

**M E T O D E D A N T E K N O L O G I P E L A K S A N A A N K O N S T R U K S I  
P E L A B U H A N J E T T Y**

**“Studi Kasus Proyek Pembangunan Pelabuhan B4 PT.Indocement Tunggal  
Prakarsa Tbk Tarjun Kotabaru Kalimantan Selatan”**

Yuslan Irianie

*Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin*

*E-mail : yuslan\_irianie@yahoo.com*

**ABSTRACT**

Port is a transport infrastructure plays a major role in promoting the development of an area, where the construction of the jetty port B4 PT. Indocement Tunggal Tbk in Tarjun Kotabaru South Kalimantan is a special port for loading and unloading facilities cement industry which facilitate material transport services and materials production plant. Pre-cast construction technology is an alternative construction material in port construction in Indonesia, the application of precast concrete technology on the pile structure, beams and slabs are practical for construction of the building above the water.

Jetty port facility development project B4 is the development of existing ports on specific ports PT.Indocement units operating in Tarjun Kotabaru. Planned length of 56 meters and a width of 26 meters is equipped with a mooring dolphin on the left and two mooring dolphin on the right side, the planned size of the maximum weight that can anchor ship DWT 10,000 tons. The building dock wharf / quay open construction that partly on land and partly above sea level with a combination of methods and construction technology of pre-cast and cast-in-situ.

B4 jetty port implementation method starts from the preparatory work for site clearance and preparation base camp and others - seabed dredging works to create a navigation channel and location of the jetty - the jetty construction work comprises the installation of split stone, tetrapod, seawall to the core layer and strengthening leg continued work dock floor comprising pile foundation, installation of precast concrete, bakesting floor plate, floor plate reinforcement and casting dock floor continued maintenance and demolition bakesting - jobs dock facility comprising fender mounting, bollard, mechanical and electrical.

Keywords: jetty, pre-cast and cast insitu

**1. PENDAHULUAN**

PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk, merupakan salah satu produsen semen terbesar di Indonesia, dengan total kapasitas produksi 18.000.000 ton semen pertahun, dengan jumlah pabrik 12 unit, yang tesebar di daerah Jawa Barat ( 9 unit di Citeruep Bogor dan 2 unit di Cirebon) dan satu unit di Desa Tarjun, Kabupaten

Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pabrik ke 12, yang berlokasi di Desa Tarjun, mulai dibangun tahun 1996 dan beroperasi tahun 1998, dengan kapasitas produksi semen 2.500.000 ton/tahun.

Dengan meningkatnya permintaan pasar semen dalam negeri (domestik), maka berdampak pada meningkatnya kebutuhan material *additive* (gypsum & trass/abu vulkanik), dan material bahan bakar (Batu bara & Solar), untuk keperluan proses operasi dan produksi semen itu sendiri. Pada tahun 2011 jumlah material *additive* dan material bahan bakar yang diperlukan adalah 50.000 ton perbulan, maka pada tahun 2012 meningkat menjadi 75.000 ton perbulan. Semua material *additive* dan material bahan bakar tersebut, berasal dari luar daerah, yang didatangkan ke lokasi pabrik dengan menggunakan angkutan kapal tongkang. Dengan terbatasnya fasilitas pelabuhan untuk bongkar muat material *additive* dan material bahan bakar, maka hal ini juga berdampak kepada meningkatnya jumlah antrian kapal tongkang yang akan melakukan baktivitas bongkar muat di pelabuhan khusus milik PT. Indocement, dan menyebabkan tingginya biaya sewa tongkang dan menimbulkan biaya tunggu (*demurrage*) kurang lebih USD 50.000,- perbulan. Menyikapi kondisi tersebut, maka pihak manajemen perusahaan mengambil keputusan untuk membangun fasilitas pelabuhan bongkar muat tambahan, yang sudah dilengkapi alat bongkar muat berupa *harbour mobile crane* (HMC), yang multi guna dan bisa juga digunakan untuk bongkar muat kontainer. Hal ini sejalan dengan rencana pengiriman semen kantong, dengan menggunakan kontainer. Pada bulan Agustus tahun 2012, dimulai pembangunan pelabuhan baru, yang diberi nama "Jetty B4 Project".

Tujuan dari hasil penulisan ini adalah mengetahui teknologi konstruksi yang dipilih dan sistem atau pola pelaksanaan proyek pembangunan fasilitas pelabuhan Jetty B4, pelabuhan khusus milik PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk., Unit Operasi Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Demaga adalah bangunan di tepi laut (sungai, danau) yang berfungsi untuk melayani kapal, dalam bongkar/muat barang dan atau menaikan/menurunkan penumpang.

Dari bentuk bangunannya, dermaga dibagi menjadi dua (Asiyanto 2008) yaitu wharf dan pier. Wharf atau quay adalah bangunan dermaga yang menempel jadi satu dengan pantai dan umumnya menjadi satu dengan daratan, tanpa dihubungkan dengan suatu bangunan (jembatan). *Wharf atau Quay*, dibangun dengan cara menimbun menjadi satu dengan daratan dan tepinya ditahan oleh suatu struktur penahan tanah.

Struktur penahan tanah timbunan dapat digunakan berbagai alternatif sebagai berikut ini:

- a. Perkerasan *Steel/Concrete sheet pile*, yang dipancang rapat sepanjang daerah pelabuhan, dan bila diperlukan struktur tersebut dapat diperkuat atau ditahan

oleh sistem angker. Bila kondisi pantai cukup curam, dermaga juga dapat dibuat dengan struktur tiang pancang. Dan dibagian pangkalnya dibuat abutment penahan tanah, untuk mencegah kelongsoran.

