

Manajemen Pelaksanaan Dinding Inlet Saluran Terbuka pada Proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur

Akmal Raditya, Didik Harijanto, dan Ismail Sa'ud

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: didi_hari@yahoo.com

Abstrak—Proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur (KBT) berlokasi di Kota Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara (awal sodetan di kali Ciliwung Kelurahan Bidara Cina, akhir sodetan di kali Cipinang atau Kanal Banjir Timur Kelurahan Cipinang Besar Selatan). Proyek ini merupakan proyek yang diprakarsai oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Proyek ini merupakan salah satu prioritas utama Pemerintah khususnya Provinsi DKI Jakarta dalam mengurangi banjir yang sering terjadi di daerah Kali Ciliwung. Perhitungan waktu dan biaya pada proyek ini dilakukan dengan membuat *Work Breakdown Structure (WBS)* dan perhitungan volume terlebih dahulu pada tiap item pekerjaannya. Perhitungan waktu diperoleh dari perhitungan produktivitas tiap alat yang digunakan sehingga menghasilkan durasi, koefisien alat, dan tenaga kerja. Perhitungan biaya meliputi biaya tenaga kerja, bahan dan juga alat yang harga satuannya menggunakan dari data harga survei dan juga harga-harga satuan yang diperoleh dari perusahaan yang lokasi proyeknya berdekatan dengan lokasi penelitian, sehingga dari perhitungan tersebut didapatkan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP). Penyusunan penjadwalan proyek menggunakan program bantu Microsoft Project hingga mendapatkan hasil akhir Kurva-S. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah waktu pembangunan Dinding Inlet hingga Dinding Pintu Air, yaitu 248 hari. Biaya total untuk pelaksanaan pembangunan proyek sebesar Rp67.317.201.244,00 yang terbilang enam puluh tujuh milyar tiga ratus tujuh belas juta dua ratus satu ribu dua ratus empat puluh empat rupiah.

Kata Kunci—Kurva-S, Penjadwalan Proyek, Rencana Anggaran Pelaksanaan, Waktu Pelaksanaan, WBS.

I. PENDAHULUAN

PADA era globalisasi, perkembangan dunia konstruksi semakin pesat, baik dalam segi teknologi, kapasitas proyek, maupun dana yang diperlukan dan diserap untuk proyek-proyek tersebut. Manajemen dalam pelaksanaan konstruksi dilakukan dengan perencanaan dan penjadwalan, yaitu proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan dasar sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapai tujuan dan sasaran tersebut. Di mana tujuan dalam pelaksanaan konstruksi adalah untuk menyelesaikan pekerjaan dan mendapat keuntungan dari total biaya yang dikeluarkan. Sedangkan sasaran dalam pelaksanaan konstruksi adalah pengembangan usaha dan peningkatan produktivitas [1].

Diklasifikasikan menjadi empat kategori utama, yang pertama metode dan teknologi, terdiri atas faktor desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja. Lalu yang kedua manajemen lapangan, terdiri atas faktor perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja. Selanjutnya yang ketiga merupakan lingkungan kerja, terdiri atas faktor keselamatan

kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, dan partisipasi. Lalu yang keempat faktor manusia, tingkat upah kerja, kepuasan kerja, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja.

Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek yang keduanya tergantung pada perencanaan yang cermat terhadap metode pelaksanaan, penggunaan alat dan penjadwalan [2]. Namun dalam sebuah proses pelaksanaan sebuah proyek pekerjaan terdapat beberapa kemungkinan yang terjadi seperti halnya keterlambatan, percepatan, atau tepat pada waktu yang telah direncanakan sebelum waktu pengerjaannya [3].

Lokasi Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur (KBT) berada di Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur yang meliputi pekerjaan terowongan ganda sodetan berdiameter 4.050 mm dari Inlet ke *Arriving Shaft* sepanjang 586.785 m, pekerjaan bangunan permanen inlet *open channel* 120 m serta normalisasi Kali Ciliwung. Dengan banyaknya pekerjaan seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, waktu pelaksanaan proyek ini ditargetkan selesai dalam 24 bulan. Pekerjaan bangunan permanen inlet yang salah satunya terdiri dari konstruksi bangunan dinding inlet memiliki beberapa tahapan pekerjaan, yaitu pekerjaan *secant pile*, pekerjaan galian, pekerjaan *ground anchor*, pekerjaan *capping beam*, pekerjaan *concrete lining*, pekerjaan *base slab* dinding pintu air, pekerjaan dinding pintu air dan pekerjaan kisdam.

Dengan banyaknya tahapan pekerjaan yang ada serta area kerja yang terbatas, diperlukan perencanaan manajemen pelaksanaan konstruksi yang cermat dengan tetap mengacu pada total waktu dan biaya yang sudah ditetapkan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dilakukan manajemen konstruksi dinding inlet pada proyek sodetan ke Kanal Banjir Timur (KBT).

