

Metode Konstruksi Jetty Untuk Melindungi Muara Sungai, Studi Kasus Sungai Bogowonto

Pranu Arisanto^{*}, Maulida Rahma, Elia Salsabila Yasminasarie

Politeknik Pekerjaan Umum, Kementerian PUPR, Semarang

^{*}Correspondence email: pranu.arisanto@pu.go.id

Abstrak. Lokasi muara sungai Bogowonto sangat strategis karena berada di sisi barat bandara YIA (Yogyakarta International Airport). Kondisi sungai Bogowonto akan berpengaruh langsung terhadap bandara khususnya terkait kondisi banjir. Pembangunan pengaman muara sungai diperlukan untuk menjaga transportasi sedimen yang baik agar tidak berakibat banjir. Salah satu konstruksi pengaman muara sungai adalah pembangunan jetty. Penggunaan elemen penyusun jetty ini dipertimbangkan mampu menahan abrasi air laut. Beton menjadi alternatif yang digunakan dengan pertimbangan dapat melakukan kontrol terhadap bentuk, kuat tekan dan berat. Elemen penyusun jetty ini berbentuk block dan tetrapod dengan berat tertentu. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisa pekerjaan beton tetrapod sebagai penyusun dari konstruksi jetty. Kondisi tempat kerja yang terbatas untuk tempat penyimpanan dan produksi membutuhkan siklus yang tepat dari produksi, penyimpanan sampai dengan pemasangan. Penelitian dilakukan dengan observasi langsung dilapangan disertai dengan wawancara kepada pelaksana pekerjaan. Hasil observasi dilapangan diperoleh metode kerja yang dilakukan oleh pelaksana pekerjaan dengan melakukan sirkulasi produksi beton dengan dua metode yaitu beton dengan penambahan bahan adiktif dan tanpa penambahan adiktif. Bahan tambahan ini berfungsi untuk mempercepat kuat tekan awal beton, sehingga cetakan beton dapat segera dibuka dan digunakan lagi.

Kata kunci: jetty; tetrapod; muara sungai; YIA

Abstract. The location estuary of the Bogowonto river is very strategic because it is on the west side of YIA airport (Yogyakarta International Airport). The condition of the Bogowonto river will directly affect the airport, especially related to flood conditions. The construction of an estuary is necessary to maintain sediment transport so that sediment buildup does not occur flooding. One of the constructions at the estuary to prevent this is the construction of a jetty. The use of jetty constituent elements can withstand seawater abrasion. Concrete is an alternative that is used with the consideration that it can control the shape, compressive strength, and weight. The elements that make up this jetty are in the form of blocks and tetrapods with a certain weight. The research was carried out by analyzing the work of tetrapod concrete as a constituent of jetty construction. Limited workplace conditions for storage and production require a proper cycle from production and storage to installation. The research was conducted by direct observation in the field and interviews with the work executors. The results of field observations obtained work methods carried out by executors by circulating concrete production with two methods, namely concrete with the addition of additive materials and without the addition of additives. This additional material accelerates the concrete's initial compressive strength so that the concrete mold can be immediately opened and used again.

Keywords: jetty; tetrapod; estuary; YIA

PENDAHULUAN

Pembangunan suatu konstruksi akan berimplikasi pada kebutuhan pembangunan konstruksi pendukung. Bandara YIA (Yogyakarta International Airport) merupakan salah satu proyek strategis nasional yang diharapkan menjadi salahsatu konstruksi yang dapat mendukung transportasi udara meninggalkan dan menuju ke Yogyakarta dan sekitarnya. Dengan pembangunan bandara ini infrastruktur pendukung seperti jalan, jembatan, dan perhotelan mulai berkembang didaerah tersebut. Keberadaan bandara juga membutuhkan infrastruktur keairan baik dari sisikebutuhan untuk konsumsi air bersih serta pencegahan daya rusak air juga perlu dipertimbangkan. Letak bandara yang berada cukup dekat dengan muara sungai Bogowonto memiliki resiko terjadinya banjir akibat luapan sungai (Novi Andhi Setyo Purwono et al., 2020).

