasi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi kerugian, dan mendukung ketahanan pangan. Penelitian oleh (Carriço et al., 2021), menyoroti pentingnya rehabilitasi sistem irigasi yang sudah ada untuk mengoptimalkan kinerja.

3.3 Lining Beton Pre-Cast

Lining beton *Pre-Cast* adalah metode konstruksi yang melibatkan penggunaan elemen beton yang diproduksi di pabrik dan kemudian diangkut ke lokasi proyek untuk pemasangan. Menurut ACI, elemen beton *Pre-Cast* ini umumnya memiliki dimensi yang telah ditentukan sebelumnya dan memenuhi standar kualitas tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh (Mehta, 2004) menggarisbawahi keunggulan teknis dari penggunaan *lining* beton *Pre-Cast*, termasuk ketahanan terhadap korosi, kekakuan struktural, dan konsistensi dimensi. Metode ini memungkinkan produksi elemen dengan kualitas yang lebih terjamin dan presisi yang tinggi.

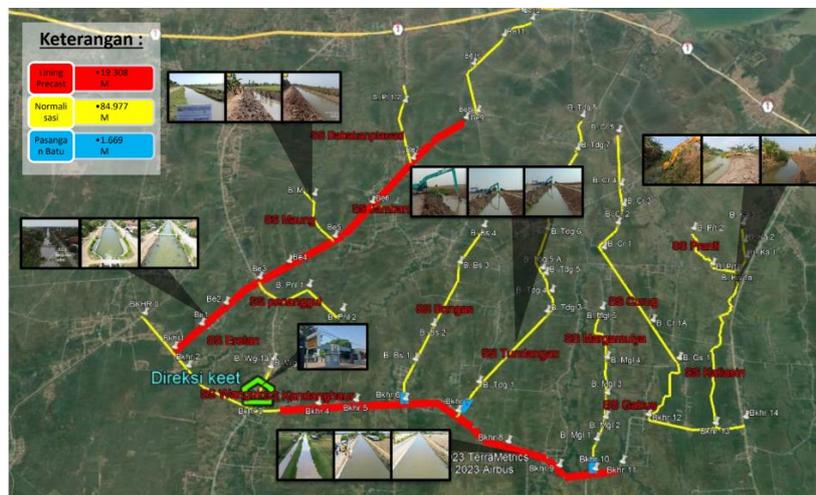
Menurut (American Concrete Institute, 2008), penggunaan *lining* beton *Pre-Cast* dapat memberikan keuntungan ekonomi dan waktu. Proses produksi di pabrik mengurangi waktu pemasangan di lapangan, sehingga mempercepat penyelesaian proyek dan mengurangi biaya tenaga kerja. Berdasarkan penelitian oleh (Mehta, 2004) karakteristik material beton *Pre-Cast*, termasuk komposisi bahan, proses pengerasan, dan perawatan pasca produksi, memainkan peran kunci dalam menentukan kekuatan dan daya tahan elemen beton *Pre-Cast*.

Dalam studi kasus oleh (Carriço et al., 2021) menunjukkan bahwa penerapan *lining* beton *Pre-Cast* dalam proyek rehabilitasi dan modernisasi jaringan irigasi dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi kebocoran, dan memperpanjang umur layanan infrastruktur irigasi.

4 METODE

4.1 Lokasi Penelitian

Letak penelitian yang dilaksanakan berlokasi pada Desa Anjatan, Kecamatan Wanguk, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Lokasi ini juga menjadi tempat berlangsungnya proyek Rehabilitasi, Peningkatan dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

4.2 Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini dilakukan metode observasi. Dengan metode ini, penulis mendapatkan informasi dan data melalui pengamatan dan dokumentasi secara langsung. Sebagaimana untuk dipaparkan pada penulisan jurnal ini.