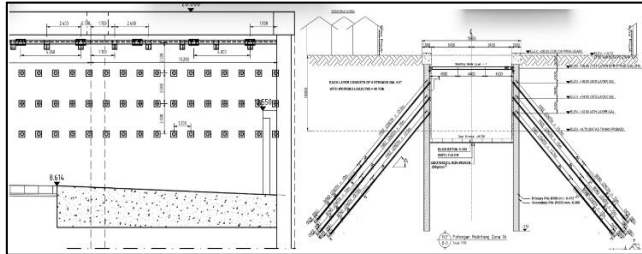
II. URAIAN PENELITIAN

A. *Secant Pile*

Secant Pile atau bisa juga dikenal dengan istilah *retaining wall pile* beruntun adalah jenis dinding penahan tanah yang jarak antar *pile*-nya berdempetan dan saling bersinggungan satu sama lain yang berguna untuk mendapatkan daya dukung tanah terhadap tekanan tanah (tekanan lateral). Dua jenis *pile* yang digunakan memiliki karakteristik masing-masing yang berbeda. Hal ini dikarenakan kedua jenis *pile* ini memiliki fungsi yang tidak sama. Salah satu *pile*-nya menggunakan tulangan (*secondary pile*) dan yang satunya tanpa menggunakan tulangan (*primary pile*). *Secondary pile* ini berfungsi sebagai elemen struktural yang memberikan kapasitas lentur sistem *secant pile*. Sedangkan *primary pile* berfungsi sebagai



Gambar 1. *Secant pile* pada inlet proyek sodetan ke KBT.



Gambar 2. *Ground anchor* pada inlet proyek sodetan ke KBT.

penutup galian dan penguat. *Secant pile* pada inlet proyek sodetan ke KBT disajikan pada Gambar 1.

B. Ground Anchor

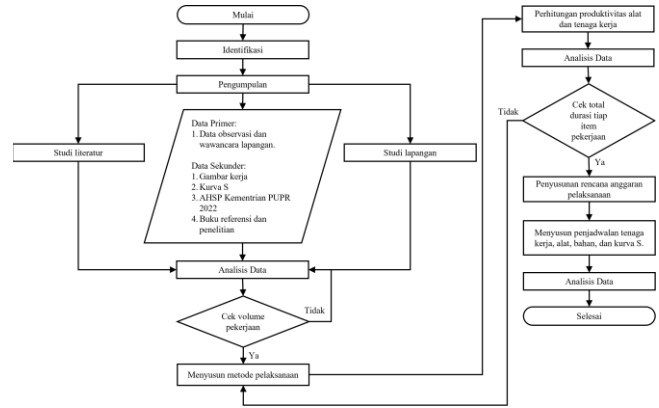
Ground anchor merupakan salah satu metode perkuatan yang digunakan untuk menambah perkuatan dinding penahan tanah. *Ground anchor* berfungsi untuk menyalurkan gaya tarik yang bekerja ke lapisan tanah/batuan pendukung. *Ground anchor* terdiri dari komponen seperti *head anchor*, *free length anchor*, dan *length anchor* [4].

Berdasarkan SNI 8460-2017 tentang “Persyaratan Perancangan Geoteknik” sistem pengankuran dibedakan menjadi dua kategori, yaitu *temporary ground anchor* dengan umur layan 2 tahun dan *permanent ground anchor* dengan umur layan > 2 tahun. *Temporary ground anchor* dapat ditemukan dalam pekerjaan pembangunan gedung bertingkat. Untuk sistem pengankuran pada Proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur ini menggunakan ankur permanen. *Ground anchor* pada inlet proyek sodetan ke KBT disajikan pada Gambar 2.

C. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin. Lalu untuk manajemen konstruksi sendiri memiliki artian “Usaha yang dilakukan melalui proses manajemen, yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan proyek dari awal sampai akhir dengan mengalokasikan sumber-sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu hasil yang memuaskan sesuai sasaran yang diinginkan” [1].

Penjadwalan proyek merupakan sebuah rencana pekerjaan atau aktivitas pada pelaksanaan proyek yang terstruktur namun, rencana sendiri merupakan suatu instrumen yang dinamis, perencanaan memerlukan *updating* serta *monitoring*, mengikuti perkembangan proyek dengan masalah-masalah yang mungkin terjadi seperti, perubahan *design*,



Gambar 3. Metodologi penelitian.

keterlambatan (karena cuaca, isu-isu, industri), perubahan sumber daya (kelebihan atau kekurangan orang, peralatan, material), perubahan prioritas (keputusan pemilik) [5].

Dalam pelaksanaannya terdapat berbagai macam teknik penyusunan rencana kerja dan penjadwalan waktu pada suatu proyek. Ada Beberapa metode penjadwalan proyek yang kerap digunakan untuk menggambarkan aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi antara lain diagram balok (*bar charts*), diagram panah (*arrow diagram*), diagram *precedence* (*precedence diagram*).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum, metodologi pada penelitian ini mengikuti diagram alir pada Gambar 3, dengan penjabaran sebagai berikut.

A. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk mengetahui apa saja yang harus diketahui sebelum dilakukannya pengumpulan data, seperti pengumpulan bahan-bahan yang menjadi acuan untuk perhitungan maupun untuk penyusunan pembahasan. Bahan studi literatur yang digunakan adalah teori mengenai perencanaan proyek, teori mengenai pengendalian suatu proyek, teori mengenai perhitungan biaya pada proyek, teori mengenai perhitungan waktu pada proyek, referensi cara penggunaan Microsoft Project, referensi mengenai metode suatu pekerjaan, dan wawancara dengan pihak proyek.

B. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari proyek terkait. Beberapa data yang dibutuhkan dalam proses perencanaan dan perhitungan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data-data yang diperoleh dari peninjauan atau survei langsung ke lokasi pembangunan proyek yang menjadi objek penelitian. Pada penelitian ini data primer yang digunakan merupakan hasil pengamatan dan wawancara penulis di lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui pihak pertama yaitu perusahaan, organisasi, peraturan, dan berbagai literatur terkait dengan proyek akhir ini. Data sekunder yang digunakan adalah gambar kerja, kurva-S, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kementerian PUPR 2022, buku referensi, dan penelitian sebelumnya yang sejenis.

C. Analisis Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, selanjutnya adalah memulai pengolahan data dengan menganalisis

data-data yang dimiliki. Analisis data pada Proyek akhir ini diawali dengan penyusunan item-item pekerjaan dan perhitungan volume pekerjaan. Menyusun rincian item pekerjaan berguna agar memudahkan dalam perhitungan volume, waktu dan biaya maupun penyusunan *scheduling*. Penyusunan item pekerjaan Konstruksi Dinding Inlet akan dikelompokkan ke dalam beberapa pekerjaan. Pengelompokan tersebut adalah pekerjaan *secant pile*, pekerjaan galian, pekerjaan *ground anchor*, pekerjaan *capping beam*, pekerjaan *concrete lining*, pekerjaan kisdam, *base slab* dinding pintu air dan dinding pintu air.

D. Kontrol Volume Pekerjaan

Kontrol volume pekerjaan bertujuan untuk memastikan volume yang sudah dihitung dan didapat sudah benar dan divalidasi. Cara pengontrolan volume item pekerjaan adalah dengan melihat kembali data proyek yang sudah diberikan lalu dicocokkan dengan hasil perhitungan. Lalu pengontrolan volume juga dilakukan dengan cara bertanya kepada PIC proyek yang ditunjuk dalam penyelesaian proyek akhir ini.

E. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan akan dihitung berdasarkan gambar kerja dan disusun berdasarkan pengelompokan item pekerjaan. Proses perhitungan volume item pekerjaan dimodelkan secara manual untuk menghasilkan data yang optimal.

F. Menyusun Metode Pelaksanaan

Penyusunan metode pelaksanaan didasari oleh observasi di lapangan, wawancara, dan juga studi literatur. Penyusunan metode pelaksanaan akan mencakup analisa kebutuhan alat, bahan, dan pekerja dari tiap pengelompokan item pekerjaan. Penyusunan metode pelaksanaan nantinya akan berguna dalam perhitungan waktu maupun biaya.

G. Menghitung Produktivitas Tiap Item Pekerjaan

Setiap alat dan tenaga kerja dari tiap pekerjaan akan dihitung produktivitasnya berdasarkan volume pekerjaan yang ada. Perhitungan produktivitas akan menghasilkan koefisien alat dan tenaga kerja yang akan digunakan dalam perhitungan durasi dan juga biaya dari tiap pekerjaan.

H. Menghitung Durasi Tiap Item Pekerjaan

Perhitungan durasi didapatkan dari perhitungan produktivitas alat, kapasitas produksi tenaga kerja, dan volume tiap-tiap item pekerjaan. Durasi tiap item pekerjaan akan berguna untuk perhitungan

I. Kontrol Durasi Tiap Item Pekerjaan

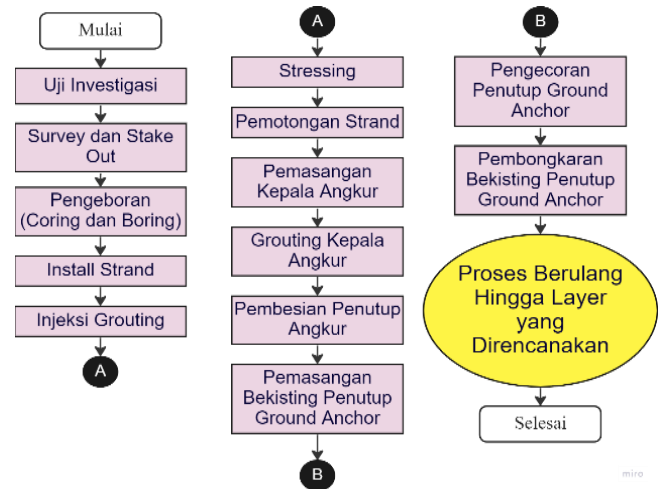
Kontrol durasi untuk tiap item pekerjaan dilakukan agar durasi yang didapatkan logis dan juga benar secara hitungan. Kontrol durasi dilakukan dengan cara membandingkan durasi yang didapat dengan pelaksanaan di lapangan dan juga kesesuaian perhitungan seperti penetapan angka faktor yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

J. Penyusunan Rencana Anggaran Pelaksanaan

Penyusunan Rencana Anggaran Pelaksanaan didasari oleh perhitungan volume pekerjaan dan juga durasi pekerjaan. Penyusunan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) meliputi biaya tenaga kerja, bahan dan juga alat yang harga satuannya menggunakan dari data harga survei dan juga harga-harga satuan yang didapat dari proyek yang berdekatan dengan



Gambar 4. Urutan pekerjaan *secant pile*.



