

P-3

**PERUBAHAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON
IN SITU MENJADI METODE PRECAST**

**CHANGES TO THE IMPLEMENTATION OF CONCRETE IN SITU WORK
METHOD BECOME A PRECAST METHOD**

JB Wowok Birowo^{1*}, Made Suangga², Harimawan³

^{1,2}Universitas Bina Nusantara, Jl. KH. Syahdan No. 9 Palmerah, Jakarta, Indonesia, 11480

³PT. Adhi Karya (Persero) Tbk., Jalan Raya Pasar Minggu KM 18, Jakarta Selatan, Indonesia, 12510

*Email : wowok_birowo@yahoo.com, suangga@binus.edu, harimawan@adhi.co.id

Diterima 02-07-2020	Diperbaiki 05-07-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Sulfur Jetty dan Pekerjaan Dredging TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan berlokasi Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Pada proyek ini terdapat 2 (dua) lingkup pekerjaan utama, yaitu pekerjaan sulfur jetty dan pekerjaan dredging. Seperti proyek-proyek lain, pada proyek ini dilakukan review engineering terhadap gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan juga termasuk jadwal pekerjaan. Tujuan dilakukan review engineering ini untuk mengevaluasi apakah perubahan metode pelaksanaan pada pekerjaan beton In Situ menjadi Precast ini dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan konsep mutu, waktu dan biaya. Untuk itu di lakukan pengajuan perubahan tersebut kepada Pertamina disertai beberapa alasan teknis yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Untuk perubahan metode tersebut dilakukan beberapa proses seperti pengajuan perubahan desain, perubahan metode kerja, proses perhitungan struktur dan beberapa hal lainnya yang terkait dengan mutu dari struktur akibat dari perubahan metode pelaksanaan. Dari hasil perhitungan struktur telah menyesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan rencana awal, dengan merubah metode pemasangan namun tetap menjaga kekuatan struktur sesuai dengan rencana awal. Dengan metode Precast ini maka proses konstruksi relatif lebih aman dan terukur dari segi biaya dan waktu.

Kata kunci: perubahan metode kerja, perubahan desain, Precast, In Situ, jetty

ABSTRACT

Sulfur Jetty Development Project and TUKS Migas Oil and Gas Dredging Project The RU V Balikpapan RDMP Project is located in Balikpapan City, East Kalimantan. In this project there are 2 (two) main work scopes, namely sulfur jetty work and dredging work. Like other projects, an engineering review of the design drawings, work volumes, work methods, and work schedules is also carried out. The purpose of this engineering review is to evaluate whether the change in the method of implementation of concrete works in Situ to Precast can maximize the work in accordance with the concepts of quality, time and cost. For this reason the submission of the amendment to Pertamina was accompanied by several technical reasons that affected the work. For the method change, a number of processes were carried out such as the submission of design changes, changes in work methods, the process of calculating the structure and several other matters related to the quality of the structure due to changes in the method of implementation. From the results of the calculation of the structure has adjusted to the needs in accordance with the initial plan, by changing the installation method but still maintaining the strength of the structure in accordance with the initial plan. With this Precast method, the construction process is relatively safer and measurable in terms of cost and time.

Keywords: changes in work methods, changes in design, Precast, In Situ, jetty.

PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan Dredging TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan berlokasi Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Proyek ini dimulai pada tanggal 24 April 2019 dengan rencana pekerjaan selesai pada 15 Juli 2020 dengan masa pemeliharaan sampai dengan 14 Juli 2021 Pada proyek ini terdapat 2 (dua) lingkup pekerjaan utama, yaitu : 1. Pekerjaan sulfur *jetty* (terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan konstruksi *jetty*, pekerjaan struktur tambahan, pekerjaan *mooring dolphin*, pekerjaan pondasi *tower conveyor*, pekerjaan pondasi pembongkaran *jetty* eksisting dan sarana bantu navigasi pelayaran) dan, 2. Pekerjaan *dredging* (terdiri dari pekerjaan persiapan dan pekerjaan *dredging*).

Seperti proyek – proyek lain, pada proyek ini dilakukan *review engineering* terhadap gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan juga termasuk jadwal pekerjaan. *Review engineering* ini dilakukan untuk memastikan gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan jadwal pekerjaan sudah sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Selain itu *review engineering* dapat dilakukan untuk memaksimalkan metode pekerjaan agar tujuan proyek dalam hal ini biaya, mutu, waktu dapat tercapai dengan baik. Pada saat melakukan *review engineering*, pada pekerjaan struktur beton dermaga ditemukan kondisi yang memerlukan perubahan metode pelaksanaan dari rencana awal *in situ* menjadi *precast*.

Berdasarkan penjelasan di atas dan masalah-masalah di atas, tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah desain awal pada saat tender dapat sesuai dengan kondisi di lapangan?
2. Apakah perubahan metode pelaksanaan yang akan dilakukan dari metode pengecoran *in situ* menjadi *precast* ini perlu dilakukan *review engineering* untuk memastikan perubahan metode kerja yang akan dilakukan dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan mutu, waktu dan biaya?

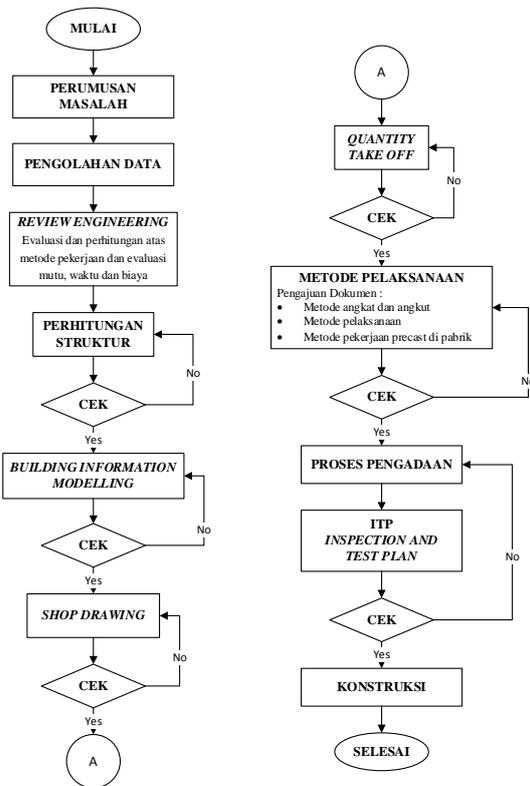
Tujuan dan manfaat dilakukan *review engineering* ini untuk mengevaluasi apakah perubahan metode pelaksanaan pada pekerjaan beton *in situ* menjadi *precast* ini dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan konsep mutu, waktu dan biaya.