Data Umum Proyek

| | |
|---------------------|---|
| Nama Proyek | : Rehabilitasi, Peningkatan Dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS |
| Lokasi Pekerjaan | : Anjatan, Wanguk, Indramayu |
| Konsultan Supervisi | : PT. Virama Karya Persero KSO – Cirijsa EC-Saka BYS. |
| Penyedia Jasa | : PT. Brantas Abipraya (Persero) |
| Kontrak | : HK.02.01/PPK-IRG.I/SNVT-PJPAC/07/2023 (30 Maret 2023) –MYC |
| Nilai Kontrak | : Rp 212.903.458.908 (tidak termasuk PPN) |
| Masa Pelaksanaan | : 420 hari kalender |
| Masa Pemeliharaan | : 365 hari |

Data Teknis Proyek

| | |
|---------------------------------------|------------------------|
| Total Panjang Normalisasi Sungai | : 84.977,11 M' |
| Total Panjang Pekerjaan <i>Lining</i> | : 19.308 M' |
| Dimensi <i>Lining</i> | : 0,12m x 0,70m x 3,5m |
| | : 0,12m x 0,70m x 3,0m |
| | : 0,12m x 0,70m x 2,5m |
| | : 0,12m x 0,70m x 2,0m |
| Mutu Beton | : K-300 |

4.3 Ruang Lingkup Pengamatan di Lapangan

Kegiatan pengamatan pada saat di lokasi Proyek Rehabilitasi, Peningkatan Dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS, untuk mendapatkan informasi mengenai metode pekerjaan struktur *lining* sebagai bahan penelitian, meliputi tahapan pekerjaan :

1. Persiapan
2. *Stake out*

3. Galian Saluran
4. Pemasangan *Dolken*
5. Pemasangan *Lining*

4.4 Alat dan Bahan

Dalam melaksanakan kegiatan proyek pemasangan lining beton pre-cast diperlukan alat bantu untuk memudahkan dan meningkatkan kualitas pengerjaan. Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan pada kegiatan proyek Rehabilitasi, Peningkatan Dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS.

Tabel 1 Alat dan Bahan

| No | Gambar | Kegunaan |
|----|---|--|
| 1 |  | <i>Excavator PC-200</i> , untuk pekerjaan galian saluran |
| 2 |  | <i>Excavator PC-200 long arm</i> , untuk pekerjaan galian saluran |
| 3 |  | <i>Excavator PC-75</i> , untuk pekerjaan galian saluran dan pemasangan <i>lining</i> |

| No | Gambar | Kegunaan |
|----|--|---|
| 4 |  | <i>Dump Truck</i> , untuk hauling hasil galian ke disposal area |
| 5 |  | Dolken, sebagai penguat struktur tanah |
| 6 |  | <i>Lining Precast</i> , untuk tahap pekerjaan <i>Lining</i> |