Gambar 5. Urutan pekerjaan *ground anchor*.

lokasi penelitian. Perhitungan biaya ini dilakukan dengan aplikasi Microsoft Excel.

K. Penyusunan Penjadwalan

Penyusunan penjadwalan proyek menggunakan Microsoft Project. Data-data yang sudah dikumpulkan sebelumnya seperti rincian item pekerjaan, metode pelaksanaan, dan juga durasi diolah agar dapat mengidentifikasi hubungan antar aktivitas tiap item pekerjaan. Setelah itu data-data tersebut diinputkan ke dalam Microsoft Project dan diolah.

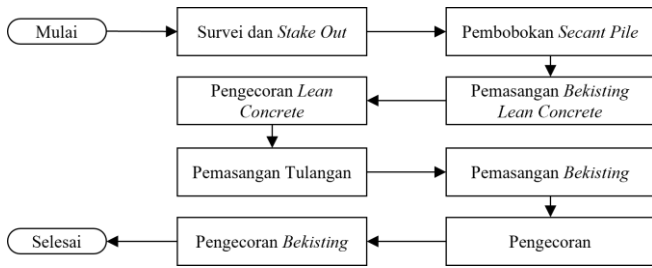
L. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil Analisis proyek akhir yang telah diperoleh maka dapat diambil Kesimpulan dan juga Saran dalam melakukan penyusunan metode, perhitungan waktu dan biaya yang diperoleh dari suatu pelaksanaan pekerjaan konstruksi pada proyek.

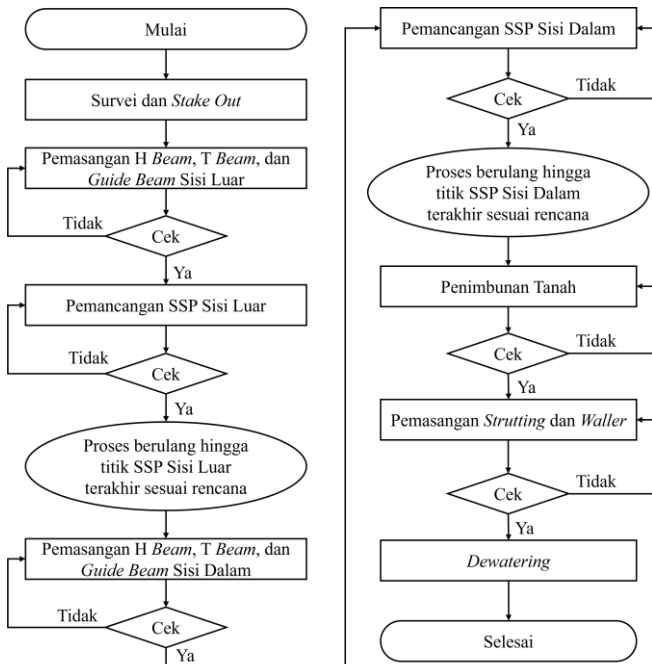
IV. PEMBAHASAN

A. Penyajian Data

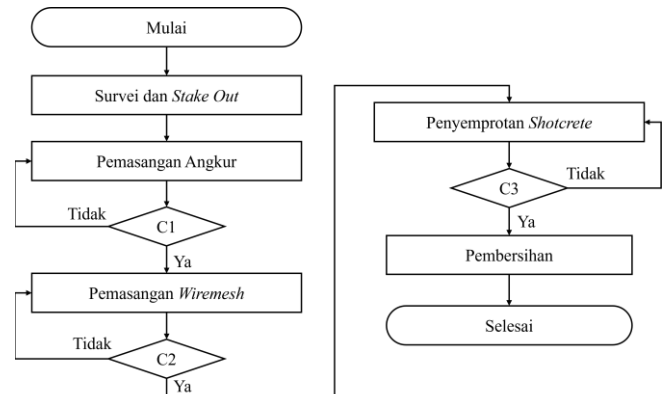
- Nama Proyek : Proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung Ke Kanal Banjir Timur
- Lokasi Proyek : Kotamadya Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara (Awal sodetan di kali Ciliwung kelurahan Bidara Cina, akhir sodetan di kali Cipinang atau Kanal Banjir Timur kelurahan Cipinang Besar Selatan)
- Pemilik Proyek : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-



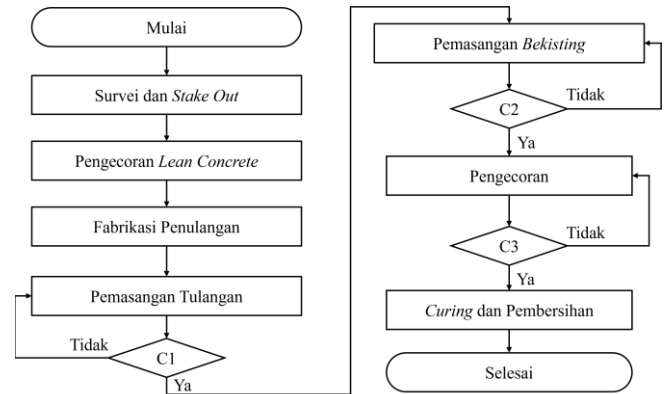
Gambar 6. Urutan pekerjaan capping beam.