- b. *Caisson/Steel pile cell*, yang dijajar secara rapat, pada sistem ini struktur diperhitungkan berdasarkan beratnya (*gravity wall*), sehingga tidak perlu diperkuat.

Pier atau Jetty, adalah bangunan dermaga yang menjorok ke tengah laut untuk mencapai kedalaman yang diperlukan sesuai dengan draft kapal terbesar yang akan sandar, dan diperlukan adanya bangunan untuk menghubungkan pier dengan daratan. Bangunan penghubung tersebut ada dua macam yaitu Mole dan Trestle. Mole adalah berupa tanggul timbunan batu, yang permukaannya dibuat rata yang berfungsi sebagai jalan. Sedangkan Trestle berupa jembatan, dengan struktur tiang, girder dan slab. Pier/Jetty ini dibangun dengan cara memancang tiang sebagai truktur pondasi yang menyangga bangunan pier/trestle di atasnya. Tiang pancang dapat menggunakan steel pipe atau concrete pile. Cara ini dipilih, bila kedalaman air yang dikehendaki berada jauh dari garis pantai. Bila kegiatan di atas pier memiliki beban yang berat, maka struktur tiangnya dan struktur atasnya dapat disesuaikan.

Bentuknya dapat bermacam-macam sesuai dengan kebutuhannya, atau disesuaikan dengan faktor lingkungannya. Yang paling banyak adalah berbentuk "T", oleh karena itu terkadang bisa saja panjang kapal yang merapat pada dermaga pier ini, lebih panjang dari pier itu sendiri. Sehingga ujung-ujung dari kapal terletak di luar pier. Untuk mengatasi hal ini, dalam rangka efisiensi biaya, maka tidak perlu memperpanjang pier dermaga, tetapi dermaga yang ada dilengkapi dengan bangunan lainnya yang disebut dengan dolphin. Fungsi dolphin ini adalah untuk mengikat ujung-ujung kapal. Kemudian untuk pelayanan pengikatan pada dolphin, biasanya ada jembatan yang menghubungkan antara dolphin dan pier, untuk petugas penambatan tali kapal ke dolphin. Bangunan dolphin ada dua jenis yaitu :

- a. *Breasting Dolphin*, dolphin jenis ini lebih besar dari jenis yang satunya dan memiliki fungsi ikut menahan kapal. Oleh karena itu letak dari dolphin ini sejajar dengan dermaga dan dilengkapi dengan fender.
- b. *Mooring Dolphin*, dolphin jenis ini tidak didesain untuk menahan benturan kapal. Oleh karena itu tidak perlu dilengkapi dengan fender. Letak dolphin jenis ini di belakang garis muka dari dermaga.

#### Metode Konstruksi Jetty

Peranan yang sangat penting dari pelaksanaan bangunan jetty adalah pekerjaan tiang pancang. Baik tiang pancang dari baja maupun tiang pancang dari beton bertulang. Kegiatan ini sangat menentukan penyelesaian waktu pelaksanaan. Pekerjaan yang lain seperti girder dan slab, fabrikasinya dapat dimulai bersamaan dengan proses pemancangan.

### 1. Pekerjaan Persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, harus dibuat perencanaan *site plan* yang meliputi :

- a. Letak pembuatan/fabrikasi dan penumpukan tiang pancang, baik yang masih berupa *raw material* sampai tiang yang sudah dipancang.
- b. Letak penumpukan material (pasir, besi, batu dan lain-lain).
- c. Letak bangunan kantor proyek dan gudang.
- d. Letak *casting plant* untuk beton precast (bila menggunakan beton precast).
- e. Letak fasilitas *sand blasting* (bila menggunakan tiang pipa baja).
- f. Letak titik-titik pengukuran untuk memberi pedoman posisi tiang pancang.

Alokasi lahan untuk keperluan-keperluan di atas, harus diatur sebaik-baiknya sesuai lahan yang tersedia, dengan maksud agar arus kegiatan tidak saling mengganggu.

### 2. Pembuatan/Fabrikasi Tiang Pancang

Untuk memudahkan transportasi ke laut, tiang pancang di cor sejajar dengan pantai. Atau bila tiang pancang dibuat ditempat lain, maka penempatannya, juga dibuat sejajar dengan pantai. Dengan penempatan tiang yang sejajar dengan garis pantai, maka transportasinya ke laut dapat dilakukan dengan cara rolling (mengurangi risiko patah pada tiang beton). Untuk keperluan pengukuran "calendering" selama proses pemancangan, setiap tiang diberi "strip" dengan jarak 10 cm untuk beberapa meter yang diperkirakan tidak masuk ke dalam air sebelum dipancang. Tanda ini harus dapat dengan mudah diamati.

### 3. Pedoman Pemancangan

Untuk memberikan pedoman selama proses pemancangan, ditetapkan titik-titik pengukuran di darat (titik A,B,C), yang cukup aman (tidak berubah karena terkena gangguan). Titik-titik tersebut harus selalu dicek setiap kali akan dipakai. Untuk menetapkan posisi tiang nomor 1, dipandu dari theodolite di titik A di arahkan ke titik B dan berputar ke kiri sebesar  $90^{\circ}$ , dan dari theodolite di titik B di arahkan ke titik A dan diputar ke kanan sebesar  $\alpha^{\circ}$ . Jadi tiap titik tiang pancang di guide oleh dua theodolite dari dua titik yang berbeda. Dengan demikian letak titik pancang dapat dikendalikan sesuai dengan gambar rencananya.