Banjir disempadan sungai dan sekitarnya dapat diakibatkan oleh debit yang tinggi melebihi dari kapasitas sungai atau terjadinya sumbatan pada sungai tersebut. Kondisi sumbatan atau penyempitan sungai ini sering juga disebut *bottle neck* (leher botol). Air dari hulu yang semula dapat mengalir dengan kecepatan tertentu akan berkurang dengan berkurangnya lebar dan penampang basahnya. Jika

penampang basah sungai tidak lagi mampu menampung air maka akan terjadi luapan. Kondisi tersebut sering terjadi pada muara sungai akibat tumpukan sedimen. Arah arus air laut dapat membantu mengalihkan sedimen dimuara sungai sehingga muara sungai dapat mengalirkan air dari hulu, namun dengan arah dan intensitas yang berbeda arus air laut ini dapat berakibat sebaliknya yaitu membawa sedimen dari sekitar muara sungai sehingga sedimentasi menjadi semakin tinggi (Prawati et al., 2022).

Rekayasa muara sungai diperlukan agar transport sedimen baik dari hulu sungai maupun dari arus laut dapat terdistribusi dengan baik. Pemeliharaan muara sungai tidak terlalu besar kususnyanya untuk menormalisasi sedimen, secara alami arus air laut dapat mendistribusikan sedimen ketempat yang lainnya. Dengan memperhatikan debit banjir serta transport sedimen dari sungai serta kondisi arus air laut, berserta pasang surutnya, di muara sungai diperlukan struktur fisik salahsatunya dengan pembangunan jetty (Bhakty et al., 2021).

Jetty merupakan konstruksi yang berada di sisi kanan kiri sungai, berbentuk seperti tanggul sungai, yang menerus dan menjorok ke laut. Dengan fisik yang menjorok kelaut, air sungai dari hulu dapat mengalir lebih baik karena tidak ada hambatan dari arus air laut yang berasal dari kanan atau kiri sungai. Dengan dilindunginya aliran sungai dengan konstruksi jetty tersebut kecepatan aliran sungai mampu membawa sedimen sungai menuju ke laut yang lebih dalam. Berikutnya arus laut berperan untuk mendistribusikan sedimen tersebut ke lokasi yang lain. Berbeda jika tumpuan sedimen berada di daerah yang masih dangkal sedangkan aliran sungai sudah mulai melemah serta arus air laut tidak sampai kelokasi tersebut. Dengan konstruksi jetty, secara alami sedimen dapat dipindahkan oleh arus laut dan alur sungai dapat terjaga dengan baik. Namun, kondisi konstruksi yang menjorok kelaut memiliki resiko kegagalan konstruksi karena besarnya arus laut dari kanan atau kiri jetty. Terpaan arus laut ini dapat menggeser element-element jetty sehingga konstruksinya akan berubah bentuk atau menjadi tidak berfungsi. Kebutuhan element penyusun jeti yang memiliki standar yang baik serta kualitas menahan abrasi air laut mendapatkan prioritas tinggi dalam perencanaan pembangunan jetty (Saengsupavanich et al., 2022).

Material penyusun jetty secara umum terdiri dari tumpukan element-element bangunan yang tidak terikat secara kaku antara satu dengan yang lainnya, sehingga menjadi konstruksi yang fleksibel. Element-element penyusun jetty ini dapat berupa bahan alam berupa batuan atau buatan manusia seperti beton. Beton yang digunakan untuk jatty pada umumnya berbentuk seperti bola berkaki. Hal ini bertujuan untuk dapat mengikat secara fleksibel (*interlocking*) satu dengan yang lainnya serta mampu memecah gelombang air laut. Pemilihan beton sebagai bahan element jetty lebih direkomendasikan karena kontrol terhadap bentuk, ukuran, berat serta produksinya dapat direncanakan lebih baik dibandingkan bahan alam seperti batu. Produksi beton dapat dilakukan di fabrikasi dengan kondisi yang lebih terkontrol sehingga didapatkan beton dengan mutu yang baik (Ximenes et al., 2021).

Produksi beton di lokasi fabrikasi melalui siklus produksi, penyimpanan, distribusi dan pemasangan ke lokasi pekerjaan. Siklus ini memerlukan perencanaan yang baik sehingga keterkaitan setiap unsur siklus dapat optimal. Besarnya produksi perlu mempertimbangkan kecepatan pemasangan di lapangan serta lokasi penyimpanan sementara yang tersedia. Dalam tahapan ini metode pelaksanaan konstruksi menjadi sangat penting. Pelaksanaan kegiatan harus mampu mengatur siklus produksi beton sehingga penempatan elemen beton dilokasi pekerjaan tidak terlambat sekaligus tidak membebani lokasi penyimpanan sementara. Jika memperbesar lokasi penyimpanan akan berakibat pada sewa atau pengadaan tanah yang tinggi. Beberapa aspek tersebut dapat dioptimalkan sehingga siklus dapat berjalan dengan baik dengan biaya yang sesuai (Widodo Kushartomo et al., 2022).