Gambar 7. Urutan pekerjaan kisdam.



Gambar 8. Urutan pekerjaan concrete lining.



Gambar 9. Urutan pekerjaan base slab dinding pintu air.

Cisadane; SNVT Pelaksanaan Jaringan Sumber Air Cilwung-Cisadane

Kontraktor : WIKA, Jaya Konstuksi KSO

Konsultan : Virama, Supra, TAA KSO (PT. Virama Kara, PT. Supraharmonica Consultindo, PT. Tuah Agung Anugerah KSO).

Ruang Lingkup : Pekerjaan: Pekerjaan dinding saluran terbuka inlet, pekerjaan kisdam, pekerjaan base slab dinding pintu air, dan pekerjaan dinding pintu air

B. Metode Pelaksanaan

1) Pekerjaan Secant Pile

Pekerjaan secant pile menggunakan alat bore pile untuk pengeborannya dan dibantu oleh crawler crane untuk penggantian mata bor dan pemasangan casing. Untuk pengecoran menggunakan ready mix yang disalurkan oleh pipa tremi yang diangkat oleh crawler crane. Urutan pekerjaan secant pile disajikan pada Gambar 4.

2) Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dimulai dari zona 1A bertahap menuju zona 3. Pekerjaan galian menggunakan excavator Pc 200. Buangan galian diangkut oleh dump truck ke disopasl area yang berjarak 10 km.

3) Pekerjaan Ground Anchor

Pekerjaan ground anchor dimulai setelah galian tanah.

Pekerjaan ground anchor dibagi menjadi dua tahapan yaitu pekerjaan pengeboran dan pekerjaan stressing & penutupan. Pengeboran ground anchor menggunakan ground anchor machine. Ground anchor menggunakan struktur strand yang di grouting pada kedalaman sesuai gambar kerja. Pekerjaan stressing & penutupan ground anchor bisa dikerjakan minimal +7 hari setelah proses grouting dilakukan. Urutan pekerjaan ground anchor disajikan pada Gambar 5.

4) Pekerjaan Capping Beam

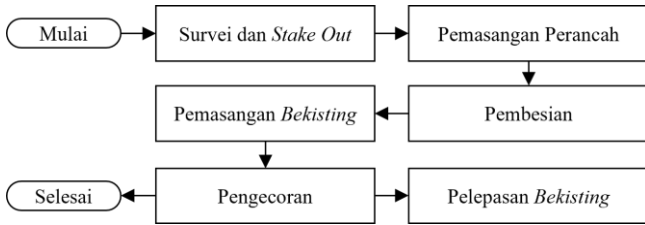
Pekerjaan capping beam dibagi menjadi 10 segmen pekerjaan. Pekerjaan capping beam dimulai dari pekerjaan pembobokan secant pile sedalam 1,5 m lalu dilanjutkan dengan pekerjaan pengecoran lean concrete. Pekerjaan perakitan tulangan capping beam sudah dilakukan saat pekerjaan fabrikasi penulangan di workshop, sehingga pada saat pemasangan capping beam hanya pengaitan tulangan capping beam kepada tulangan secant pile yang sebelumnya sudah dibobok. Urutan pekerjaan capping beam disajikan pada Gambar 6.

5) Pekerjaan Kisdam

Pekerjaan Kisdam dilakukan pada zona 3 mulut inlet. Pekerjaan kisdam dilakukan agar air sungai tidak masuk ke area pekerjaan. Kisdam pada proyek sudetan ini menggunakan double steel sheet pile yang diperkuat dengan strutting & waller. Pemancangan kisdam menggunakan vibro pile driver yang diangkat oleh crawler crane. Setelah pekerjaan pemancangan selesai dilakukan pekerjaan penimbunan dengan menggunakan sandbag, lalu dilakukan dewatering pada area mulut inlet. Urutan pekerjaan kisdam disajikan pada Gambar 7.

6) Pekerjaan Concrete Lining

Pekerjaan concrete lining adalah pekerjaan finishing pada



Gambar 10. Urutan pekerjaan dinding pintu air.

dinding inlet saluran terbuka. *Concrete lining* menggunakan metode *shotcrete* sebagai proses pengaplikasian beton pada dinding inlet. *Concrete lining* dikerjakan setelah proses pekerjaan *ground anchor* selesai dikerjakan. Tulangan pada *concrete lining* menggunakan *wiremesh* yang dikaitkan pada angkur yang menempel pada dinding *secant pile*. Urutan pekerjaan *concrete lining* disajikan pada Gambar 8.