### 4. Pemancangan Awal

Pemancangan awal, yaitu tiang-tiang yang dekat darat (pantai), sangat dipengaruhi oleh pasang surut, karena *Floating Pile Drivery* yang digunakan tidak dapat mendekati daratan. Oleh karena itu biasanya titik-titik awal dipancang pada saat kondisi air pasang tertinggi. Dengan demikian pada saat menyusun *time scheduled* diperlukan data tentang jadwal pasang surut (*tide table*) yang berlaku di daerah yang bersangkutan.

Oleh karena itu, pemancangan awal, diupayakan sebagai berikut:

- a. Dipancang pada saat pasang besar/tinggi, sehingga kapal pancang (*floating pile driver*) dapat merapat ke daratan dan dapat memancang tiang yang lokasinya paling dekat dengan daratan.
- b. Bila terpaksa karena tuntutan schedule, harus dipancang pada saat pasang surut, dapat ditempuh dua cara yaitu:
  - a. Dipancang dengan alat pancang darat (dengan perancah atau tanpa perancah).
  - b. Daerah tiang pancang di dekat daratan, digali saluran selebar dan sedalam yang diperlukan oleh kapal pancang.

#### 5. Urutan Pemancangan

Untuk menghindari kesulitan pemancangan, suatu tiang yang terganggu oleh tiang yang telah dipancang sebelumnya, maka urutan pemancangan harus direncanakan lebih dahulu dan memberi nomor urutan pada tiang pancang, sebelum pemancangan dimulai. Pemancangan harus sesuai dengan rencana urutan yang telah ditetapkan dengan sistem coba-coba. Biasanya percobaan dilakukan dengan cara simulasi, dengan menggunakan gambar denah posisi tiang pancang dan potongan karton yang mewakili kapal pancang dengan skala yang sama. Potongan karton tersebut dicoba-coba, sehingga dapat dipastikan proses pemancangan tidak akan terganggu oleh tiang yang telah dipancang sebelumnya.

#### 6. Beton Precast

Selama proses pemancangan, beton *precast slab* dapat mulai dibuat (diproduksi), sehingga pada pemasangan beton *precast*, umur beton telah mencukupi. Penggunaan beton precast ini, akan menghemat banyak waktu dan biaya. Beton *precast* yang direncanakan, sebaiknya sesuai dengan kemampuan angkat dari alat yang akan digunakan (alat yang tersedia). Kombinasi beton *precast*, dan beton *cast in place* dapat dipertimbangkan dengan alternatif sebagai berikut:

- a. Balok *cast in place* dan hanya slab yang *precast*.
- b. Balok Poer di *cast in place* dan balok dan slab masing-masing di *precast*.

#### 7. Penahan *Formwork*

Penahan *formwork* untuk beton yang dicor ditempat (*cast in place*), menggunakan balok-balok kayu yang diletakan pada klem baja yang dipasang pada tiang beton, sesuai dengan elevasi yang direncanakan. Untuk menambah kekuatan / kestabilan, balok-balok tersebut dipress ke tiang beton dengan baut.

#### 9. Pengecoran Beton (*Cast in Place*)

Beton balok yang dicor ditempat, dilakukan dengan dua tahap, yaitu:

- a. Tahap I : bagian beton yang tidak berhubungan dengan *precast slab*.
- b. Tahap II : bagian beton yang berhubungan dengan *precast slab* (setelah beton *precast* terpasang)

#### 10. Beton *Cast in Place*

Adakalanya struktur beton dermaga dicor ditempat, kecuali tiang pancang yang memang harus di *precast*. Hal ini dilakukan pada saat beton *precast* belum maju seperti sekarang ini. Cara ini memerlukan pekerjaan yang besar dan lama yang berlangsung di atas permukaan laut atau danau, namun tidak memerlukan alat angkat yang besar, seperti pada metode penggunaan beton *precast*. Namun demikian metode *cast in place* ini, selain memiliki resiko yang lebih besar, biaya yang lebih mahal, waktu yang lebih lama, juga akan menghasilkan limbah pekerjaan *form work*. Untuk pekerjaan-pekerjaan yang skalanya kecil, mungkin masih bisa dipertimbangkan.

### 13. Dolphins

Dolphin secara mendasar didesain untuk menahan gaya horizontal yang timbul dari impact dan atau gaya angin dan arus air dari kapal ketika sedang merapat di dermaga dan selama kapal ditambat. Fungsi dolphin adalah sebagai kelengkapan dari bangunan dermaga untuk dipergunakan sebagai tambatan kapal, bila *bollard (corner mooring)* yang ada di dermaga tidak mencukupi (kurang jauh). Dolphin biasanya difungsikan untuk kapal-kapal yang ukurannya relatif lebih panjang dibandingkan panjang dermaga. Hubungan antara dolphin dengan dermaga biasanya menggunakan jembatan orang, yang disebut dengan *cat walk*, dengan menggunakan struktur rangka baja untuk dapat menjangkau bentang yang cukup panjang antara dolphin dengan ujung dermaga.