Beberapa studi terkait dengan perubahan metode pelaksanaan sudah banyak dilakukan. Cahyono [1] melakukan studi perbandingan

proyek pembangunan gedung yang menggunakan metode pelaksanaan *precast* dengan metode konvensional. Studi perbandingan ini meliputi analisa waktu dengan menggunakan diagram CPM dan *time schedule* rencana pelaksanaan proyek, analisa penambahan uang terhadap waktu, dan analisa biaya dengan metode SNI yang menggunakan harga material, upah pekerja, dan sewa alat yang berlaku di Kabupaten Sukoharjo tahun 2009. Dengan volume pekerjaan dihitung dari gambar rencana pelaksanaan *precast n – panel system*, dan perubahan gambar struktur pada metode konvensional. Sehingga diperoleh aspek – aspek yang menyebabkan perbedaan antara metode *precast n – panel system* dan metode konvensional. Dari hasil studi ini didapatkan untuk aspek waktu, lebih unggul metode *precast* namun dari aspek biaya, harga sewa alat yang digunakan pada metode *precast* membuat biaya metode *precast* lebih tinggi dari metode konvensional.

METODOLOGI

Kewajiban kontraktor untuk bisa menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, mutu dan biaya tidak bisa dihindari karena merupakan kewajiban kontraktual. Dalam proses untuk memenuhi kewajiban kontraktual agar proyek bisa berjalan sesuai dengan kontrak, pada proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* Dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas, Pertamina Balikpapan, perlu dilakukan *review engineering*. Untuk itu dirumuskan metodologi yang diperlukan untuk bisa dilaksanakan dan dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dan aturan-aturan yang sudah ditetapkan dalam proyek-proyek Pertamina. Sehingga dari pengalaman yang ada dapat di buat *flowchart* atau langkah – langkah proses *review engineering*.



Gambar 1. Diagram Alir Engineering

DESKRIPSI KASUS

Setelah proyek didapatkan kemudian dari tim proyek melakukan *review engineering* terhadap semua gambar desain, metode pelaksanaan dan lain-lain. *Review engineering* dilakukan untuk memastikan dokumen tender sesuai dengan kondisi di lapangan dan apabila ditemukan ketidaksesuaian dapat segera dilakukan perubahan dan dikonsultasikan dengan pihak Pertamina. Pada kasus ini ditemukan kondisi yang perlu disesuaikan dimana pada saat tender dilakukan metode pengecoran *in situ* yang disesuaikan menjadi metode pengecoran *precast*.

Hal ini dilakukan karena dari hasil *review engineering* didapatkan kondisi di lapangan yang tidak sesuai apabila tetap dilakukan metode pengecoran *in situ*. Untuk itu di lakukan pengajuan perubahan kepada PERTAMINA disertai beberapa alasan teknis yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Untuk perubahan metode dilakukan beberapa proses seperti pengajuan perubahan desain, perubahan metode kerja, proses perhitungan struktur dan beberapa hal lainnya.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Lapangan

Beberapa poin yang perlu diperhatikan saat *review engineering* yaitu sebagai berikut:

1. BoQ, gambar tender dan metode buku pedoman dan pelaksanaan proyek (BP3)
2. Keadaan existing lapangan
3. Pengajuan perubahan desain dan metode pelaksanaan

PERENCANAAN AWAL (MASA TENDER)

1. Bill Of Quantity (BOQ)

BoQ (*Bill of Quantity*) merupakan daftar item pekerjaan yang akan dilaksanakan pada suatu proyek. Pada masa tender, BoQ yang digunakan adalah pekerjaan struktur beton dengan menggunakan metode pengecoran *in situ*.

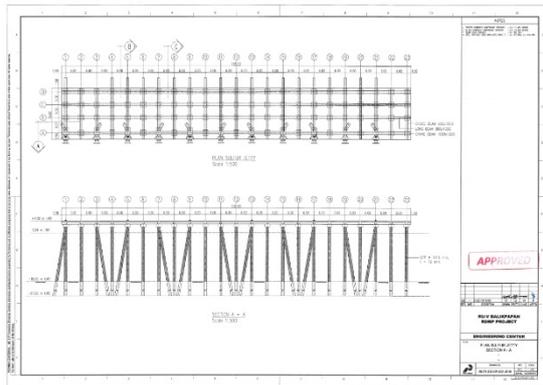
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Vol
B Pekerjaan Poer			
1	Poer Tunggal (2000 x 2000 x 1000)	m ³	324
2	Pembesian Poer Tunggal (2000 x 2000 x 1000)	kg	61800.18
3	Pemasangan Bekisting (2000 x 2000 x 1000)	m ²	972
4	Poer Ganda (4000 x 2000 x 1000)	m ³	88
5	Pembesian Poer Ganda (4000 x 2000 x 1000)	kg	16785.24
6	Pemasangan Bekisting (4000 x 2000 x 1000)	m ²	220
C Pekerjaan Balok			
1	Balok Memanjang (800 x 1200)	m ³	275.40
2	Pembesian Balok Memanjang (800 x 1200)	kg	78471.4
3	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m ²	1016.58
4	Balok Melintang (800 x 1200)	m ³	292.19
5	Pembesian Balok Melintang (800 x 1200)	kg	83256.05
6	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m ²	1181.28
7	Balok Crane (1000 x 1200)	m ³	126.23
8	Pembesian Balok Crane	kg	40325.58
9	Pemasangan Bekisting	m ²	379.87
10	Balok Kantilever	m ³	57.12
11	Pembesian Balok Kantilever	kg	17903.1
12	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m ²	238.56