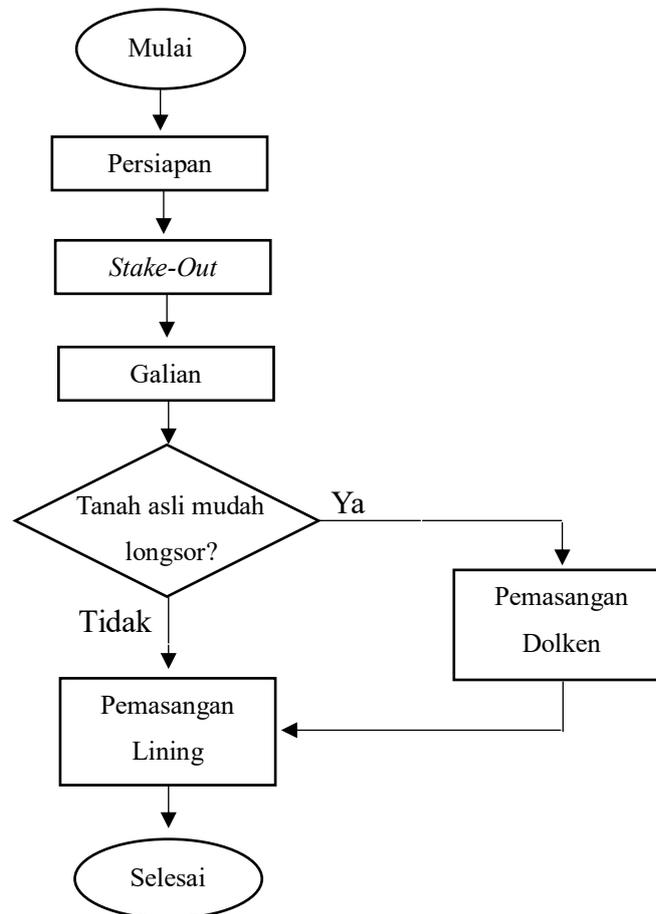
4.5 Teknik Pengumpulan Data

Terdapat teknik pengumpulan data untuk melengkapi sumber atau informasi umum mengenai pelaksanaan pekerjaan *lining* :

1. Pustaka, yaitu pengumpulan data dengan mencari informasi lewat website ataupun artikel blogspot.
2. Studi lapangan penyusunan data langsung dari lapangan.
3. Wawancara langsung. Untuk memperjelas prosedur kegiatan yang dilakukan di lokasi proyek, penyusun melakukan wawancara langsung dengan pelaksana lapangan, mandor, serta pekerja.
4. Instrumen. Dalam hal ini didapat menggunakan alat bantu seperti kamera/hanphone.

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pelaksanaan merupakan tahapan pekerjaan yang biasanya diampu oleh pelaksana lapangan yang memiliki tugas dan tanggung jawab terhadap proses pelaksanaan pekerjaan, dan diawasi langsung oleh konsultan lapangan. Berikut adalah diagram alir dari metode pekerjaan struktur *lining* :



Gambar 2 Diagram Alir Metode Pekerjaan Struktur *Lining*

Berdasarkan diagram alir diatas, berikut detail penjelasan terkait dengan tahapan metode pekerjaan struktur *lining*:

5.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan pertama yang dilakukan saat proses konstruksi dimulai. Pekerjaan persiapan dilakukan untuk menjamin kebutuhan konstruksi tersedia dan lahan konstruksi sudah dalam keadaan siap kerja. Selain itu, pekerjaan persiapan juga menjamin keamanan dan keselamatan bagi semua komponen yang berada di sekitar proyek konstruksi.

1) Alat Pelindung Diri (APD)

Alat Pelindung Diri atau disingkat APD adalah suatu peralatan yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja (Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, 2010). Berikut merupakan alat pelindung diri yang umumnya digunakan pada kegiatan proyek konstruksi.

Tabel 2 Alat Pelindung Diri (APD)

| No | Gambar | Kegunaan |
|----|--|---|
| 1 |  Helm Safety | Melindungi kepala dari material yang dapat melukai kepala |
| 2 |  Kacamata | Melindungi dari sinar matahari dan debu |
| 3 |  Masker | Melindungi dari debu polusi dan bau tidak sedap |
| 4 |  Rompi | Memudahkan untuk mengenali pekerja, sehingga meminimalisir potensi kecelakaan |
| 5 |  Sarung Tangan | Melindungi telapak tangan dari benda yang dapat melukai tangan |

| No | Gambar | Kegunaan |
|----|---|--|
| 6 |  <p>Sepatu <i>Safety</i></p> | Melindungi kaki dari benda yang dapat melukai kaki |