## 3. METODE

Untuk memudahkan pembahasan dan analisis studi, maka diperlukan sistem atika yang baik dan terarah. Berkaitan dengan laporan penelitian ini, maka sistem atika tersebut dapat dilihat pada bagan alur pembahasan sebagai berikut:



Gambar 1. Flow Chart Analisis

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek pembangunan Jetty B4, direncanakan dengan panjang 56 meter dan lebar 26 meter, dan dilengkapi dengan satu mooring dolphin di sisi kiri dan dua mooring dolphin di sisi kanan. Ukuran bobot maksimum kapal tongkang yang bisa bersandar di Jetty B4, direncanakan 10.000 ton DWT dengan maksimum panjang kapal tongkang 120 meter. Untuk menunjang kecepatan bongkar muat maka direncanakan akan dipasang satu unit *Harbour Mobile Crane* (HMC), dengan kapasitas angkat 100 ton, dan merupakan crane multifungsi, yang dapat juga dipergunakan untuk bongkar muat material curah (gypsum, batu bara, trass, laterite dan fly ash), dan juga dapat dipergunakan untuk bongkar muat container. Kapasitas bongkar muat HMC untuk material curah adalah 6.000 ton perhari, dan kapasitas untuk bongkar muat container adalah 400 unit kontainer perhari.

Rincian data-data pelaksanaan Proyek Pembangunan Jetty B4 Pelabuhan Khusus milik PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. ini adalah:

- a. Ukuran : 26 m x 56 m
- b. Konstruksi dermaga : Beton becor
- c. Tiang pancang : Tiang pancang beton.
- d. Mooring dolphin : 3 unit.
- e. Boulder : 5 unit (35 ton).
- f. Vender : 4 unit (tipe V).
- g. Kedalaman air : 5,5 meter LWS.
- h. Posisi Koordinat :  $03^{\circ} - 16' - 53,6''$  S dan  $116^{\circ} - 06' - 20,5''$  E
- a. Catwalk : 2 unit
- b. Peruntukan : Bongkar muat bulk material dan container (tongkang 300 ft).

*Rencana Metode Teknologi Konstruksi Yang Akan Digunakan :*

Rencana metode konstruksi yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Pekerjaan pendahuluan, merupakan pekerjaan persiapan, seperti pembuatan kantor proyek, gudang material atau *stock yard*, base camp untuk pekerja, tempat parkir alat-alat berat dan pos jaga.
- b. Pengerukan dasar laut dan kolam pelabuhan menggunakan alat keruk berupa *Crane Barge*, yang dilengkapi dengan *clamps shell* (grab) dan satu unit excavator long arm. Material hasil pengerukan dibawa dengan tongkang terpisah dan selanjutnya dibuang ke darat (dumping area yang sudah ditentukan).
- c. Pekerjaan jetty, yaitu pekerjaan pelapisan inti dan perkuatan kaki-kaki, terutama dari gerusan arus air laut dan gelombang.
- d. Pekerjaan *seawall*, yaitu pekerjaan pembuatan dinding pelindung jalan menuju dermaga dan sisi-sisi samping dermaga.
- e. Pekerjaan dermaga, yaitu pekerjaan pemancangan tiang pancang, dengan menggunakan single drop hammer, dan pemilihan tiang pancang jenis *concrete pile*, dengan pertimbangan ketahanan terhadap korosi dan kekuatan dermaga,

dimana sesuai rencana, di atas dermaga akan dipasang alat bongkar muat (*Harbour Mobile Crane*). Selanjutnya pekerjaan pem betonan dermaga dengan kombinasi beton *pre-cast* (beton pracetak) dan *cast-insitu* (pengecoran ditempat), dengan mempertimbangkan ketersediaan lokasi untuk pembuatan beton *pre-cast*, fasilitas batching plant yang dekat dengan lokasi proyek dan truck mixer sebagai penunjang. Disamping itu, sulitnya mendapatkan material kayu/papan untuk bekisting. Pertimbangan terpenting adalah waktu penyelesaian pekerjaan bisa lebih cepat dan ramah lingkungan.

- f. Pemasangan fasilitas penunjang, yaitu pemasangan asesoris dermaga, seperti bolder, fender, lampu penerangan, sarana navigasi, penangkal petir dan fasilitas safety dan security seperti pipa untuk fire hydrant, kamera CCTV dan lain sebagainya.
- g. Pemasangan fasilitas bongkar muat, yaitu pemasangan satu unit alat bongkar muat berupa Harbour Mobile Crane, yang bisa digunakan untuk bongkar muat material curah dan bongkar muat kontainer.

#### *Penerapan Metode Pelaksanaan Konstruksi*

Material yang diperlukan dalam pembangunan fasilitas pelabuhan Jetty B4, pelabuhan khusus PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Unit produksi Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan adalah sebagai berikut:

##### 1. Batu Pecah

Batu pecah digunakan sebagai lapis pelindung bagian inti, lapis pelindung 2 dan juga sebagai pelindung kaki bangunan (*toe protection*) pada bangunan Jetty B4 dan seawall.

##### 2. Adukan Beton Siap Pakai (*Ready Mixed Concrete*)

Adukan beton ready mixed adalah adukan beton siap pakai yang dibuat dan diolah sesuai dengan mutu pesanan sehingga pemesan dapat langsung menggunakan untuk keperluan pengecoran. Pada proyek ini, beton ready mixed digunakan untuk membuat tetrapod dan pada lantai dermaga dengan mutu beton K-300.

##### 3. Tulangan Baja

Tulangan baja digunakan untuk pembuatan tulangan pada tetrapod, bolder, lantai dermaga, balok memanjang, balok melintang dan penulangan pondasi tiang pancang. Tulangan baja harus bebas dari karat, sisik dan lapisan yang dapat mengurangi lekatnya pada beton. Tulangan baja yang digunakan adalah  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 19$ ,  $\emptyset 25$ .