Biaya dalam dunia konstruksi memiliki peran yang sangat tinggi. Keterkaitan antara biaya, waktu dan mutu pekerja sangat erat karena akan saling mempengaruhi. Suatu kegiatan pembangunan infrastruktur dengan metode yang direncanakan dengan baik dapat menghemat waktu, biaya dan tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan, sebaliknya juga jika metode kerja yang digunakan tidak tepat akan berakibat berantai pada kebutuhan waktu tenaga dan biaya yang membengkak (Roshaunda & Setiawan, 2020).

Kajian Pustaka

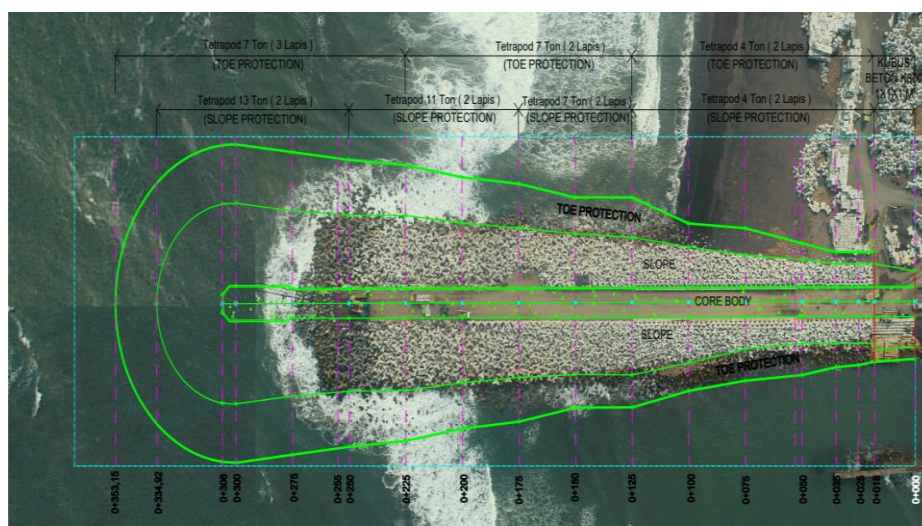
Penelitian ini akan membahas konstruksi jetty, beton dan metode kerja dilapangan. Keterkaitan ketiga hal tersebut akan dibahas secara mendalam pada bagian metode kerja agar mendapatkan

pekerjaan yang optimal. Beberapa istilah dan pemahaman yang terdapat dalam penelitian dijelaskan pada kajian pustaka ini dengan tujuan pembaca memiliki pemahaman yang sama dengan penulis. Selain itu kajian pustaka ini bertujuan untuk menunjukkan literatur yang relevan digunakan dalam menunjang penulisan dan menjadi dasar penelitian.

Memperluas kajian pustaka dengan beberapa literasi dapat memperkaya wawasan dan mendorong berfikir kritis terhadap sudutu permasalahan. Selain itu tujuan pembangunan infrastruktur harus sudah secara jelas dipahami baik filosofinya atau kebutuhan konstruksinya.

Pembangunan jetty sebagai bagian dari pengendalian daya rusak air memerlukan pemahaman tentang konstruksi tersebut yang dapat menahan dan melepaskan daya air sehingga konstruksi memiliki nilai ekonomis, baik saat konstruksi sampai dengan saat operasi dan pemeliharaan.

Konstruksi jetty yang menjadi obyek dalam pembahasan penelitian ini memiliki pemahaman sebagai suatu bangunan fisik yang menjorok kelaut disisi kanan dan kiri muara sungai, terletak dimulut sungai, dengan tujuan agar sungai tidak tertutup sedimentasi yang terbawa oleh arus laut.