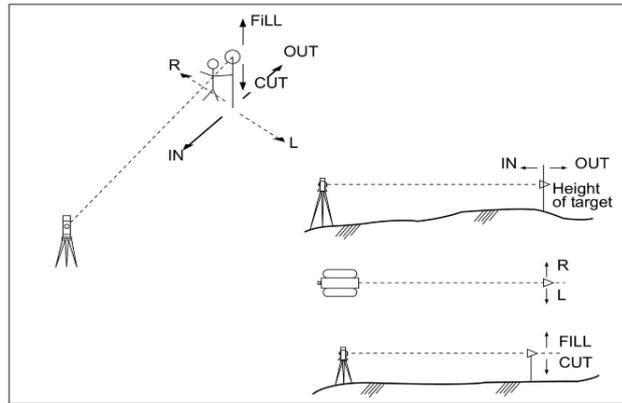
2) Pembersihan Lahan

Sebelum proses konstruksi dimulai, lokasi dibersihkan dari benda-benda yang dapat mengganggu pekerjaan seperti pohon, semak-semak, dan lainnya. Pada pembersihan lahan ini diperlukan alat bantu, yaitu excavator. Kemudian, semua sisa pembersihan lahan akan dibuang ke disposal area (lokasi pembuangan). Sisa pembersihan akan diangkut menggunakan *Dump Truck*. Kapasitas *Dump Truck* yang digunakan tidak terlalu besar dikarenakan lahan proyek yang akan dibersihkan tidak memiliki jalan akses yang cukup lebar. Pembersihan lahan dilakukan bersamaan dengan pengelupasan lapisan tanah permukaan (*Top Soil*).

5.2 Stake-Out

Stake out adalah suatu pengukuran yang digunakan untuk menentukan lokasi koordinat suatu titik di lapangan. Prinsipnya adalah terbalik dengan konsep pengambilan data lapangan. Kalau pengambilan data lapangan kita mencari/mengukur koordinat titik dari lapangan, sedangkan *stake out* adalah mengembalikan koordinat ke lapangan dari desain (K. PUPR, 2019).

Untuk hasil yang bagus, maka dilakukan pematokan dengan jarak 12 - 15 meter pada saat perapihan galian slope saluran supaya pemasangan *lining* dapat lebih mudah dan lebih cepat. Tidak hanya patok per 15 meter, namun juga di beri benang antar patoknya supaya dapat mempermudah operator excavator dalam melakukan pelurusan galian dan mempermudah pekerja pemasangan *lining* supaya *lining* dapat terpasang dengan lurus dan tidak mengular.



Gambar 3 Stake out

5.3 Galian

Galian tanah merupakan upaya awal dari suatu rangkaian pekerjaan teknik sipil dilapangan, untuk menciptakan fasilitasi bagi rangkaian pekerjaan, dan untuk mendapatkan suatu kondisi yang diharapkan dalam desain (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017). Untuk pekerjaan galian slope lapangan diperlukan operator excavator yang cukup berpengalaman dalam melakukan galian dan pembentukan slope karena hasil dari slope menentukan kecepatan dan keindahan dari pemasangan *lining*. Tidak hanya dituntut dapat bekerja dengan cepat, namun operator excavator juga dituntut agar bisa membuat hasil galian tanah yang lurus dan rata supaya setelah dipasang *lining* dapat menghasilkan visualisasi yang bagus.



Gambar 4 Pembuatan Galian

5.4 Pemasangan Dolken

Terdapat banyak manfaat yang bisa didapatkan dari kayu dolken. Pada studi kasus ini, kayu dolken digunakan untuk membantu meningkatkan stabilitas tanah pada lokasi yang memiliki tanah cukup gembur.



Gambar 5 Pemasangan Dolken

5.5 Pemasangan *Lining Tancap Pre-Cast*

Pada Rehabilitasi, Peningkatan Dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS digunakan *lining Pre-Cast* dengan model tancap dan ada empat dimensi yang berbeda. Fungsi *lining Pre-Cast* sendiri sebagai penahan erosi saluran. Struktur *lining* beton *Pre-Cast* terdiri atas berbagai struktur yang ada, sebagai berikut (Departemen PU, 2018):

1. Beton K300

Beton K300 adalah salah satu jenis beton dengan kekuatan tekan yang diukur dalam satuan tekanan, biasanya dalam megapascal (MPa) atau kilogram per sentimeter persegi (kg/cm^2). Angka "300" dalam istilah Beton K300 merujuk pada kekuatan desain beton tersebut. Dalam hal ini, Beton K300 memiliki kekuatan desain karakteristik tekanan yang setara dengan atau melebihi 300 MPa atau $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Kode "K" pada Beton K300 menunjukkan bahwa ini adalah beton yang telah diuji dan diverifikasi kekuatan tekan karakteristiknya di laboratorium. Kategorisasi kekuatan beton dengan menggunakan kode ini adalah bagian dari sistem penomoran yang umumnya digunakan di berbagai standar konstruksi.