##### 4. Kawat Pengikat Tulangan

Kawat pengikat tulangan terbuat dari baja lunak dengan diameter minimal 1mm. Kawat ini digunakan untuk mengikat tulangan baja agar tulangan-tulangan tersebut memiliki jarak yang tetap sesuai dengan rencana.

##### 5. Papan Kayu / Multiplek



Multiplek digunakan untuk acuan cetakan beton atau bekisting pada pembuatan lantai dermaga.

#### 6. Kayu

Kayu digunakan untuk membantu pembangunan konstruksi baik sebagai penyangga cetakan ataupun sebagai pijakan. Kayu yang dipakai harus pada kondisi yang baik, tidak cacat dan tidak lapuk. Pada proyek ini, kayu digunakan sebagai perancah dan penguat bekisting. Karena hanya sebagai alat bantu dalam pelaksanaan pekerjaan tertentu dan sifatnya sementara, maka dipilih kayu dengan kelas keawetannya tidak terlalu tinggi tetapi cukup kuat menahan beban yang akan diterima.

#### 7. Karet " Bridgestone Super Arch (tipe V)" Tipe V 800H 2000L

Fender yang digunakan adalah type V 800H 2000L dengan defleksi 52,5 % , minimum energy absorbtion 50,4 Ton.m dan reaksi maksimum 172 Ton.

Karet digunakan sebagai fender pada dermaga, fender berfungsi untuk menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga, selain itu fender juga melindungi rusaknya cat badan kapal karena gesekan antara kapal dan dermaga yang disebabkan oleh gerak karena gelombang, arus dan angin.

#### 8. Bollard/bolder

Bollard yang digunakan terbuat dari baja cor (*cast steel*) kualitas kelas 3-SC46 (sesuai JIS G 5101) dan mampu menahan beban kerja 150 Ton, yang akan digunakan untuk mengikat tali-tali kapal.

### *Pelaksanaan Pekerjaan*

Dalam pelaksanaan pekerjaan, metode dan urutannya adalah sebagai berikut:

#### 1. Pekerjaan Persiapan

Sebelum dilaksanakannya pembangunan konstruksi jetty, maka diperlukan pekerjaan persiapan. Adapun pekerjaan persiapan meliputi:

- a. Pembuatan kantor proyek/ direksi keet.
- b. Pembuatan gudang material, peralatan dan los kerja besi.
- c. Pembuatan base camp staf proyek dan barak pekerja.
- d. Pos jaga.
- e. Tempat parkir alat berat.

#### 2. Pekerjaan pengerukan dasar laut

Pekerjaan pengerukan dasar laut ini dilakukan untuk membuat alur pelayaran dan sebagai lokasi pembuatan jetty. Pekerjaan ini menggunakan *crane barge* yang dilengkapi dengan grab/clamp shell 10 ton, excavator long arm dan satu unit tongkang 100 feet untuk penempatan material hasil pengerukan.

Adapun material-material hasil pengerukan yang berupa batu karang dan pasir/lumpur dan kemudian dibuang ketempat yang telah ditentukan (dumping area) dengan menggunakan dump truck.

### 3. Pekerjaan konstruksi jetty

#### 1. Pemasangan Batu Belah untuk Lapisan Inti dan Perkuatan Kaki

Batu belah yang digunakan untuk lapisan kedua jetty bagian kepala/ujung memiliki berat 400-410 kg dan pada lapisan inti memiliki berat 20 kg. Untuk jetty bagian badan/lengan, lapis pelindung kedua memiliki berat 300-320 kg dan pada lapisan inti memiliki berat 15-20 kg. Lapisan batu ini berguna untuk menahan datangnya arus gelombang.

Pekerjaan perkuatan kaki pada pembangunan jetty B4 ini terbuat dari tumpukan batu belah yang memiliki berat 250-300 kg. Perkuatan ini berfungsi melindungi tanah pondasi terhadap gerusan akibat gelombang. Arus dan gelombang yang besar dapat menyebabkan terjadinya erosi pada tanah pondasi. Oleh sebab itu, diperlukan perkuatan kaki guna mengatasi masalah tersebut. Pemasangan batu belah pada kedalaman hingga -2,0 meter dilakukan dengan menggunakan excavator yang diletakkan di atas kapal ponton yang ditarik dengan boat penarik. Pada pemasangan batu belah ini digunakan pula alat pelampung dan sensor serta penyelam yang mengarahkan posisi penimbunan di bawah air.

Untuk kemudahan dalam pemasangan dan sesuai dengan gambar rencana, maka perlu dilakukan pemasangan patok-patok bambu yang telah terlebih dahulu diukur dan diatur penempatannya dengan menggunakan waterpass dan theodolite.

#### 2. Pemasangan Tetrapod

Tetrapod terbuat dari beton (biasanya readymix) dan tulangan besi yang memiliki ukuran dan tingkat kekuatan tertentu sesuai dengan desain yang dibuat. Adapun tulangan besi berguna sebagai penguat struktur sekaligus sebagai pembentuk tetrapod. Pembuatan tetrapod dilakukan langsung di lapangan dengan cetakan yang sesuai dengan desain.

Pemasangan tetrapod dilakukan dengan menggunakan crane yang diletakkan di atas kapal ponton yang ditarik dengan boat penarik. Pada pemasangan batu pecah ini tumpukan batu

Tetrapod digunakan pula alat pelampung dan sensor serta penyelam yang mengarahkan posisi penimbunan di bawah air. Untuk kemudahan dalam pemasangan dan sesuai dengan gambar rencana, maka perlu dilakukan pemasangan patok-patok bambu yang telah terlebih dahulu diukur dan diatur penempatannya dengan menggunakan waterpass dan theodolite.