7) Pekerjaan Base Slab Dinding Pintu Air

Pekerjaan *base slab* dinding pintu air adalah sebagai fondasi dari dinding pintu air. Pekerjaan *base slab* dinding pintu air dimulai dari penghamparan *geotextile* dan juga sirtu. Lalu pekerjaan dilanjutkan dengan pengecoran *lean concrete* dan juga proses fabrikasi besi di *workshop*. Besi yang sudah difabrikasi lalu dipasang pada area pekerjaan setelah itu dilakukan pengecoran dengan menggunakan *ready mix* yang disalurkan oleh *concrete pump*. Urutan pekerjaan *base slab* dinding pintu air disajikan pada Gambar 9.

8) Pekerjaan Dinding Pintu Air

Setelah pekerjaan *base slab* dinding pintu air selesai, pekerjaan dinding pintu air dimulai dengan pemasangan perancah sesuai kebutuhan. Lalu pekerjaan pembesian yang proses fabrikasinya sudah dilakukan di *workshop*. Dinding pintu air memiliki tinggi 6,5 m sehingga *roses* pengecoran dinding pintu air dilakukan dengan 3 tahap pengecoran untuk menghindari segregasi akibat tidak meratanya beton mengisi cetakan. Urutan pekerjaan dinding pintu air disajikan pada Gambar 10.

C. Analisis Produktivitas Pekerjaan

1) Pekerjaan Pengeboran Secant Pile

Produktivitas pekerjaan pengeboran *secant pile* menggunakan alat *bore pile machine* dengan kedalaman *secant pile* (P) = 23,5 m, diameter *secant pile* = 0,8 m, jam kerja eff. = 8 jam, dan waktu siklus (Ts) = 205 menit. Maka, produktivitas alat adalah

$$Q_1 = \frac{V \times P \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q_1 = \frac{1 \times 23,5 \times 0,83 \times 60}{205} = 5,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{1}{Q} = 0,0437$$

$$\text{Produktivitas harian} = 5,71 \times 8 \text{ jam} = 45,67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

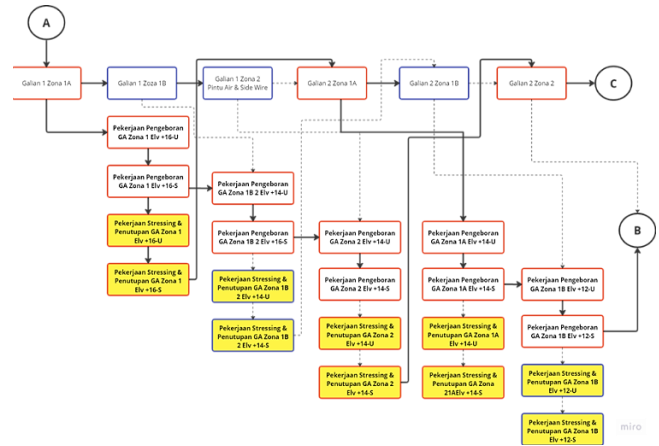
$$\text{Volume Pekerjaan} = 5.450 \text{ m}^3$$

$$\text{Rencana Grup Kerja} = 4 \text{ grup}$$

$$\text{Maka durasi yang dibutuhkan adalah, } 45,67 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4 \text{ grup} = 182,68 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Produksi harian}}{\text{Volume}} = 29,83 \text{ hari}$$

Perhitungan koefisien pekerja untuk jam kerja efektif (Tk) adalah 8 jam, produksi alat yang menentukan:



Gambar 11. Alur pekerjaan.

$$\text{Bore Pile (Qa)} = 5,709 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi Perhari (Qt)} = Tk \times Qa = 8 \times 5,709 = 45,670 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 1 orang mandor, 2 orang tukang, 4 orang pekerja, dan 1 orang pembantu operator. Koefisien tenaga kerja adalah:

$$\text{Mandor} = \frac{Tk \times M}{Qt} = 0,175$$

$$\text{Operator} = \frac{Tk \times O}{Qt} = 0,350$$

$$\text{Pekerja} = \frac{Tk \times P}{Qt} = 0,701$$

2) Pekerjaan Pengecoran Secant Pile

Truck Mixer dengan kapasitas (V) = 6 m³, faktor efisiensi alat = 0,83, kecepatan rata-rata bermuatan = 35 km/jam, kecepatan rata-rata kosong = 60 km/jam, waktu siklus (TS) = 51,167 menit, dan

$$\text{Produktivitas} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \cdot 2} = 8,148$$

Vibrator beton dengan kapasitas produksi alat (menerus tanpa henti), Q₀ adalah 10 m³/jam, faktor efisiensi (Fa) = 0,83, kap. produksi/jam Q = Q₀ × Fa = 0,83 × 10 = 8,3 m³/jam. Koef. (1/Q) = 0,125 dan jam kerja efektif adalah 8 jam.

Produksi alat yang menentukan (*Truck Mixer*) (Qa) = 8.148 m³/jam, produksi per hari (Qt) = Tk × Qa = 65.181 m³/hari. Maka durasi pekerjaan pengecoran *secant pile* D800 dengan volume 2932.91 m³ dan rencana grup kerja adalah 4 grup, maka durasi yang dibutuhkan adalah 65.181 m³/hari × 4 grup = 260.73 m³/hari

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian}} = \frac{2.932 \text{ m}^3}{260,73 \text{ m}^3/\text{hari}} = 11,25 \text{ hari}$$

Perhitungan koefisien pekerja dengan jam kerja efektif (Tk) adalah 8 jam dan produksi alat *truck mixer* (Qa) = 8.148 m³/jam, maka produksi per hari Qt = Tk × Qa = 8 × 8.148 = 65.181 m³/jam. Sedangkan kebutuhan tenaga mandor sebanyak 1 orang, tukang sebanyak 2 orang, dan pekerja sebanyak 4 orang. Koefisien tenaga kerja adalah

$$\text{Mandor} = \frac{Tk \times M}{Qt} = 0,1227$$

Tabel 1.

Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran Beton K-175 *Secant Pile* D800 mm untuk Volume Pekerjaan 2.932,91 m³ Durasi 11,25 Hari

No	Uraian	Koef.	Satuan	Jumlah	Harga Satuan	Harga	Total Biaya
A Tenaga Kerja							
1	Pekerja	0,0614	OH	16	Rp 141.833,00	Rp 2.269.328,00	Rp 25.527.762,69
2	Tukang	0,0307	OH	8	Rp 165.473,00	Rp 1.323.784,00	Rp 14.891.299,89
3	Mandor	0,0153	OH	4	Rp 222.747,00	Rp 890.988,00	Rp 10.022.760,14
					Total	Rp 4.484.100,00	Rp 50.441.822,73
B Bahan							
1	Campuran beton Ready Mix K-175	1,1535	m ³	3.383,1	Rp1.175.000,00		Rp3.975.162.038,60
						Jumlah Harga Bahan	Rp3.975.162.038,60
C Peralatan							
1	Vibrator Beton	0,250	Jam	4	Rp 76.655,00	Rp 306.620,00	Rp 27.593.446,50
2	Crawler Crane	0,241	Jam	4	Rp 395.000,00	Rp 1.580.000,00	Rp 142.187.872,54
3	Pipa Tremi	1	Unit	4	Rp 0,00	Rp 0,00	Rp 0,00
						Jumlah Harga Peralatan	Rp 169.781.319,04
D Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)							Rp4.195.385.180,00

Tabel 2.

Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran Beton K-175 *Secant Pile* D800 mm untuk Volume Pekerjaan 5.450 m³ Durasi 29,83 Hari

No	Uraian	Koef.	Satuan	Jumlah	Harga Satuan	Harga	Total Biaya
A Tenaga Kerja							
1	Operator	0,3503	OH	8	Rp 222.747,00	Rp 1.781.976,00	Rp 53.162.455,30
2	Pekerja	0,7007	OH	16	Rp 141.833,00	Rp 2.269.328,00	Rp 67.701.836,82
3	Mandor	0,1752	OH	4	Rp 222.747,00	Rp 890.988,00	Rp 26.581.227,65
4	Pembantu Operator	0,7010	OH	4	Rp 157.161,00	Rp 628.644,00	Rp 18.754.606,43
					Total	Rp 5.570.936,00	Rp 166.200.126,20
B Bahan							
						Jumlah Harga Bahan	Rp 0,00
C Peralatan							
1	Bored Pile Machine 80 cm	0,0768	Jam	4	Rp 785.500,00	Rp 3.142.000,00	Rp 749.893.082,97
2	Crawler Crane 35 Ton	0,2410	Jam	4	Rp 395.000,00	Rp 1.580.000,00	Rp 377.094.548,41
3	Pipa Tremi	1	Unit	4	Rp 0,00	Rp 0,00	Rp 0,00
						Jumlah Harga Peralatan	Rp1.126.987.631,00
D Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)							Rp1.293.187.757,00

$$\text{Tukang} = \frac{Tk \times T}{Qt} = 0,25$$

$$\text{Pekerja} = \frac{Tk \times P}{Qt} = 0,4909$$

D. Perhitungan Biaya Pekerjaan Secant Pile

1) Pekerjaan Pengecoran Secant Pile

Pekerjaan pengeboran menggunakan 4 grup kerja, yang mana 1 grup kerja terdiri dari 1 mandor, 1 pembantu operator, 2 operator, dan 4 pekerja. Untuk peralatan terdiri dari 1 vibro beton, 1 crawler crane, dan 1 pipa tremi. Untuk perhitungan total biaya pelaksanaan sebagai berikut:

$$\text{Total biaya pelaksanaan} = \text{Harga} \times \text{Durasi Pekerjaan}$$

$$\text{Harga} = \text{Harga satuan} \times \text{jumlah}$$

dengan harga satuan pekerjaan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 (Sumber: Permen PUPR dengan penyesuaian data lapangan). Maka untuk menghitung harga pekerja adalah,

$$\text{Harga} = 141,883 \times 16 \text{ (orang)} = \text{Rp}2.269.328,00$$

Maka, total biaya pelaksanaan untuk pekerja adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{Harga} \times \text{Durasi} \\ &= \text{Rp}2.269.328,00 \times 11,25 \text{ (hari)} \\ &= \text{Rp}25.527.762,69 \end{aligned}$$

2) Pekerjaan Pengeboran Secant Pile

Pekerjaan pengeboran menggunakan empat grup kerja, yang mana 1 grup kerja terdiri dari 1 mandor, 1 pembantu operator, 2 operator dan 4 pekerja. Untuk peralatan terdiri dari 1 bore pile machine, 1 crawler crane. Sehingga, harga total biaya pelaksanaan dari pengeboran secant pile D800 mm selama 29,83 hari adalah Rp1.126.987.631,38.

E. Penjadwalan

Dalam merencanakan seluruh penjadwalan penulis menggunakan software Ms. Project. Seluruh item pekerjaan disusun berdasarkan durasi dan hubungan antar item pekerjaan. Untuk kurva S dan juga lampiran penjadwalan lainnya akan dilampirkan pada lampiran. Predececor pada penjadwalan ditentukan oleh alur pekerjaan yang sebelumnya sudah dibuat.

Alat yang digunakan dalam suatu proyek konstruksi memiliki peran masing-masing dalam tiap pekerjaan, maka dari itu jumlah dan jenis alat yang digunakan perlu diatur agar manajemen pelaksanaan suatu proyek dapat berjalan dengan lancar. Penjadwalan alat ini berkaitan dengan waktu kapan digunakannya suatu alat dalam suatu pekerjaan pada tiap harinya.

Penentuan predececor dalam penjadwalan dijelaskan pada Gambar 11. Berdasarkan Gambar 11, pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-U dikerjakan setelah pekerjaan galian 1 zona 1A, sehingga predececor untuk pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-u adalah finish to start (FS) terhadap pekerjaan galian 1 zona 1A. Begitu pun dengan pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-S yang dilakukan setelah selesainya pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-U, sehingga predececor pada pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-S adalah finish to start (FS) terhadap pekerjaan pengeboran ground anchor zona 1 elv. +16-U.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis survei dan perhitungan waktu dan

biaya pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung Ke Kanal Banjir Timur didapatkan kesimpulan sebagai berikut. (1) Metode kerja yang digunakan adalah dengan membagi Pekerjaan Dinding Inlet Saluran Terbuka terbagi menjadi beberapa zona yaitu, zona 1A, zona 1B, zona 2, dan zona 3. Untuk pekerjaan *ground anchor* metode kerja yang digunakan adalah dengan membagi pekerjaan *ground anchor* ke dalam 5 segmen berdasarkan elavasi yaitu, elavasi +16, elavasi +14, elavasi +12, elavasi +10, dan pengarah Inlet elavasi (<+8). Pekerjaan *ground anchor* memiliki pekerjaan pendahulu yaitu pekerjaan galian. Pekerjaan galian sendiri dibagi ke dalam 14 tahap galian berdasarkan elavasi pekerjaan *ground anchor* dan juga zonasi. Lalu untuk pekerjaan *Capping beam* terbagi menjadi 10 segmen pekerjaan. Metode kerja yang diusung merupakan metode kerja yang efisien dikarenakan dengan adanya segmen galian yang direncanakan seperti ini pekerjaan *ground anchor* sehingga bisa dikerjakan secara cepat dengan memaksimalkan penggunaan 6 alat sekaligus. (2) Waktu pelaksanaan proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur dapat diselesaikan dalam waktu 248 hari kerja dimulai dari tanggal

12 Desember 2021 hingga 24 Agustus 2022 dengan asumsi 8 jam kerja dari pukul 08.00–17.00. (3) Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan pada proyek Pembangunan Sodetan Kali Ciliwung ke Kanal Banjir Timur yang terdiri dari upah pekerja, harga bahan, harga peralatan, dan biaya K3 adalah sebesar Rp67.317.201.244,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Rani, *Manajemen proyek konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish, 2016. ISBN: 978-602-401-781-1.
- [2] D. D. Supit, "Analisa produktivitas dan efisensi alat berat untuk pekerjaan tanah, dan pekerjaan perkerasan berbutir," *J. Dyn. Saint*, vol. 5, no. 1, hal. 906–917, Mei 2020, doi: 10.47178/dynamicsaint.v5i1.959.
- [3] E. R. M. Iwawo, J. Tjakra, dan P. A. K. Pratasis, "Penerapan metode cpm pada proyek konstruksi (studi kasus pembangunan gedung baru kompleks eben haezar manado)," *J. Sipil Statik*, vol. 4, no. 9, hal. 551–558, 2016.
- [4] P. P. Xanthakos, *Ground Anchors and Anchored Structures*. Washington DC: John Wiley & Sons, 1991. ISBN: 0-471-52520-0.
- [5] H. Muzainah, "Analisis Percepatan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Gedung 8 Lantai, Hotel Max One Loji Kridanggo, Boyolali," Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2021.