2. Beton *Pre-Cast*

Beton *Pre-Cast* adalah jenis beton yang dicetak di pabrik atau lokasi lainnya, bukan dicor langsung di lokasi konstruksi. Elemen beton ini diproduksi dengan menggunakan cetakan atau bentuk khusus, dan setelah mencapai kekuatan yang memadai, dapat diangkut dan dipasang di lokasi proyek konstruksi. Tahapan pembuatan beton ini, yaitu pencetakan, pengerasan, pemindahan dan pengangkutan, dan pemasangan di lokasi.



Gambar 6 Beton K300



Gambar 7 Beton *Pre-Cast*

6 DISKUSI

Pemasangan *lining* beton *Pre-Cast* pancang pada proyek Rehabilitasi, Peningkatan Dan Modernisasi Jaringan Irigasi, SS. Kandanghaur CS, dan SS. Eretan CS memerlukan perencanaan dan eksekusi yang cermat. Berikut adalah langkah-langkah yang perlu diikuti dalam proses pemasangan *Lining Tancap Pre-Cast*:

1) Profil/Pengukuran

- Lakukan pengukuran dan *marking* tanah sesuai dengan desain saluran irigasi yang telah ditentukan
- Melakukan pematokan profil per 12 meter
- Dimensi kemiringan yang digunakan adalah 1:0,5
- Pastikan penyelarasan yang akurat untuk memastikan presisi pemasangan elemen *Pre-Cast*.

2) Galian Tanah

- Pembentukan profil tanah asli pada saluran untuk menancapkan *Lining Pre-Cast* sesuai dengan desain yang telah direncanakan
- Pastikan tanah hasil galian sesuai dengan spesifikasi teknis
- *Slope* dengan alat excavator sesuai dengan profilan.
- Finishing *Slope* kemiringan dengan alat bantu excavator maupun dodos

3) Kayu Dolken

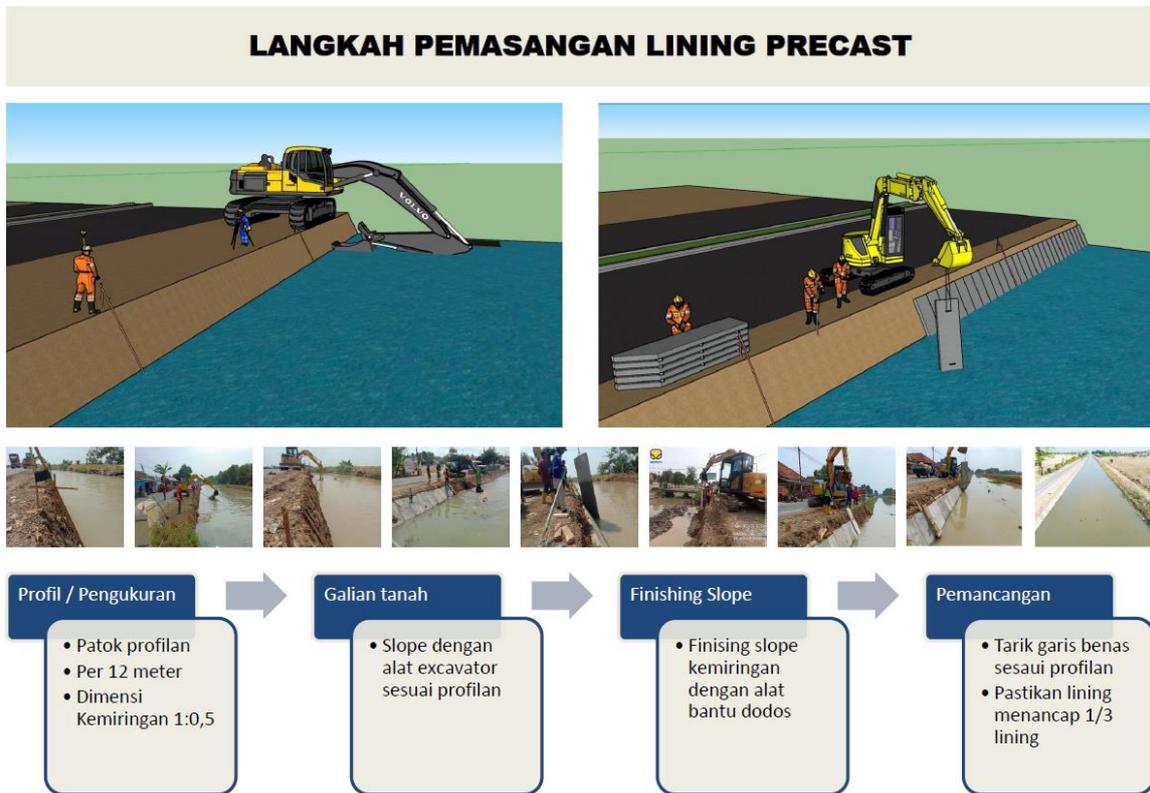
- Pemasangan kayu dolken digunakan pada saat terdapat tanah yang gembur