### 3. Pekerjaan Bangunan Seawall

#### 1. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dilakukan untuk memperoleh kedalaman tertentu dimana pelindung kaki dan lapis batu pelindung konstruksi seawallakan ditempatkan. Pelaksanaan pekerjaan galian dilakukan dengan menggunakan excavator.

#### 2. Pekerjaan Lapis Pengisi

Setelah pekerjaan galian selesai, pekerjaan berikutnya adalah pelaksanaan pekerjaan lapis pengisi. Lapis pengisi kedua menggunakan batu belah dengan berat 40-42 kg. Pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan menggunakan alat excavator.

#### 3. Pekerjaan Lapis Pelindung Utama

Setelah pekerjaan pelindung kaki selesai, langkah berikutnya adalah pelaksanaan pekerjaan lapis pelindung utama. Lapis pelindung utama menggunakan batu belah dengan berat 400-415 kg. Pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan menggunakan excavator.

#### 4. Pekerjaan Pelindung Kaki

Setelah pekerjaan lapis pelindung kedua selesai, langkah berikutnya adalah pelaksanaan pekerjaan pelindung kaki. Pelindung kaki menggunakan batu belah dengan berat 50-60 kg. Pelaksanaan pekerjaan dilakukan dengan menggunakan alat excavator.

### 4. Pekerjaan lantai dermaga

#### 1. Pekerjaan pondasi tiang pancang

Pondasi tiang pancang ini berfungsi untuk memindahkan atau menstransferkan beban-beban konstruksi di atasnya (*upper structure*) ke lapisan tanah yang lebih dalam. Pemancangan ini dilakukan dengan menggunakan single acting hammer. Tiang pancang yang dipakai berbentuk bulat berongga yang mempunyai diameter luar 508 mm dan 609 mm dengan panjang 14 m. Tiang pancang yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah jenis prestressed concrete spun pile dari hasil pabrikasi PT. Wijaya Karya dengan mutu beton K-600.

Pada perencanaan dermaga ini menggunakan tiang pancang karena pada lokasi, tanahnya bersifat tanah keras. Pondasi tiang pancang ini dipasang pada kedalaman -8,25 m di bawah permukaan tanah. Pemancangan tiang pancang ini harus sesuai dengan titik-titik as yang telah ditentukan sehingga tiang pancang dapat mencapai dasar sesuai dengan gambar rencana. Alat yang digunakan sebagai palu untuk memukul tiang pancang agar masuk ke dalam tanah adalah single acting drop hammer.

#### 2. Pemasangan Beton Pre-cast dan Penulangan Plat Lantai

Sebelum pekerjaan penulangan plat lantai dilaksanakan dipasang lantai beton pre-cast terlebih dahulu, sebagai pengganti papan bekisting. Setelah pekerjaan pemasangan lantai beton pre-cast selesai, dilakukan pekerjaan penulangan. Pada penulangan balok ini menggunakan baja tulangan dengan  $\emptyset$  19 mm,  $\emptyset$  8 mm. Beton decking setebal 4 cm disiapkan dan dipasang setiap jarak 1,5-3 meter.

Beton decking ini digunakan sebagai acuan tebal selimut beton dan pemisah tulangan dengan bekisting, serta tulangan dengan lantai kerja, sedangkan kawat baja (bendrat) digunakan untuk mengikat tulangan yang telah terpasang. Pada pekerjaan penulangan plat lantai dermaga, tulangan dirangkai setelah pembuatan penulangan balok. Pada penulangan plat lantai dermaga ini menggunakan baja tulangan dengan diameter tulangan 12 mm. Beton decking yang telah kita siapkan dipasang pada jarak 1,5-3 meter. Tebal beton decking pada pekerjaan ini adalah 4 cm. Beton decking ini merupakan acuan tebal selimut beton dan pemisah tulangan dengan decking serta lantai kerja.

### 3. Pembuatan Bekisting Lantai Dermaga

Bekisting merupakan rangkaian kayu dan papan yang dibuat menjadi satu bentuk tertentu. Bekisting mencetak beton sesuai dengan bentuk yang direncanakan. Pekerjaan pemasangan bekisting pada pembuatan plat lantai ini dilaksanakan bersamaan pada waktu pembuatan bekisting pada balok. Hal ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memudahkan dalam perencanaan bekisting keseluruhan dan pemasangannya, disamping itu dapat mempercepat pekerjaan dalam pengecoran. Untuk pembuatan bekisting perlu dipertimbangkan bahan-bahan yang diperlukan, hal ini untuk memenuhi aspek ekonomi dan teknologi, dengan sasaran kemudahan, aman dan ekonomis.

### 4. Pengecoran Lantai Dermaga

Mutu beton yang dipakai untuk pengecoran balok dan plat lantai ini adalah mutu K300. Pekerjaan ini dilakukan setelah pemasangan bekisting dan tulangan selesai. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pengecoran agar kekuatan beton tidak berkurang atau sesuai dengan spesifikasi/ syarat yang ditentukan antara lain :

- a. Kebersihan lokasi pengecoran. Lokasi pengecoran harus bersih dari segala bentuk kotoran yang mengurangi kekuatan beton.
- b. Pemadatan beton harus menggunakan alat penggetar (vibrator concrete) sehingga diharapkan dapat menghasilkan beton yang padat dan tidak berongga sehingga dicapai kekuatan beton yang disyaratkan.
- c. Kontrol terhadap kekuatan beton segar dilakukan dengan uji slump test dan pengambilan sampel untuk pengujian kuat tekan beton di laboratorium. Pada saat pengecoran harus dilakukan penggetaran dengan alat penggetar beton (vibrator concrete) yang dimaksudkan untuk memadatkan beton dan tidak terjadi rongga, sehingga kekuatan beton sesuai dengan yang direncanakan.