Gambar 1: Tampak atas konstruksi jetty

Sumber: Bumi Karsa-Abibraya, KSO Proyek pembangunan Pengaman Pantai Muara Sungai Bogowonto Sisi Barat (KSN YIA)

Konstruksi jetty dalam penelitian ini menggunakan elemen yang terbuat dari beton bertulang. Beton sendiri merupakan campuran dari agregat, agregat kasar, bahan perekat *hidrois*, air dan jika diperlukan ada tambahan zat *adiktif* (Handoko Sugiharto et al., 2006).

Beton memiliki keuntungan mudah dibentuk dan kekuatannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. pada bangunan jetty ini kebutuhan akan kekuatan, berat dan bentuk merupakan salahsatu faktor yang penting karena kebutuhan konstruksi yang menahan abrasi dari laut.

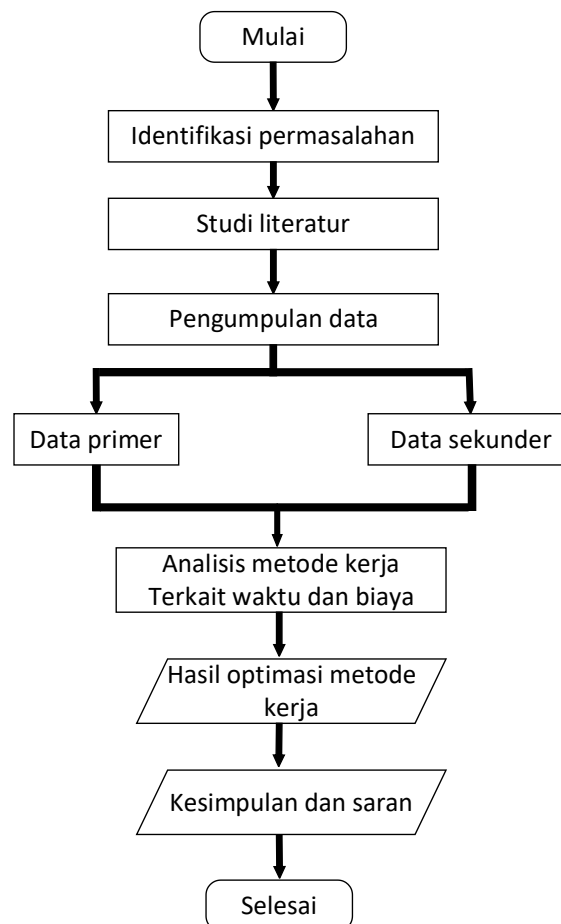
Metode pelaksanaan merupakan upaya untuk mengatur secara optimal seluruh kebutuhan pelaksanaan pekerjaan. Pelaksanaan konstruksi memiliki batasan-batasan yang menuntut pelaksana pekerjaan untuk melakukan pengaturan karena antara lain; (1) besaran biaya, (2) waktu dengan Batasan tertentu, (3) mutu yang harus dicapai. Batasan-batasan tersebut akan menjadi kendala jika tidak dilakukan pengaturan. Metode kerja harus sudah direncanakan sebelum pelaksanaan pekerjaan. Kesesuaian perencanaan metode kerja pada saat pelaksanaan pekerjaan menjadi evaluasi dan perbaikan untuk melakukan optimasi pekerjaan (Ginting, 2019).

Beton dengan mutu tertentu membutuhkan perencanaan campuran yang tepat. Dimulai dengan memeriksa contoh agregat sehingga didapatkan *propertis* setiap bahan, dilanjutkan perhitungan secara matematik berdasarkan teori dan kajian terdahulu, *job mix* dapat dilakukan untuk mendapatkan proporsi masing-masing bahan penyusun. Pembuktian perhitungan dilakukan dengan pembuatan benda uji yang kemudian dilakukan pengtesan kuat tekton beton pada umur tertentu. Pada pekerjaan dengan batasan-batasan tertentu membutuhkan beton yang memiliki karakteristik tertentu. Sebagai contoh pada penelitian ini untuk melakukan optimasi waktu dan biaya diperlukan beton dengan waktu

ikat awal yang lebih cepat sehingga bekisting dapat dilepas kan lebih cepat dibandingkan dengan beton normal (Santoso, 2020).