4) Pemancangan Lining Beton

- Angkut elemen beton *Pre-Cast* dari pabrik ke lokasi proyek dengan menggunakan alat berat yang sesuai
- Turunkan atau letakkan elemen *Pre-Cast* ke sepadan atau *stockpile* dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan
- Tarik garis benang sesuai profilan
- Pastikan *lining* menancap 50 sampai 60 sentimeter
- Pastikan elemen beton *Pre-Cast* saling terkunci dengan rapat
- Gunakan metode pengencangan yang sesuai untuk memastikan kekuatan structural dan mencegah retakan atau pergerakan yang tidak diinginkan.



Gambar 8 Pemasangan *Lining Tancap Pre-Cast*



Gambar 9 Langkah-langkah Pemasangan *Lining Pre-Cast*

7 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan maka, untuk memaksimalkan metode pemasangan *lining* beton *Pre-Cast* pancang, maka setiap langkah pekerjaan harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan hal detail. Berikut merupakan hal-hal penting yang perlu diperhatikan ketika melakukan metode ini:

- 1) Metode pemasangan struktur *lining* terdiri dari 5 tahapan pekerjaan, yaitu dimulai dari tahap persiapan, *stake out*, galian saluran, pemasangan dolken, dan pemasangan *lining*.
- 2) Pemasangan patok dengan jarak 12 meter bertujuan untuk memudahkan operator ketika melakukan penggalian
- 3) *Finishing Slope* harus rapi dan terukur agar pemasangan *lining* dapat lurus dan tepat
- 4) Jika menemukan tanah gembur, perlu menambahkan kayu dolken untuk memperbaiki stabilitas tanah agar *lining* tidak bergeser hingga longsor.

REFERENSI

- American Concrete Institute. (2008). *Guide for the design and construction of concrete parking lots*.
- Carriço, N., Covas, D., & Almeida, M. D. C. (2021). Rehabilitation of an industrial water main using multicriteria decision analysis. *Water (Switzerland)*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/w13223180>
- Kuns, B. (2018). “In these complicated times”: An environmental history of irrigated agriculture in Post-Communist Ukraine. *Water Alternatives*, 11(3), 866–892.
- Mehta, P. K. (2004). High-performance, high-volume fly ash concrete for sustainable development. *International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology*, 3–14.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi. (2010). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi*, VII(8), 1–69. <https://indolabourdatabase.files.wordpress.com/2018/03/permenaker-no-8-tahun-2010-tentang-apd.pdf>
- PUPR, D. (2018). Kamus Istilah Pembiayaan Perumahan. In *Suparyanto dan Rosad (2015 (Vol. 5, Issue 3)*.
- PUPR, K. (2019). *Stake Out Pekerjaan Konstruksi Pelatihan Pengukuran Bidang SDA Tingkat Dasar*.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). Modul 10 Modul Jaringan Irigasi Air Tanah. *Modul Jaringan Irigasi Air Tanah*, 10, 1–103. https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/05/707d0_10._Modul_10_Jaringan_Irigasi_Air_Tanah.pdf
- Yijie Zhuang, M. A. (2018). *Water Societies and Technologies*. London: UCL Press.