### 5. Perawatan Lantai Dermaga dan Pembongkaran Bekisting

Perawatan beton dimaksudkan untuk mendapatkan mutu beton yang baik. Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mulai mengeras dengan cara

menyiram air pada permukaan beton dalam selang waktu tertentu. Tujuan pemberian air pada beton yaitu :

- a. Menghindari kehilangan zat cair pada awal proses pengerasan beton yang akan mempengaruhi proses waktu pengikatan awal.
- b. Mengurangi penguapan air beton yang terlalu besar akibat panas sehingga dapat menyebabkan terjadinya susut pada beton.
- c. Perbedaan temperatur pada beton dapat mengakibatkan retak pada beton.
- d. Perawatan beton dilaksanakan sampai batas yang ditentukan
- e. Pembongkaran bekisting dilakukan setelah pengecoran seluruh gelagar/ balok dan lantai dermaga selesai dan beton sudah mengeras dengan usia 2 hari.
- f. Pembongkaran dilakukan terhadap seluruh bagian balok dan lantai dermaga dan dilakukan secara hati-hati untuk mencegah kerusakan pada struktur balok dan lantai dermaga.

### 1. Pekerjaan Fasilitas Dermaga

Pekerjaan fasilitas dermaga ini meliputi pemasangan fender, pemasangan bollard, stopper dan kelengkapan dermaga.

#### 1. Pekerjaan Pemasangan Fender

Fender yang digunakan adalah type V 800H 2000L dengan defleksi 52,5 % ,minimum energy absorbtion 50,4 Ton.m dan reaksi maksimum 172 Ton

Agar posisi fender tepat sesuai dengan lokasi yang akan dipasang maka pemasangan anchor menggunakan template yang dibuat terlebih dahulu dimana posisi lubang persis seperti fender aslinya. Pemasangan anchor fender dilaksanakan setelah pemasangan besi beton dan sebelum pemasangan bekisting samping. Setelah besi beton terpasang terlebih dahulu dipasang template fender pada sisi luar dilanjutkan dengan pemasangan baut anchor pada template fender sisi bagian belakang, kemudian anchor fender di las pada besi beton agar posisi anchor tidak berubah pada saat pengecoran.

Setelah semua anchor fender terpasang kuat pada besi beton maka template fender dilepas dan dilanjutkan dengan pemasangan bekisting penutup list plank. Setelah bekisting terpasang dilanjutkan dengan proses pengecoran list plank. Sedangkan pemasangan fender dilakukan setelah bekisting list plank dibongkar dan cukup umur.

#### 2. Pekerjaan Pemasangan Bollard/bolder

Bollard yang digunakan terbuat dari baja cor (cast steel) kualitas kelas 3-SC46 (sesuai JIS G 5101) dan mampu menahan beban kerja 150 Ton

Pada umumnya lubang anchor bolder memiliki sedikit sekali toleransi antara 1 mm sampai dengan 3 mm sehingga pemasangan anchor harus presisi agar bollard dapat terpasang nantinya. Untuk memastikan posisi pemasangan anchor bollard yang tepat maka digunakan bollard itu sendiri sebagai template yang

dipasang setelah pemasangan besi beton. Setelah bollard terpasang kuat baru dilaksanakan pengecoran beton.

Pelaksanaan proyek ini diharapkan dapat dilaksanakan secara efektif sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktu yang telah ditargetkan. Selain itu, diharapkan pula selama kegiatan pelaksanaan pembangunan tidak menimbulkan gangguan yang berarti terhadap lingkungan sekitar yang dapat mengganggu aktifitas sehari-hari seperti gangguan karena kebisingan, getaran, ataupun polusi udara yang disebabkan oleh asap kendaraan serta debu akibat dari kegiatan lapangan. Sehingga penerapan manajemen lingkungan sebagai pengelolaan terhadap dampak lingkungan dilaksanakan secara ketat.

## 2. Tahap Pemasangan Harbour Mobile Crane dan Test Commissioning

Pada tahap ini, dilakukan pemasangan satu unit Harbour Mobile Crane (HMC), dengan kapasitas angkat 100 ton dan bisa digunakan untuk bongkar muat kontainer dengan kapasitas 400 kontainer perhari, dan juga bisa digunakan untuk bongkar muat material curah (batu bara, gypsum, trass dan laterite), dengan kapasitas 5000 ton perhari.