METODE

Penelitian dilaksanakan dengan melakukan identifikasi permasalahan yang berada dilapangan. Identifikasi permasalahan ini dapat berupa kondisi eksisting yang dioptimasi atau permasalahan yang terjadi dilapangan sehingga menghambat pekerjaan terkait waktu dan biaya. Penelitian ini memilih permasalahan fabrikasi beton pracetak. Pada fabrikasi beton pracetak ini terdapat permasalahan terkait siklus pengecoran dan penggunaan bekisting besi. Secara keseluruhan siklus pengecoran pada fabrikasi beton ini berpengaruh pada tempat penyimpanan sementara, mobilisasi dan pemasangan element di lokasi. Untuk mendukung pemahaman secara umum dan analisis dibutuhkan dasar secara teoritis dan penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan. Data yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian adalah; (1) data sekunder, yang berupa dokumen-dokumen dari pelaksanaan pekerjaan dan (2) data primer, berupa observasi lapangan. Peneliti membandingkan data yang diberikan oleh pelaksana pekerjaan dengan observasi dilapangan, terkait perbedaan pelaksanaan, perbaikan metode kerja dan analisis peneliti untuk melakukan optimasi metode pekerjaan. Tahapan penelitian digambarkan pada gambar 2 diagram alir yang menjelaskan secara umum proses penelitian sampai dengan selesai.



Gambar 2: Bagan alir pelaksanaan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan observasi dilapangan selama 19 minggu dimulai pada bulan maret 2020 sampai dengan agustus 2022. Lokasi penelitian dilaksanakan pada proyek Pembangunan Pengaman Muara Sungai Bogowonto Sisi Barat (KSN YIA), dengan pelaksana pekerjaan oleh PT. Brantas Abipraya (persero). Konstruksi utama pelaksanaan pekerjaan di muara sungai Bogowonto dengan elemen penyusun jetty menggunakan beton bertulang. Beton bertulang pacetak ini berbentuk

tetrapod dan balok. Penelitian ini mengfokuskan pengamatan pada produksi beton pracetak tetrapod. Lokasi pelaksanaan pekerjaan dijelaskan dokumentasi pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3: Lokasi pelaksanaan pekerjaan

Sumber: Bumi Karsa-Abibraya, KSO Proyek pembangunan Pengaman Pantai Muara Sungai Bogowonto Sisi Barat (KSN YIA)

Lokasi pekerjaan menggambarkan tempat pekerjaan area produksi atau fabrikasi serta lahan digunakan sebagai penyimpanan sementara atau *stockyard*. Keterbatasan transportasi dan *stockyard* memerlukan pengaturan yang berpengaruh terhadap metode pelaksanaan fabrikasi beton tetrapod. Analisa produksi beton normal yang diperlukan berdasarkan Analisa harga satuan yang meliputi upah, material dan peralatan.

Analisa pelaksanaan pengecoran tetrapod dengan perhitungan total tetrapod 7 ton yang harus diproduksi sebanyak 3.111 unit dilaksanakan dalam waktu 364 hari. Perhitungan pelaksanaan pembuatan tetrapod dihitung dalam satu hari (3.111 unit/364 hari) adalah 9-unit. Dalam perencanaan, bekisting besi yang disediakan sebanyak 5 buah digunakan untuk produksi dalam satu hari. pengecoran dalam satu hari mulai dari persiapan, pengecoran dan pembongkaran bekisting membutuhkan waktu 12 jam sehingga dalam 24 jam ada dua siklus pengecoran. Siklus pekerjaan ini kita sebut sebagai alternatif pelaksanaan metode 1.

Metode pelaksanaan ke 2 adalah melakukan perubahan pada beton sehingga dalam proses pelaksanaan pengecoran dari persiapan sampai dengan pembongkaran bekisting membutuhkan waktu yang lebih singkat. Dalam metode ini pelaksana menggunakan zat *aditif* berupa sikamen NN pada campuran beton yang bertujuan untuk mendapatkan *setting time* lebih cepat. Dengan mencampurkan zat *aditif* ini, proses pelaksanaan pekerjaan yang semula membutuhkan waktu 12 jam dapat dikurangi menjadi 6 jam.

Perbandingan biaya yang diperlukan dengan metode 1 dengan rincian sebagai berikut:

Biaya kebutuhan biaya pekerjaan satu tetrapod 7-ton beton normal Rp. 6.065.700. sehingga kebutuhan biaya untuk 3.111-unit adalah Rp. 18.870.392.700.

Harga bekisting besi per unit Rp. 43.750.000 sehingga total kebutuhan untuk 9-unit sebesar Rp. 393.750.000. Total kebutuhan metode 1 sebesar Rp. 19.264.142.700.

Dalam pelaksanaan metode 1 ini pelaksanaan pekerjaan dilakukan selama 24 jam, sehingga ada alat dan pekerjaan yang bekerja pada malam hari, sedangkan dalam satu siklus pengecoran hanya memerlukan kurang lebih 2 jam bekerja. Dengan metode 1 ini banyak waktu tunggu oleh alat dan pekerja sedangkan untuk siklus berikutnya alat dan pekerja bekerja dalam kondisi lembur. Metode kerja ini menjadi sangat tidak optimal karena banyak waktu tunggu yang dibutuhkan dan total biaya

yang dibutuhkan diatas belum memasukkan biaya lembur alat dan pekerja serta kebutuhan untuk penerangan malam hari.

Metode pelaksanaan 2, dengan menambahkan zat *adiktif* sehingga waktu ikat beton lebih cepat satu siklus dibutuhkan waktu 6 jam dibandingkan beton normal selama 12 jam. Dengan metode ini pelaksana menggunakan cetakan beton sebanyak 5 unit. Siklus pertama melakukan pengecoran mulai dari pagi sesuai jam kerja. Siklus pekerjaan dimulai dari jam 08.00 dan dapat diselesaikan pada jam 14.00. Siklus pekerjaan ke 2 dilakukan dengan menggunakan beton normal karena ketersediaan waktu dari jam 14.00 sampai jam 08.00 hari berikutnya cukup untuk memenuhi waktu ikat beton normal.

Kebutuhan biaya metode ke 2 ini hanya menambahkan biaya zat *adiktif* untuk 5-unit beton yang dilaksanakan siklus pagi. Kebutuhan zat *adiktif* diperhitungkan dari volume semen yang digunakan.

Siklus 1:

Volume semen / m³ beton = 485 Kg

Volume beton / unit tetrapod 7 ton = 3.196 m³

Total kebutuhan semen / unit tetrapod 7 ton = 485 x 3.196 42 = 1.550,06 Kg,

Kebutuhan sikament-NN / unit tetrapod 7 ton = 0,035% x 1.550,06 = 0,54 liter.

Kebutuhan biaya untuk tambahan zak adiktif 0,54 liter x Rp. 13.000 x 1556 unit = Rp. 10.923.120

Beton normal Rp. 6.065.700 x 1.556 unit = Rp. 9.438.229.200

Total kebutuhan siklus 1 = Rp. 10.923.120 + Rp. 9.438.229.200 = Rp. 9.443.130.562

Siklus 2:

Beton normal Rp. 6.065.700 x 1.555 unit = Rp. 9.438.229.200

Bekisting besi Rp. 43.750.000 x 5 unit = 218.750.000

Total kebutuhan siklus 1, siklus 2 dan bekisting = Rp. 9.443.130.562 + Rp. 9.438.229.200 + Rp. 218.750.000 = Rp. 19.100.109.762

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat dalam tabel 1 dibawah ini perbandingan nilai dan proses pelaksanaan pekerjaannya.

Tabel 1. Perbandingan beton normal dan penambahan sikamen NN

Uraian pekerjaan	Tetrapod metode 1	Tetrapod Metode 2
	Beton normal	Beton normal dan penambahan sikamen NN
Target waktu penyelesaian pekerjaan (hari)	364	364
Target produksi tetrapod (buah)	3111	3111
Target produksi per hari	9	9
Jumlah siklus perhari	1	2
Jumlah molding per siklus	9	5
Kapasitas produksi /hari	9	10
Waktu setting time (jam)	12	Siklus 1 = 4 jam Suklus 2 = 12 jam
Total waktu produksi	346	311
Selisih waktu produksi antara waktu dan kapasitas	18	53

Sumber : data olahan (2022)

Dari perbandingan kedua metoda pelaksanaan pekerjaan tersebut mendapatkan analisis rencana anggaran biaya dengan selisih Rp. 19.264.142.700 - Rp. 19.100.109.762 = Rp. 164.032.938.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi pelaksanaan pekerjaan, penambahan sikamen NN sebagai adiktif untuk mendapatkan kekuatan awal yang tinggi memiliki keuntungan yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal yang membutuhkan molding lebih banyak. Keuntungan dari sisi

biaya dapat menghemat kebutuhan pembuatan *molding* (bekisting besi) dari kebutuhan pada siklus normal sebanyak 9 menjadi 5 buah. Dari sisi optimasi pekerja dan alat, dengan penambahan adiktif pekerjaan dilakukan pada jam kerja normal sehingga tidak menambah lebur dan biaya lainnya yang terkait pekerjaan di malam hari. Selisih harga yang didapatkan dengan penambahan Sikamen NN sebesar Rp. 164.032.938.

Keterkaitan dengan pengaturan tempat penyimpanan hasil pengecoran, dengan produksi yang lebih banyak tentu memerlukan tempat penyimpanan sementara yang lebih luas. Namun, dengan siklus produksi yang terbagi menjadi dua, mobilisasi ketempat penyimpanan dapat dilakukan dengan lebih terencana karena tidak harus memobilisasi sebanyak 9 hasil pengecoran dalam satu waktu namun dapat terbagi menjadi dua siklus sesuai dengan hasil pengecoran.

Ucapan Terimakasih

Alhamdulillah kami ucapkan sebagai puji sukur kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, sholawat kehadirat Nabi Muhammad Salallahu Alaihi Wasalam

Kepada Bumi Karsa-Abibraya, KSO Proyek pembangunan Pengaman Pantai Muara Sungai Bogowonto Sisi Barat (KSN YIA) yang telah banyak membantu tim penulis untuk memperoleh data dan penjelasan langsung di lapangan. Tidak lupa kami ucapkan terimakasih kepada segenap jajaran Politeknik Pekerjaan Umum yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas sehingga penulisan artikel ini dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhakty, T. E., Swasono, A. H., Yuwono, N., Ghalizhan, A. F., & Widyasari, T. (2021). Determination of the length of Bogowonto double jetty as the river mouth stabilization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/930/1/012027>
- Ginting, A. (2019). *Peningkatan kuat tekan pada berbagai umur beton dengan bahan perekat Portland Composite Cement. December 2019.*
- Handoko Sugiharto, Tedy Gunawan, & Yusuf Muntu. (2006). Penelitian Mengenai Peningkatan Kekuatan Awal Beton Pada Self Compacting Concrete. *Civil Engineering Dimension*, 8(2), 87–92. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/article/view/16464>
- Novi Andhi Setyo Purwono, Iwan Rustendi, Fauzan Angga Musthafa, & Rizka Riadianto. (2020). Analisa Penanganan Sedimentasi Dengan Sepasang Jetty Pada Muara Sungai Serayu. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 183–200. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1804.183-200>
- Prawati, E., Rolia, E., & Ashiddiqy, F. (2022). *Analisa Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Dan Genangan Di Kecamatan Metro Timur – Kota Metro - Lampung.* 12(1), 60–70.
- Roshaunda, D., & Setiawan, A. A. (2020). *Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Bangunan Tahan Gempa Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara.* 06.
- Saengsupavanich, C., Yun, L. S., Lee, L. H., & Sanitwong-Na-Ayutthaya, S. (2022). Intertidal intercepted sediment at jetties along the Gulf of Thailand. *Frontiers in Marine Science*, 9(August), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.970592>
- Santoso, H. T. (2020). *Optimasi Biaya Konstruksi dengan Penggunaan Beton Mutu Lebih Tinggi untuk Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan Jembatan Optimasi Biaya Konstruksi Dengan Menggunakan Beton Mutu Lebih Tinggi Untuk Mempercepat Pelaksanaan Pekerjaan Jembatan.* September. <https://doi.org/10.22441/jrs.2020.v09.i2.02>
- Widodo Kushartomo, Seehan Kuo, & Bramantyo Dipo Harsono. (2022). Aplikasi Teknologi Reactive Powder Concrete Untuk Mengatasi Genangan Air Di Perumahan Banjar Wijaya Tangerang. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, 5(2), 321–329. <https://doi.org/10.24912/jbmi.v5i2.20242>
- Ximenes, A. M. D. S., Halim, A., & Suraji, A. (2021). Pengaruh Komposisi Campuran Beton dan Jenis Semen terhadap Kelecekan (Concrete Workability) dan Kuat Tekan Beton. *The 4th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2021), Ciastech*, 529–538. <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/view/3349%0A%0A>