Gambar 3. BoQ saat tender

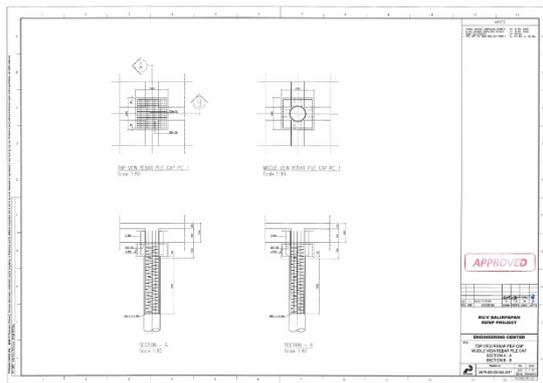
Berdasarkan BoQ tender diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat tender desain yang telah digunakan adalah desain dengan metode pengecoran *in situ*. Kemudian setelah dilakukan *review engineering*, ditemukan beberapa hal yang akan menjadi kendala apabila metode pengecoran *in situ* tetap dilakukan terkait dengan beberapa aturan yang ada pada proyek sektor migas. Aturan tersebut mengacu pada peraturan mengenai K3L/HSE yang harus dipenuhi sebagai standar pengamanan dan keselamatan pekerjaan dan proses produksi.

2. Gambar Tender

Dalam setiap proses perhitungan biaya dan pembuatan metode saat tender, dokumen – dokumen yang ada akan selalu menjadi rujukan. Dokumen tender tersebut akan saling mengikat dan harus di teliti satu – persatu sehingga perhitungan biayanya menjadi lebih optimal danbersaing. Termasuk dalam hal ini adalah gambar tender (*drawing*), tim tender bisa mempelajari gambar yang ada baik itu dari segi ukuran, bentuk maupun material yang akan kita gunakan pada proyek. Gambar sangat berpengaruh bagi tim tender untuk bisa mendapatkan perhitungan yang akan ditawarkan pada saat tender.



Gambar 4. Plan Jetty Sulfur saat tender

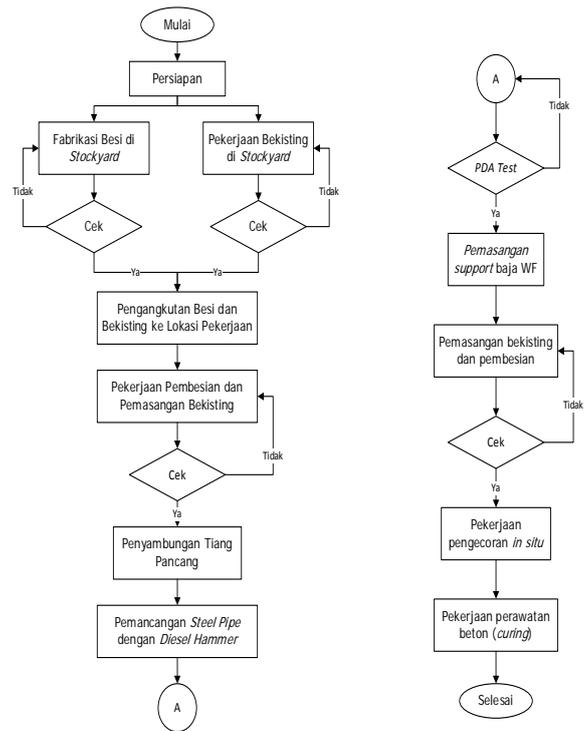


Gambar 5. Top middle view rebar pile cap saat tender

Dari gambar yang didapat sebagai dokumen tender, tim tender bisa menghitung antara lain koefisien material yang akan digunakan, metode pelaksanaan yang efektif, dan pemakaian peralatan yang efisien dan tepat. Dari gambar tender yang ada dikombinasikan dengan kondisi lapangan, maka di peroleh data yang akan dipakai sebagai rujukan saat pelaksanaan. Tim Proyek [2]

3. Metode Kerja In Situ

Metode kerja pekerjaan struktur, Tim Proyek [3] disusun dengan menggunakan *flow chart* sebagai berikut :

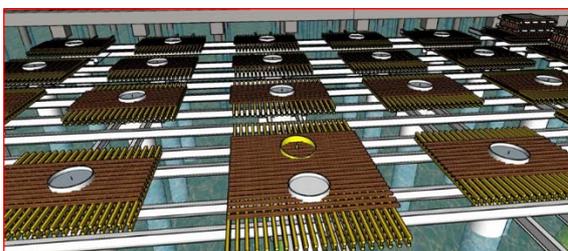


Gambar 6. Diagram alir metode kerja pekerjaan struktur *in situ*

Dalam dokumen BP3 perhitungan biaya masih mengacu pada data – data kontrak, BoQ dan gambar awalnya merupakan pekerjaan beton *in situ*, yang dikerjakan dengan manual. Pada proyek ini, tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang baja. Mulai dari pemasangan support dan gelagar beam dengan menggunakan WF yang di las pada tiang pancang baja, juga pemasangan suri – suri dan tembereng dari bekisting. Metode kerja pengecoran awal dapat dijelaskan dengan tahapan – tahapan sebagai berikut :

1. Memotong tiang pancang baja sesuai dengan ketinggian yang ditentukan, hasil

- pemotongan tiang pancang baja ada yang vertikal dan miring.
2. Memasang kupingan menggunakan besi WF 300x150x6,5x9 mm yang di las ke tiang pancang baja
 3. Ketika semua kupingan besi WF 300x150x6,5x9 mm yang dilas ke tiang pancang baja sudah terpasang semua, kemudian memasang *support* tumpuan scaffolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas kupingan baja secara melintang.
 4. Memasang *support* tumpuan scaffolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas baja WF melintang secara memanjang.
 5. Metode kerja dengan metode pengecoran in situ, mulai dari Pemasangan besi WF yang dilas ke tiang pancang *steel pipe*. Pembuatan gelagar / bodeman, pemasangan suri - suri, Pembesian dan kemudian dilakukan pengecoran in situ dengan alat *concrete pump*.
 6. Memasang kayu ulin sebagai dudukan *bottom pier*, serta pemasangan anker *bottom pier* menggunakan kayu 5/10.
 7. Pemasangan besi isian kedalam pancang sedalam 3,5 m
 8. Pemasangan bekisting dinding pier multilek 18 mm serta pemasangan *rebar pile cap / pier*
 9. Setelah pemasangan besi dan bekisting siap dan lolos inspeksi, maka dilakukan pengecoran *pier* tahap pertama.
 10. Pemasangan *support* tumpuan scaffolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas kupingan baja secara melintang pada tahap kedua
 11. Pemasangan *support* tumpuan scaffolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas WF yang melintang baja secara memanjang
 12. Pemasangan *peri girder* berbagai ukuran sebagai dudukan *bottom pondasi pier / pile cap*
 13. Pemasangan rangka bekisting *pier* bagian bawah menggunakan kayu 5/10 dan multilek 18 mm



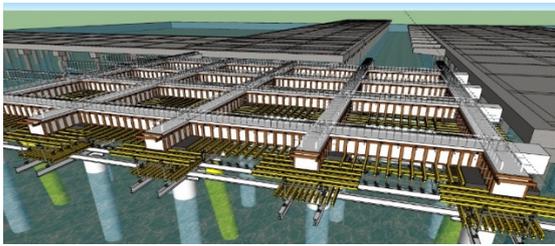
Gambar 7. Ilustrasi Pemasangan Rangka Bekisting Pier

14. Pemasangan besi isian ke dalam pancang sedalam 3,5 m tahap kedua
15. Pemasangan bekisting telapak pondasi *pile cap / pier*, serta pengecoran isian pancang sedalam 3,50 m tahap kedua
16. Pemasangan bekisting dinding *pier* multilek 18 mm serta pemasangan *rebar pile cap / pier* tahap kedua
17. Setelah pemasangan besi dan bekisting siap dan lolos inspeksi, maka dilakukan pengecoran *pier / pile cap* tahap kedua



Gambar 8. Ilustrasi Pengecoran Pier / Pile Cap Tahap Kedua

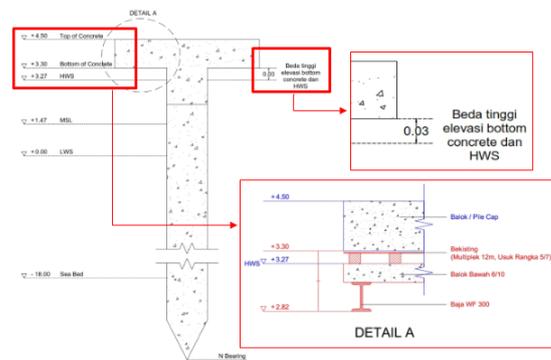
18. Pembongkaran bekisting dinding *pier* tahap pertama dan beton *dicuring compound* setelah itu dipindah ke ke tahap ketiga, karena tahap kedua memakai bekisting baru, dan lanjut sampai tahap berikutnya
19. Pemasangan *support* tubing sebagai *support* *peri* untuk *bottom* balok yang melintang dan memanjang
20. Pemasangan *suri - suri* *peri* untuk *support* balok melintang dan memanjang, serta pemasangan pembesian balok tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
21. Pemasangan bekisting balok melintang dan memanjang tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
22. Pengecoran balok 35 mpa pada balok melintang dan memanjang setinggi 85 cm tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
23. Pembongkaran bekisting balok melintang dan memanjang tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya jika umur beton sudah sesuai
24. Pemasangan *support* bekisting untuk plat lantai menggunakan tubing dan *peri* untuk beton tebal 35 cm tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya



Gambar 9. Ilustrasi Pemasangan Support Bekisting

25. Pemasangan bekisting plat lantai bagian tepi dan bawah tahap pertama
26. Pemasangan rebar plat lantai arah melintang dan memanjang sesuai dengan bestat pembesian pada tahap pertama
27. Proses pengecoran lantai tahap pertama dengan *finishing trowel* serta dilakukan curing compound setelah pengecoran
28. Pekerjaan pemasangan support bekisting, bekisting pada lantai tahap kedua sampai dengan tahap berikutnya, untuk *joint* beton menggunakan *chemical* sikabond NV.
29. Pemasangan *rebar* plat lantai arah melintang dan memanjang sesuai dengan bestat pembesian pada tahap kedua sampai dengan tahap berikutnya
30. Proses pengecoran lantai tahap kedua dengan *finishing trowel* serta dilakukan *curing compound* setelah pengecoran sampai dengan tahap berikutnya
31. Pembongkaran bekisting *pier*, balok dan lantai serta pembongkaran kupingan WF 300x150x6,5x9 mm dengan *blander* jika umur beton sudah tercapai dengan menggunakan mini ponton dan *crane* sebagai alat angkatnya
32. Proses pengecoran *mooring dolphin* selatan menggunakan *concrete pump*, *crane* diatas ponton dengan *bucket cor* kapasitas 1 m³
33. Penuangan beton k-400 dengan cara estafet, beton dari *mixer* dipompa ke dalam *bucket cor* lalu diangkat *crane* dan dimasukkan ke bekisting
34. Metode Pengecoran *mooring dolphin* dengan menggunakan peralatan *crane barge* dan *bucket cor*.

Gambar elevasi rencana saat tender sebagai berikut :



Gambar 10. Profil Elevasi Eksisting (LWS-HWS)

Dari gambar diatas dapat dilihat posisi dasar dari baja WF berada pada elevasi +2,82 m dan posisi MSL (*Mean Surface Level*) pada +1,47 hanya beda elevasi 1.5 m saja. Artinya kalau dalam posisi pemasangan biasa, WF *support* akan selalu terendam dalam beberapa jam setiap hari. Hal ini jelas sangat mempengaruhi kondisi pekerjaan pada Standar Migas.

Elevasi rencana *Top Of Concrete* (TOC) dan elevasi *High Water Surface* (HWS) rendah, pemasangan *support* berada pada posisi di bawah permukaan air laut saat terjadi pasang tinggi, sehingga memerlukan metode kerja sesuai dengan kondisi dan keadaan proyek. Mengamati dan melihat kondisi yang ada di lapangan perubahan metode memang dibutuhkan agar pengendalian mutu dan waktu tetap bisa dilakukan. Disertai dengan beberapa alasan teknis yang memang lebih layak untuk dilaksanakan dengan metode ini. Pertimbangan tersebut tetap mengacu pada alasan biaya, mutu dan waktu

Alasan pengajuan perubahan metode pekerjaan yang dilakukan oleh proyek adalah sebagai berikut :

1. Pengecoran dengan pekerjaan *In situ* dengan elevasi *Bottom beam* +3,3 akan mengalami kesulitan. Terutama dari segi HSE.

Didapat elevasi TOC +4,5 dari LWS

Elev HWS pada saat pasang tertinggi +3,27

Elev suri – suri bekisting = 3,3-0,20 +3,10

Elev WF *bottom* perancah (WF 150) = 3,10-0,15 +2,97

Dari kondisi ini maka perancah dan balok suri-suri akan sering terendam air laut pada saat pasang dan itu bisa berlangsung selama beberapa jam setiap hari sesuai dengan kondisi pasang surut. Pertamina bekerja dengan persyaratan HSE dengan kategori high risk. Bekerja pada kedalaman air laut menggunakan peralatan selam

menyebabkan kapasitas produksi yang dihasilkan sangat kecil. Selain itu memerlukan proses pengajuan JSA, *Permit* dan SIKA (Surat Izin Kerja Aman) pada pekerjaan di air yang memerlukan waktu dan pemeriksaan dokumen dengan ketat.

2. Dengan rentang waktu kontrak dari April 2019 – Juli 2020 (15 bulan) dan lokasi pekerjaan berada di laut dengan kondisi alam yang tidak menentu menyebabkan risiko terjadinya penghentian pekerjaan akibat gelombang tinggi, hujan dan angin tidak bisa di prediksi.
3. Pengendalian waktu pekerjaan menjadi tidak bisa di ukur karena pekerjaan pemasangan perancah dan bekisting baru bisa dilakukan pada saat air laut surut, dan waktunya juga terbatas. Kondisi ini tentunya akan mempengaruhi waktu penyelesaian pekerja
4. Biaya produksi akan meningkat terkait dengan kapasitas produksi yang kecil, terutama dari segi upah dan alat (Marine Spread) karena risiko alam yang tidak bisa di prediksi. Selain itu juga ada potensi denda apabila terjadi keterlambatan dalam proses pekerjaan yang diakibatkan oleh metode pelaksanaan.

Dengan desain dan BoQ awal yang sudah tertuang dalam kontrak, dan pekerjaan beton cukup sulit dikerjakan dengan kondisi tersebut, perlu diajukan perubahan atas metode tersebut. Untuk pengajuan perubahan desain dan pelaksanaan tersebut akan dilakukan dengan beberapa alasan teknis yang mendukung.

ANALISA KASUS

1. Persetujuan Perubahan Desain

Pengajuan gambar *precast* di ajukan dalam bentuk *shop drawing* bersamaan dengan perhitungan struktur *precast* atas *jetty*. Dokumen pengajuan Gambar sudah disesuaikan dengan ukuran dan bentuk dari perhitungan struktur. Selanjutnya dilakukan permodelan BIM. Salah satu contoh dari permodelan BIM adalah *headstock* dan *plank fender*. Dalam permodelan ini kita bisa melihat bentuk dan ukuran dari *precast* yang akan kita kerjakan dengan sangat akurat. Selain itu juga didapatkan berat dari unit *precast* tersebut. Kegunaannya nanti akan bisa dijadikan acuan dalam perhitungan kebutuhan bahan dan proses pelaksanaan di lapangan, seperti izin angkat dan angkut pada saat fabrikasi, *delivery* dan pada saat install. Dokumen perizinan tersebut diajukan setiap akan memulai

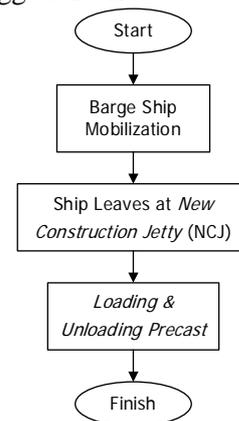
pekerjaan. Pekerjaan akan dihentikan apabila persyaratan dokumen tersebut belum lengkap.



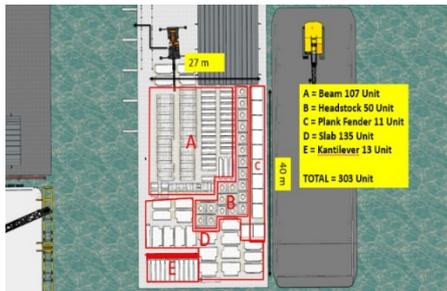
Gambar 11. Lembar Pengesahan Dokumen Perhitungan Struktur *Jetty* Sulfur

2. Pengajuan Metode Alat Angkat dan Angkut

Untuk mendapatkan izin pekerjaan yang berkaitan dengan alat angkat dan alat angkut, maka harus diajukan dokumen *lifting plan* dari Tim Proyek [5] yang berisi tentang prosedur dan metode serta data-data yang diperlukan untuk proses angkat dan angkut tersebut. Metode Pekerjaan ini diajukan sebagai kelengkapan teknis pekerjaan dilapangan oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, dalam memulai suatu pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada Pekerjaan *Handling Material Precast* area Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS MIGAS proyek RDMP RU V - Balikpapan. Tujuan pembuatan metode pelaksanaan ini sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan *handling material precast* di lapangan agar mendapatkan hasil dan mutu yang sesuai. Dalam metode pelaksanaan ini tercantum sistem kerja lapangan yang akan digunakan dari awal kegiatan hingga selesai

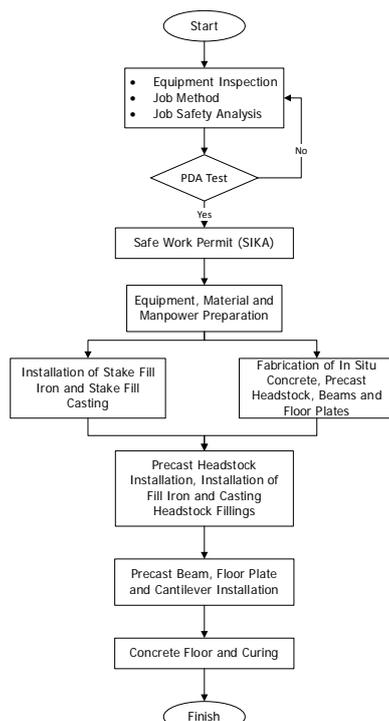


Gambar 12. Diagram Alir Pekerjaan *Handling Material Precast*



Gambar 13. Layout Penempatan Precast

Metode pelaksanaan ini diajukan sebagai kelengkapan teknis pekerjaan dilapangan oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, dalam memulai suatu pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada pekerjaan struktur atas *jetty sulfur*, *mooring dolphin* selatan, *mooring molphin* utara, *jetty extension* dan *tower conveyor* area Proyek Pembangunan Sulfur Jetty dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas proyek RDMP RU V - Balikpapan. Didalam metode pelaksanaan ini tercantum sistem kerja lapangan yang akan dipakai mulai dari awal kegiatan hingga selesai, yang terdiri dari *site management* hingga *quality control* pekerjaan serta unsur-unsur terkait selama pekerjaan berlangsung, sehingga apa yang menjadi target dan rencana yang telah ditetapkan dapat terlaksana dengan baik.



Gambar 14. Diagram alir metode pekerjaan struktur atas Precast

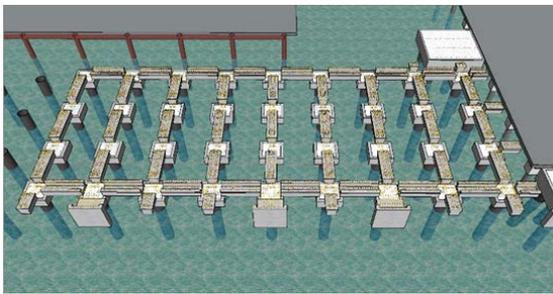
3. Metode Kerja Precast

Ada beberapa hal yang perlu menjadi perhatian saat memulai pelaksanaan pekerjaan pemasangan precast ini. Secara ekstern hal yang harus disiapkan adalah melakukan inspeksi peralatan (dalam hal ini peralatan angkat atau *lifting gear* yang di gunakan), pengajuan metode pekerjaan *precast* yang sudah di sesuaikan dengan ukuran desain dan perhitungan struktur dan pengajuan JSA untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kemungkinan risiko yang akan terjadi pada pekerjaan ini. Secara intern adalah persiapan kebutuhan upah, alat dan bahan yang di perlukan untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan, mobilisasi peralatan *lifting gear* yang di perlukan untuk pelaksanaan pekerjaan dan persiapan lokasi dan *stockyard* untuk pekerjaan pemasangan. Beberapa dokumen yang harus disiapkan adalah *shop drawing precast*, perhitungan struktur *jetty sulfur*, *lifting plan material precast*, prosedur pekerjaan produksi *headstock*, *beam* dan *slab jetty sulfur*, prosedur pekerjaan produksi *headstock*, *beam* dan *slab jetty sulfur*, metode pekerjaan *handling material precast*, dan metode pekerjaan struktur atas. Tim Proyek [6]

Pelaksanaan pekerjaan di lapangan dapat dijelaskan sebagai berikut :

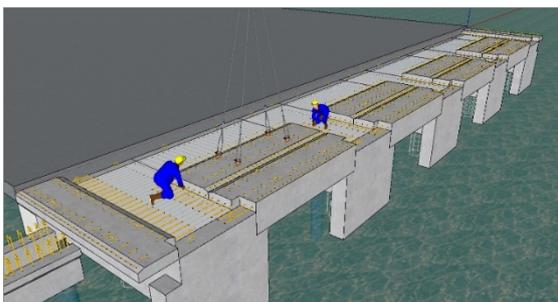
1. Melakukan proses fabrikasi *precast* meliputi *headstock*, balok dan plat lantai untuk seluruh struktur (*jetty sulfur*, *mooring dolphin* utara dan *mooring dolphin* selatan, *tower conveyor*, dan *extension jetty*).
2. Selanjutnya proses fabrikasi besi untuk isian pancang, isian *headstock*, *joint beam*, *top beam*, dan isian *slab*.
3. Mobilisasi precast dari Surabaya dimana *precast* dipesan menuju Balikpapan hingga ke area *stockyard* menggunakan kapal tongkang.
4. Mobilisasi *precast* dari *stockyard* menuju area *stockyard* menggunakan *truck crane*.
5. Pada struktur *extension jetty* sebelum pekerjaan struktur atas dimulai, terlebih dahulu dilakukan pekerjaan pembongkaran *fender* NJC.
6. Selanjutnya dilakukan pembongkaran *bollard 2* (dua) unit di NJC
7. Pembongkaran lampu penerangan yang berada di lokasi NJC.
8. Pembongkaran *corner protection* NJC dan diganti dengan siku 100x100x10 mm pada ujung pertemuan dengan *extension jetty* dengan *teckweld* dan dilakukan *grouting*

- sebagai isian antara siku dan beton eksisting.
9. Pemasangan *headstock* pada *tower conveyor*, *extension jetty*, dan *jetty sulfur* kemudian di *teckweld* pada *cut of pile* (COP).
 10. Setelah pemasangan *headstock* selesai dilakukan dengan melakukan pembesian isian pancang pada *tower conveyor*, *extension jetty*, dan *jetty sulfur*, dilanjut dengan pengecoran isian pancang.
 11. Setelah pengecoran isian pancang selesai kemudian dilakukan proses *install* besi isian *headstock* pada *tower conveyor*, *extension jetty*, dan *jetty sulfur*.
 12. Pengecoran isian *headstock* pada *tower conveyor*, *extension jetty*, dan *jetty sulfur* dengan *concrete pump*.
 13. Setelah pengecoran isian *headstock* selesai dilaksanakan kemudian dilakukan proses pemasangan *precast* balok melintang dan memanjang pada *Jetty Sulfur*.



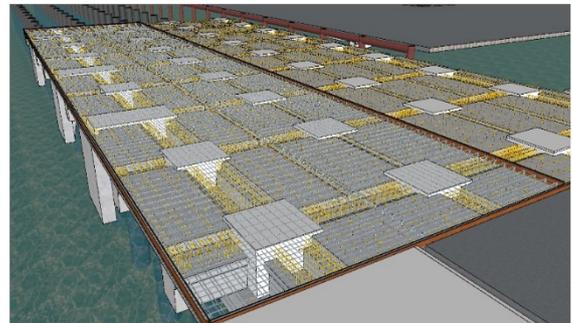
Gambar 15. Ilustrasi pemasangan *precast* balok melintang

14. Pemasangan bekisting *joint precast* balok memanjang dan melintang *Jetty Sulfur*.
15. Pengecoran *joint* balok memanjang dan melintang *Jetty Sulfur*.
16. Setelah pengecoran pada *joint* balok selesai dilaksanakan dilanjutkan dengan pemasangan *precast slab* pada *extension jetty* dan *jetty Sulfur*.



Gambar 16. Ilustrasi *Precast Slab Extension Jetty*

17. Proses pemasangan besi *in situ* lantai (*slab*) dan bekisting *stop cor* lantai bagian tepi pada *extension jetty*.
18. Pengecoran lantai bagian tepi pada *extension jetty* menggunakan *concrete pump*.
19. Selanjutnya dilakukan *curing* lantai bagian tepi pada *extension jetty*.
20. Pemasangan besi *in situ* dan bekisting *stop cor* pada *jetty sulfur*.



Gambar 17. Ilustrasi Pemasangan Besi *In Situ* dan Bekisting *Stop Cor*

21. Pengecoran lantai pada *jetty sulfur* satu sisi sebelah laut.
22. *Curing* lantai pada *jetty sulfur* satu sisi sebelah laut. Kemudian dilakukan hal yang sama pada sisi darat.
23. *Install* pembesian isian tiang pancang *mooring dolphin* utara.
24. Pengecoran isian tiang pancang *mooring dolphin* utara menggunakan *concrete pump*.
25. *Install* pembesian *headstock mooring dolphin* utara.
26. Pengecoran *headstock mooring dolphin* utara
27. *Install* lantai *precast* pertama *mooring dolphin* selatan. Pada *mooring dolphin* selatan struktur *precast* dibagi menjadi dua karena dimensinya yang cukup besar untuk meminimalkan beban *lifting* dan efek lendutan.
28. *Install* lantai *precast* kedua *mooring dolphin* selatan.
29. *Install* dinding *precast* pertama *mooring dolphin* selatan
30. *Install* dinding *precast* kedua *mooring dolphin* selatan
31. *Install* isian tiang pancang *mooring dolphin* selatan
32. Pengecoran isian tiang pancang *mooring dolphin* selatan.
33. Setelah melakukan pengecoran isian tiang pancang maka dilanjutkan dengan proses

pembesian *headstock mooring dolphin* selatan.

34. Kemudian pengecoran *headstock mooring dolphin* selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Evaluasi Mutu

Sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, apabila pekerjaan dilakukan dengan pengecoran secara *in situ* ditetapkan mutu beton sebesar $f'c = 33 \text{ Mpa}$ (K-400) sedangkan apabila menggunakan metode *precast* maka mutu beton yang disyaratkan adalah sebesar $f'c = 41 \text{ Mpa}$ (K-500) sesuai dengan dokumen spesifikasi proyek. Di dalam dokumen perhitungan struktur, perhitungan dilakukan sesuai dengan yang disyaratkan dengan mutu beton sebesar $f'c = 41 \text{ MPa}$. Jadi secara mutu terjadi penambahan mutu beton akibat perubahan metode kerja.

No	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur	Ukuran	Berat	Tekanan Hancur	Tegangan Hancur	Tegangan Hancur	Konversi	Ket
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13.2	87.67	494.1	48.7	597.7	FC 42
2	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13	95.46	540.2	53	650.8	FC 42
3	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13.1	80.22	454	44.5	547	FC 42

Gambar 18. Hasil Uji Kuat Tekan Beton *Precast*

2. Evaluasi Waktu

Dari hasil evaluasi waktu pelaksanaan proyek, pengaruh dari perubahan pengecoran *in situ* menjadi *precast* mengalami percepatan selama 56 hari. Evaluasi waktu ini dilakukan dengan membandingkan antara jadwal awal pekerjaan pengecoran *in situ* menjadi *precast*. Perubahan metode ini berdampak cukup besar terhadap waktu karena pengadaan beton *precast* dapat dilakukan di awal pekerjaan bersamaan dengan pekerjaan pemancangan sedangkan apabila menggunakan metode pengecoran *in situ*, pemancangan harus selesai dulu baru kemudian pekerjaan pengecoran bisa dilaksanakan. Risiko terhadap penambahan waktu pelaksanaan juga dapat terjadi jika tetap menggunakan metode pengecoran *in situ* terkait kapasitas produksi yang dipengaruhi kondisi pasang surut. Hasil evaluasi terhadap mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

lame	Duration	Start	Finish
TY SULFUR DAN DREDGING	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
I. PEKERJAAN KONSTRUKSI JETTY SULFUR	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
▷ A. Pekerjaan Tiang Pancang	314 days	Fri 01-02-19	Wed 11-12-19
▷ B. Pekerjaan Poer	200 days	Fri 10-05-19	Mon 25-11-19
▷ C. Pekerjaan Balok	168 days	Thu 13-06-19	Wed 27-11-19
▷ D. Pekerjaan Slab t=35 cm	160 days	Fri 28-06-19	Wed 04-12-19
▷ E. Pekerjaan Fender SCN 1400	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
▷ F. Pekerjaan Bollard	40 days	Fri 18-10-19	Tue 26-11-19
▷ G. Lampu Penerangan	30 days	Tue 12-11-19	Wed 11-12-19
▷ H. Pekerjaan Dilatasi	28 days	Fri 28-06-19	Thu 25-07-19
▷ I. Jaringan Air Bersih	10 days	Tue 12-11-19	Thu 21-11-19

Gambar 19. Jadwal Pekerjaan dengan Menggunakan Metode *In Situ*

	Duration	Start	Finish
SULFUR DAN DREDGING	274 days	Fri 01-02-19	Fri 01-11-19
PEKERJAAN KONSTRUKSI JETTY SULFUR	244 days	Fri 01-02-19	Wed 02-10-19
ngadaan dan Angkutan Precast	90 days	Fri 01-02-19	Wed 01-08-19
.. Pekerjaan Tiang Pancang	244 days	Fri 01-02-19	Wed 02-10-19
.. Pekerjaan Install Poer Precast	31 days	Thu 09-05-19	Sun 09-06-19
.. Pekerjaan Install Balok Precast	44 days	Wed 12-06-19	Fri 26-07-19
.. Pekerjaan Install Slab t=35 cm Precast	41 days	Thu 27-06-19	Wed 07-08-19
.. Pekerjaan Install Fender SCN 1400 Precast	206 days	Fri 01-02-19	Sun 25-08-19
.. Pekerjaan Bollard	40 days	Sun 14-07-19	Thu 22-08-19
.. Pekerjaan Lampu Penerangan	30 days	Thu 08-08-19	Fri 06-09-19
.. Pekerjaan Dilatasi	28 days	Fri 28-06-19	Thu 25-07-19
Jaringan Air Bersih	10 days	Thu 08-08-19	Sat 17-08-19

Gambar 20. Jadwal Pekerjaan dengan Menggunakan Metode *Precast*

3. Evaluasi Biaya

Dari hasil evaluasi biaya pelaksanaan proyek, pengaruh dari perubahan pengecoran *in situ* menjadi *precast* didapatkan pengurangan biaya produksi pada item pekerjaan ini sebesar Rp. 840.498.297,31. Evaluasi biaya ini dilakukan dengan membandingkan biaya pelaksanaan antara pekerjaan pengecoran *in situ* (Rp. 24.020.892.448,07) menjadi *precast* (Rp. 23.180.394.150,31) terkait dengan penggunaan alat, bahan dan kombinasi tenaga kerja. Sebagai catatan, penyusun tidak membandingkan efek biaya umum lapangan secara langsung mengingat *scope* pekerjaan yang banyak selain pekerjaan pengecoran. Hasil evaluasi terhadap waktu dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

PEKERJAAN BETON INSITU			
NO	URAIAN PEKERJAAN	H/S	JUMLAH
A	Pekerjaan Beton Insitu		
a	Alat		
Sub Total a			6,068,431,832.00
b	Bahan		
Sub Total b			14,889,762,433.19
c	Upah		
Sub Total c			3,062,698,182.88
TOTAL (a + b + c)			24,020,892,448.07

Gambar 21. Biaya dari Metode Pengecoran *In Situ*

PEKERJAAN BETON PRECAST			
NO	URAIAN PEKERJAAN	H/S	JUMLAH
A	Pekerjaan Beton Precast		
a	Alat		
Sub Total a			4,465,405,3
b	Bahan		
Sub Total b			17,382,196,5
c	Upah		
Sub Total c			1,332,792,2
TOTAL (a + b + c)			23,180,394,0

Gambar 22. Biaya dari Metode Pengecoran *Precast*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dapat disimpulkan bahwa desain awal pada saat tender tidak seluruhnya sesuai dengan kondisi di lapangan. *Review engineering* dalam hal perubahan metode pelaksanaan dari metode pengecoran *in situ* menjadi *precast* perlu dilakukan untuk memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan mutu, waktu dan biaya. Pada Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan secara mutu beton berdasarkan spesifikasi terjadi kenaikan mutu dari semula $f'c = 33$ Mpa (K-400) menjadi $f'c = 41$ Mpa (K-500), secara waktu terjadi percepatan 56 hari untuk penyelesaian pekerjaan dan secara biaya didapatkan pengurangan biaya produksi pada item pekerjaan ini sebesar Rp. 840.498.297,31.

SARAN

Beberapa saran yang dapat diperhatikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu

1. Setiap perubahan metode kerja agar selalu dilengkapi dengan evaluasi terhadap mutu, waktu dan biaya sebagai dasar pengambilan keputusan.
2. Perlu kelengkapan administrasi yang baik untuk pengajuan perubahan metode kerja.
3. Setiap penyedia jasa sebaiknya membuat standar teknis untuk setiap metode pelaksanaan, sehingga dalam perencanaan dan pelaksanaan bisa mendapatkan metode yang baik dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada tim proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas, Proyek RDMP RU V Balikpapan, untuk semua bantuannya. Tim *Engineering* dan BIM PT. Adhi Karya (Persero) Tbk – Departemen Infrastruktur II dalam hal ini saudara Dhiky dan saudara Denny atas segala bantuan dan semangatnya dalam penyusunan laporan ini. Yudhista Eliyanti Edwin Putri, istri saya, yang

tiada hentinya menyemangati, memberikan motivasi serta doa yang tak pernah putus kepada suaminya. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penyusun. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah kontribusi ilmu di bidang ketekniksipilan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Cahyono, “Study Perbandingan Proyek Pembangunan Gedung Metode Pelaksanaan Precast Dengan Metode Konvensional Dilihat Dari Segi Waktu Dan Biaya (Study Kasus Proyek Asrama Balai Sungai Surakarta Teknologi N-Panel System), Universitas
- [2] Tim proyek, Perhitungan Struktur *Jetty* Sulfur, 2020
- [3] Tim proyek, Prosedur Pekerjaan Produksi *Headstock, beam* dan *Slab Jetty* Sulfur (Adhimix), 2020
- [4] Tim proyek, Prosedur Pekerjaan Produksi *Headstock, beam* dan *slab jetty* sulfur (APB), 2020
- [5] Tim proyek, Metode Pekerjaan *Handling Material Precast*, 2020
- [6] Tim Proyek, Metode Pekerjaan Struktur Atas, 2020