### Produksi Kerja

#### 1. Hasil Perhitungan Produksifitas Alat

- a. Pekerjaan pengerukan dasar laut (alur pelayaran), Waktu pelaksanaan : 1 bulan

Volume total pengerukan :  $15.756,53 \text{ m}^3$

Produksi excavator :  $75,60 \text{ m}^3/\text{jam}$

Target produksi :  $78,82 \text{ m}^3/\text{jam}$

Jumlah excavator yang diperlukan : 1 unit

Produksi dump truck :  $17,86 \text{ m}^3/\text{jam}$

Jumlah dump truck yang diperlukan : 4 unit

- b. Pekerjaan pondasi tiang pancang, Waktu pelaksanaan : 1,5 bulan

Jumlah tiang pancang: 78 tiang

Produksi drop hammer : 1 tiang/jam

- c. Pekerjaan pengecoran lantai dermaga, Waktu pelaksanaan : 1 bulan

Volume total concrete:  $1023,18 \text{ m}^3$

Produksi batching plant :  $15 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produksi truck mixer:  $7,97 \text{ m}^3/\text{jam}$

Jumlah truck mixer yang diperlukan : 2 unit

### Gambaran Animasi Pelaksanaan Pekerjaan Jetty

- a. Piling Work (Pekerjaan Tiang Pancang)

- b. Install Bracket dan H-Beam

3. Install Base Form ( Staging Work)

4. Install Beams Reinforcement Bar & Embeded Anchor

5. Setting Side Form Beam
6. Concreting Work of Beam
7. Removal of Side Form (Inside)
8. Install Precast Slab
9. Install Reinforcement Bar of Slab
10. Concreting of Slab (Insitu)
11. Removal of Side Form and Staging
12. Completed Concrete Deck

#### *Evaluasi dan Pembahasan*

- a. Pekerjaan pengerukan menggunakan crane barge yang dilengkapi dengan grab/clamp shell 10 ton, excavator long arm dan satu unit tongkang 100 feet untuk penempatan material hasil pengerukan. Alat ini dipilih karena sesuai kondisi material dasar laut yang akan dikeruk berupa lanau berpasir lunak dan juga mempertimbangkan, kemudahan pemindahan material dari tongkang penampung ke atas truk dan selanjutnya dibuang ke dumping area yang berjarak sekitar 5 km dari pelabuhan. Disisi lain penggunaan clamp shell bisa bersamaan dengan excavator long arm, sehingga mempercepat penyelesaian pekerjaan dan tidak banyak menimbulkan efek terhadap lingkungan.
- b. Pekerjaan pemancangan, menggunakan single acting drop hammer, karena lebih mudah dioperasikan di permukaan air, dan lebih leluasa berolah gerak pada kondisi pelabuhan yang padat lalulintasnya, karena ukurannya yang tidak terlalu besar. Tiang pancang yang dipilih adalah yang berbentuk bulat berongga yang mempunyai diameter luar 508 mm dan 609 mm dengan panjang 14 m, jenis prestressed concrete spun piles dari hasil pabrikasi PT. Wijaya Karya dengan mutu beton K-600, karena sesuai dengan kedalaman yang akan dipancang, dan perhitungan beban yang akan sangga termasuk peralatan bongkar muat yang akan dipasang di atas dermaga (Harbour Mobile Crane).
- c. Pekerjaan pengecoran menggunakan gabungan antara pre-cast dan cast in situ, untuk mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dan dengan mempertimbangkan, fasilitas yang tersedia, berupa area untuk pencetakan pre-cast yang cukup luas tersedia, mudah dan tersediannya material untuk pembuatan pre-cast dan tersedianya concrete batching plant yang dilengkapi dengan truck mixernya, milik PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Disamping itu, penggunaan pre-cast juga mengurangi limbah kayu atau papan bekas bekisting.
- d. Pemilihan Harbour Mobile Crane (HMC) sebagai fasilitas bongkar muat, karena mempunyai fungsi ganda, yaitu bisa dipakai untuk bongkar muat kontainer dan juga bisa dipakai untuk bongkar muat material curah (batu bara, gypsum, fly ash dan trass). Disamping itu, bobot dari pada Harbour Mobile Crane, tidak terlalu membebani pondasi dan lantai dermaga.

## 5. KESIMPULAN

Metode konstruksi yang dipilih :

1. Pekerjaan persiapan
2. Pekerjaan pengerukan dasar laut dan kolam labuh
3. Pekerjaan jetty : pemasangan batu belah untuk lapisan inti dan perkuatan kaki dan pemasangan tretrapod
4. Pekerjaan sea wall : pekerjaan galian, pekerjaan lapis pengisi, pekerjaan lapis pelindung utama, pekerjaan pelindung kaki.
5. Pekerjaan dermaga : pekerjaan pondasi tiang pancang, penulangan plat lantai dan pre-cast, pembuatan bekisting lantai dermaga, pengecoran lantai dermaga, pembongkaran bekisting dan perawatan lantai dermaga, pemasangan fasilitas tambahan (power souch, lampu, pipa air dan pipa fire hydrant)
6. Pemasangan alat bongkar muat ( harbour mobile crane).

Material khusus yang diperlukan dalam pembangunan fasilitas pelabuhan Jetty B4 adalah Fender type V – V 800H 2000L dan Bollard/bolder kelas 3-SC 46

Peralatan-peralatan yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan pembangunan fasilitas pelabuhan Jetty B4 adalah : truk mixer , concrete pump , concrete vibrator , bar bender , bar cutter , theodolite , waterpass , dump truck , single acting drop , hammer , excavator , kapal tongkang / ponton , boat penarik ( tug boat), crane

Dan flat bed truck

## DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, H. (2010). *Manajemen Proyek Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi.
- Alonzo De F. Quin. (1989). *Design & Constuction of Port & Marine Structue*.
- Asiyanto. (2008). *Metode Konstruksi Bangunan Pelabuhan*. Penerbit Universitas Indonesia UI Press.
- Imam, S. (1999). *Manajemen Proyek Jilid 1*. Surabaya: Erlangga.
- Soedjono, K. (2002). *Perncanaan Pelabuhan*. Penerbit ITB.
- Susi Fatena, R. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta.