

PERANCANGAN MANAJEMEN KONSTRUKSI TERMINAL PENUMPANG, PELABUHAN MOA, MALUKU

Gilang Permana Rachman¹ dan Paramashanti²

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha 10 Bandung 40132

¹gilang.rachman.13@gmail.com dan ²parama@ocean.itb.ac.id

Abstrak: Selama 2014 – 2018, Pemerintah Indonesia telah berhasil membangun sekitar 19 buah pelabuhan di seluruh Indonesia. Dalam proses pembangunan tersebut diperlukan sistem manajemen yang baik agar tujuan dari pembangunan dapat tercapai sesuai harapan. Dalam penulisan ini, akan dirancang manajemen konstruksi untuk Pelabuhan Moa. Terdapat 2 buah alternatif perancangan manajemen konstruksi yang dapat diaplikasikan pada pelabuhan ini. Alternatif tersebut adalah pekerjaan dua buah struktur trestle secara seri (alternatif satu) dan secara paralel (alternatif dua). Cakupan perancangan manajemen pada penulisan ini antara lain analisis metode konstruksi, perhitungan volume dan produktivitas pekerjaan, penjadwalan, dan perhitungan estimasi biaya konstruksi. Perancangan manajemen konstruksi untuk alternatif satu dan dua kemudian akan dibandingkan dari seluruh cakupan perancangan tersebut.

Kata Kunci: manajemen, konstruksi, pelabuhan, anggaran, penjadwalan.

Abstract: Since 2014 – 2018, The government of Indonesia has succeeded in building around 19 ports throughout Indonesia. In the building process, a good management system is needed, so the goals of the building process can be reached as expected. At this writing, the construction of Moa Port will be designed. There are 2 alternative of construction management designs that can be applied to this port. That alternatives are 2 trestles are worked in series (alternative one) and 2 trestles are worked in parallel (alternative two). The scope of management design at this writing includes analysis of construction method, calculation of work volumes and their productivities, scheduling, and calculation of construction costs. The construction management design for alternative one and alternative two then will be compared in all those design scopes.

Keywords: management, construction, port, budget, scheduling.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki 17.504 pulau. Berdasarkan survei penduduk 2015, jumlah penduduk Indonesia pada 2019 diproyeksikan akan mencapai 266,91 juta jiwa. Dengan jumlah penduduk sebesar ini, Indonesia memiliki mobilitas tinggi.

Untuk memfasilitasi kegiatan mobilisasi penduduk Indonesia, pemerintah saat ini tengah gencar membangun infrastruktur baik di tingkat pusat maupun daerah. Infrastruktur yang dibangun salah satunya adalah pelabuhan. Dari 2014 – 2018, pemerintah telah berhasil membangun sebanyak 19 buah pelabuhan.

Sebagi daerah pemekaran baru, Kabupaten Maluku Barat Daya perlu memfasilitasi kebutuhan masyarakatnya dalam segala hal termasuk mobilisasi. Pelabuhan yang akan dibangun merupakan Pelabuhan Moa. Pembangunan pelabuhan meliputi dua buah *trestle* dan dermaga.

Dalam proses pembangunan Pelabuhan Moa, diperlukan manajemen konstruksi untuk mencapai tujuan yang akan diraih.

Pada tugas akhir ini dibahas mengenai analisis manajemen konstruksi pada proyek Terminal Penumpang, Pelabuhan Moa. Analisis yang dilakukan mencakup penyusunan metode konstruksi, penjadwalan, dan biaya untuk 2 alternatif. Alternatif 1 merupakan alternatif di mana pengerjaan dua buah *trestle* dilakukan secara terpisah sedangkan alternatif 2 merupakan alternatif di mana *trestle* dilakukan secara bersamaan.

TEORI DAN METODOLOGI

a. Teori

Proyek adalah usaha sementara dengan awal dan akhir dan harus digunakan untuk menciptakan produk, layanan atau hasil yang unik (*Project Management Body of Knowledge* edisi ketiga). Dinyatakan unik karena setiap proyek yang berjalan

memiliki karakteristik sendiri dan proses yang berbeda, tidak sama satu dengan yang lain.

Identifikasi beberapa perilaku yang dominan dari kegiatan proyek yang menumbuhkan keharusan cara pengelolaan yang berbeda dari pengelolaan suatu kegiatan dengan lingkungan dan suasana yang relatif stabil seperti kegiatan operasi rutin. Cara pengelolaan tersebut kemudian dinamakan manajemen proyek.

Terdapat empat fungsi besar manajemen proyek yang akan dijelaskan pada poin berikut ini.

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan merupakan suatu tindakan pengambilan keputusan data, informasi, asumsi atau fakta kegiatan yang dipilih dan akan dilakukan pada masa mendatang.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pengorganisasian adalah suatu tindakan mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang mempunyai pekerjaan masing-masing, saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Dari keseluruhan proses manajemen, fungsi pelaksanaan merupakan fungsi yang terpenting.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian manajemen merupakan usaha yang tersistematis dari perusahaan untuk mencapai tujuannya dengan cara membandingkan capaian kerja dengan rencana yang telah dibuat dan menciptakan tindakan yang tepat untuk mengoreksi perbedaan yang terjadi.

Untuk menjalankan 4 fungsi manajemen maka dibuatlah *work breakdown structure*. *Work Breakdown Structure* (WBS) umumnya merupakan metode pengorganisasian proyek berupa diagram terstruktur dan hierarki. Penyusunan WBS dilakukan dengan cara mengklarifikasikan pekerjaan umum kemudian dikhususkan dengan tujuan agar komponen-

komponen kegiatan tetap berorientasi ke tujuan proyek.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan WBS secara umum disusun berdasarkan klarifikasi sebagai berikut:

- Pembagian berdasarkan area/lokasi yang berbeda.
- Pembagian kategori yang berbeda untuk tenaga kerja, peralatan, dan material.
- Pembagian subdivisi pekerjaan berdasarkan spesifikasi pekerjaan.
- Pembagian pihak, seperti kontraktor utama, subkontraktor, dan pemasok.

Klasifikasi di atas dapat membantu menentukan tingkatan WBS untuk memudahkan *monitoring* terhadap bagian-bagiannya, serta menentukan penanggung jawab masing-masing elemen pada setiap tingkatan. Agar lebih jelas, di bawah ini diberikan contoh struktur WBS dengan kegiatan beserta identitas kode yang digunakan seperti pada gambar berikut.

Dalam sistem manajemen konstruksi, terdapat pula komponen penting yaitu perhitungan volume dan produktivitas. Perhitungan volume bertujuan untuk menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satuan pekerjaan. Dengan mengetahui volume pekerjaan maka akan diketahui pula jumlah material dan biaya yang akan digunakan dalam proyek tersebut. Perhitungan volume dilakukan dengan menganalisis gambar rencana dan menggunakan spesifikasi dari konstruksi proyek yang akan dikerjakan.

Produktivitas merupakan ukuran keluaran atau *output* pekerjaan dari sumber daya berupa alat atau manusia yang digunakan selama proyek berlangsung. Produktivitas adalah rasio volume yang dihasilkan oleh alat atau manusia (sumber daya) dalam satuan waktu.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan sumber daya}}{\text{Jumlah waktu penggunaan sumber daya}} \quad (1)$$

Produktivitas berkaitan dengan durasi waktu. Dengan diketahui produktivitas, maka dapat ditentukan durasi waktu dari suatu pekerjaan. Durasi atau lamanya suatu pekerjaan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Durasi} = \frac{V}{P} \quad (2)$$

Dimana :

V = Volume Kegiatan

P = Produktivitas

Sebagai bentuk pengendalian terhadap pekerjaan konstruksi, maka diperlukan analisis ketergantungan. Ketergantungan antar kegiatan diperoleh dengan menentukan kegiatan sebelum (*predecessor*) dan sesudah (*successor*) dari suatu pekerjaan. Analisis ini dilakukan demi mengidentifikasi alur pekerjaan agar dapat berjalan dengan efisien. Pada tabel berikut diberi contoh dari analisis ketergantungan.

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan

seperti metode penjadwalan. Terdapat tiga jenis metode penjadwalan yaitu ; *Barchart*, Kurva S, dan *Precedence Diagramming Methode* (PDM). Pada tugas akhir ini, metode yang digunakan hanya Kurva S.

Kurva S merupakan sebuah grafik yang dikembangkan oleh *Warren T. Hanumm* atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S adalah grafik yang menunjukkan sumbu vertikal (sumbu y) sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progres*) kegiatan dan sumbu horizontal (sumbu x) sebagai waktu (Soeharto, 1997).

Dalam sebuah proyek aspek terpenting yang biaya. Biaya, menurut KBBI, adalah uang yang dikeluarkan untuk mengadakan (mendirikan, melakukan, dan sebagainya) sesuatu; ongkos; belanja; pengeluaran. Perencanaan biaya proyek merupakan suatu kegiatan memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang didasarkan pada informasi yang dimiliki saat itu. Tujuan dari rencana biaya untuk memberikan perkiraan/estimasi biaya yang paling baik mengenai biaya akhir dari suatu proyek.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, RAB merupakan suatu kegiatan memperkirakan/mengestimasi biaya. Estimasi biaya adalah perhitungan kebutuhan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau pekerjaan sesuai dengan persyaratan atau kontrak.

Terdapat beberapa komponen dalam estimasi biaya yaitu:

- **Biaya Langsung**
Biaya langsung merupakan biaya tetap yang memiliki hubungan/kaitan secara langsung dengan pekerjaan/kegiatan tersebut seperti bahan bangunan yang digunakan, alat yang digunakan, dan pekerja yang terlibat dalam proyek. Komponen biaya langsung dipengaruhi oleh:
 - a. Lokasi Pekerjaan

Lokasi pekerjaan mempengaruhi biaya karena harga di setiap tempat akan berbeda. Contoh: harga semen di Pulau Jawa akan berbeda dengan harga semen di Kepulauan Maluku.

- b. Ketersediaan bahan, peralatan, atau pekerja.

Ketersediaan bahan, peralatan, atau pekerja akan mempengaruhi biaya pekerjaan. Semakin langka suatu bahan maka akan menciptakan harga yang tinggi di pasaran.

- c. Waktu

Waktu mempengaruhi secara langsung suatu kegiatan. Jika semakin cepat waktu pengerjaan dari durasi yang sudah ditentukan, maka akan semakin meningkat biaya yang dibutuhkan.

- **Biaya Tidak Langsung/biaya tambahan (*mark up*)**

Biaya tidak langsung/biaya tambahan adalah biaya tidak tetap yang memiliki hubungan/kaitan yang tidak langsung selama proyek berlangsung. Elemen-elemen yang termasuk kedalam komponen biaya tambahan terdiri dari:

- a. **Biaya *Over head***

Biaya *Over head* adalah biaya tambahan yang harus dikeluarkan dalam pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan namun tidak berhubungan langsung dengan biaya bahan, peralatan, dan tenaga kerja. Contoh dari biaya *over head* adalah biaya listrik, air, sewa kantor, dll.

- b. **Biaya tak terduga (*contingency cost*)**

Biaya tak terduga (*contingency cost*) merupakan biaya tambahan yang dialokasikan untuk pekerjaan tambahan yang mungkin terjadi meskipun belum pasti terjadi dalam proyek. Besar biaya tak terduga pun tidak jelas nilainya.

- c. **Keuntungan (*profit*)**

Keuntungan (*profit*) adalah jasa bagi kontraktor untuk pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan kontrak.

d. Pajak (*tax*)

Terdapat beberapa jenis pajak seperti Pajak Pertambahan Nilai (PPN) dan Pajak Penghasilan (PPh). Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 51 Tahun 2008, pada jasa pelaksanaan konstruksi yang dilakukan oleh penyedia jasa yang memiliki kualifikasi usaha dengan klasifikasi usaha menengah dan besar maka PPh yang dikenakan sebesar 3% dari penghasilan bruto. PPh tidak dikenakan pada besar nilai proyek. Pajak yang dikenakan pada proyek adalah Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang besarnya 10% berdasarkan Undang Undang Republik Indonesia (UU RI) No. 42 Tahun 2009 mengenai Pajak Pertambahan Nilai Barang dan Jasa.

Pada perancangan ini, akan digunakan analisis harga satuan pekerjaan untuk menentukan rencana anggaran biaya. Analisis harga satuan atau disebut pula analisis biaya satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya tiap kegiatan atau pekerjaan. Harga satuan pekerjaan dihitung berdasarkan jumlah total biaya bahan dan peralatan yang digunakan serta total upah seluruh pekerja yang melaksanakan pekerjaan tersebut atau dapat ditulis sebagai persamaan berikut.

Harga satuan pekerjaan

$$= \text{Biaya Bahan} \quad (3) \\ + \text{Biaya Alat} \\ + \text{Biaya Upah}$$

Namun, dalam menghitung setiap biaya, diperlukan penyesuaian

karena terdapat perbedaan dari waktu ke waktu serta dari tempat ke tempat lain. Perhitungan indeks biaya/harga diperoleh dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$PI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_o} \quad (4)$$

Sehingga untuk pada biaya alat , biaya bahan, dan biaya upah pekerja dapat dihitung secara rinci menggunakan persamaan-persamaan berikut.

Biaya Bahan

$$= \text{Harga satuan bahan} \quad (5) \\ \times \text{Indeks biaya bahan}$$

Biaya Alat (6)

$$= \text{Harga satuan alat} \\ \times \text{Indeks biaya alat}$$

Biaya Upah

$$= \text{Harga satuan upah} \quad (7) \\ \times \text{Indeks biaya upah}$$

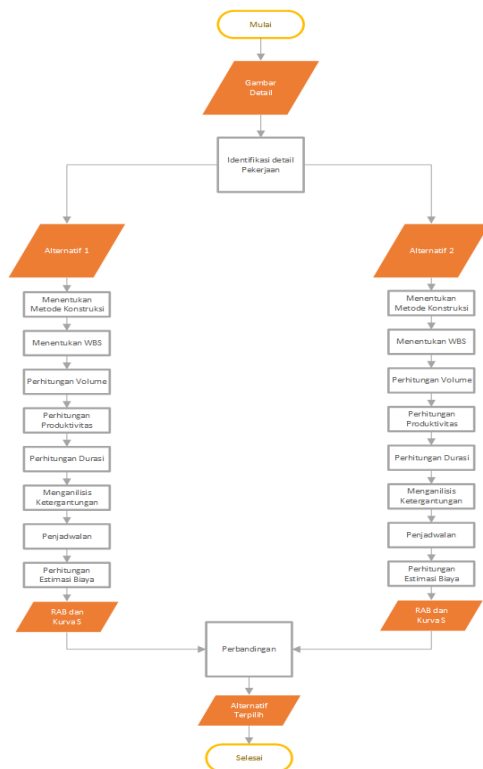
Maka, perhitungan RAB adalah sebagai berikut.

RAB

$$= \sum (\text{Volume pekerjaan} \quad (9) \\ \times \text{Harga satuan pekerjaan})$$

b. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Metodologi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pengerjaan konstruksi akan dilakukan dari laut. Pekerjaan akan didahului dengan konstruksi *trestle* kemudian dilanjutkan dengan konstruksi dermaga. Kondisi struktur telah ditentukan bahwa akan digunakan *cast in situ* untuk seluruh komponen struktur seperti *pile cap*, balok, dan pelat. Sedangkan untuk pengerjaan struktur, terdapat dua alternatif pengerjaan yaitu alternatif satu dan alternatif dua.

Alternatif satu adalah sebuah alternatif di mana pengerjaan *trestle* akan dilakukan secara terpisah atau seri dengan urutan pekerjaan yang akan dilakukan antara lain:

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan *Trestle* 1
3. Pekerjaan Dermaga
4. Pekerjaan *Trestle* 2
5. Pekerjaan *Finishing*

Alternatif dua merupakan alternatif di mana pengerjaan akan dilakukan secara paralel sehingga *trestle* 1 dan 2 dikerjakan

bersamaan. Urutan pekerjaan yang akan dilakukan antara lain:

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan *Trestle* 1 dan 2
3. Pekerjaan Dermaga
4. Pekerjaan *Finishing*

Analisis manajemen yang akan dijelaskan meliputi penentuan alat hingga penjadwalan untuk masing-masing alternatif. Namun terdapat persamaan dalam penentuan alat dan material, metode pelaksanaan konstruksi, serta volume pekerjaan untuk kedua alternatif, sehingga pembahasan akan dilakukan secara bersamaan.

a. Metode pelaksanaan

Metode pelaksanaan konstruksi pada proyek ini terdiri dari 4 pekerjaan besar yaitu: pekerjaan persiapan, pekerjaan tiang pancang, pekerjaan *upper structure*, dan pekerjaan *finishing*. Keempat pekerjaan tersebut berlaku untuk kedua alternatif, baik alternatif satu maupun alternatif dua.

- Tahap persiapan
Pekerjaan persiapan ini diperlukan agar menjamin kebutuhan dan lahan untuk konstruksi sudah tersedia sehingga keadaan siap kerja. Tahapan pekerjaan persiapan terdiri dari:
 1. Pembersihan dan Perataan Lahan
 2. Pengadaan material
 3. Pembuatan area *batching plant*
 4. Mobilisasi
 5. Pembangunan Fasilitas Penunjang Sementara
 6. Pembangunan Utilitas Sementara
- Tahap pekerjaan tiang pancang
Pekerjaan tiang pancang berlaku untuk *trestle* dan dermaga. Pekerjaan-pekerjaan tersebut secara umum akan dilakukan dengan menggunakan *crane*, *trailer truck*, *hammer*, *barge*, dan *tug boat*. Detail pekerjaan tiang pancang sebagai berikut.

1. Pemeriksaan Tiang Pancang
2. Transportasi Tiang Pancang
3. Penentuan Titik Pemancangan
4. Pemancangan
5. Pengelasan
6. Pemotongan Tiang Pancang
7. Pemasangan Pelat Baja untuk Tiang Pancang
8. Pemasangan Tulangan
9. Pengecoran Tiang Pancang

- Tahap pekerjaan *upper structure*

Pekerjaan *upper structure* merupakan proses konstruksi bagian atas dari tiang pancang. Dalam pekerjaan ini digunakan alat berupa *crane*, *mixer truck*, *concrete pump*, *barge*, dan *tugboat*. Secara detail proses pengerjaan *upper structure* dijelaskan pada tahapan-tahapan berikut.

1. Pemasangan *Temporary support*
2. Pekerjaan Pile cap
 - i. Pekerjaan Bekisting
 - ii. Pekerjaan Penulangan
 - iii. Pekerjaan Pengecoran
3. Pekerjaan Balok
 - i. Pekerjaan Bekisting
 - ii. Pekerjaan Penulangan
 - iii. Pekerjaan Pengecoran
4. Pekerjaan Pelat

Setiap pekerjaan diatas terbagi menjadi 3 pekerjaan :

1. Pekerjaan Bekisting
2. Pekerjaan Penulangan
3. Pekerjaan Pengecoran

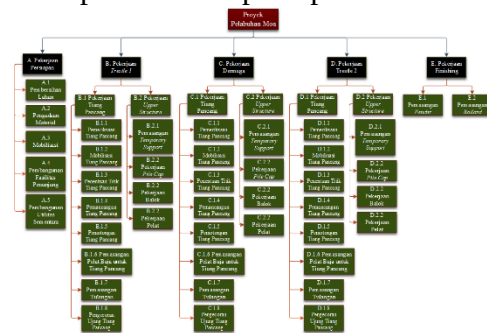
- Tahap pekerjaan *finishing*

Pekerjaan *finishing* terdiri dari pemasangan *fender* dan *bollard*. Pemasangan akan dilakukan setelah beton telah dipastikan mengeras. *Fender* dan *bollard* akan dipasang menggunakan *crane*.

b. *Work Breakdown Structure* (WBS)

Setelah metode konstruksi telah dianalisis, maka akan disusun dalam sebuah diagram

yang disebut WBS. Gambar berikut merupakan WBS pada penulisan ini.



Gambar 2. Work Breakdown Structure

c. Perhitungan Volume Pekerjaan

Untuk menentukan durasi total yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek, dibutuhkan data berupa volume pekerjaan. Perhitungan volume pekerjaan direkapitulasi pada tabel berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Volume Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan		Volume		Safety Factor	Volume Total	
A	Pekerjaan Persiapan					
A.1	Pembersihan Lahan dan Perataan Lahan	20.766	m ²	1,05	21.804,3	m ²
A.2	Pengadaan Material					
A.2.1	H-Beam	189,11	ton	1,05	198,57	ton
A.2.2	Kayu 6/12	1.392	m	1,05	1.461,60	m
A.2.4	Multiplex	9.412,90	m ²	1,05	9.883,54	m ²
A.2.3	Kayu 5/7	20.926,20	m	1,05	21.972,51	m
A.2.5	Tiang Pancang	1.224	buah	1	1.224	buah
A.2.6	Pengadaan Tulangan Baja	441,79	ton	1,05	463,88	ton
A.2.7	Pengadaan Pelat Tiang Pancang	2,852	ton	1,05	2,99	ton
A.3	Mobilisasi					
A.3.1	Mobilisasi Alat	1	LS	1	1	LS
A.3.2	Mobilisasi Tenaga Kerja	1	LS	1	1	LS
A.4	Pembangunan Fasilitas Penunjang Sementara					
A.4.1	Papan Nama Proyek	1	buah	1	1	buah
A.4.2	Pagar Pengaman	488	m	1,05	512,4	m
A.4.3	Stockyard, Gudang, dan Lapangan Fabrikasi	5.997,6	m	1,05	6.297,5	m
A.4.4	Direksi Leer	20,25	m ²	1,05	21,3	m ²
A.4.5	Barak Pekerja	80	m ²	1,05	84	m ²
A.4.6	Disposal Area	156	m ²	1,05	163,4	m ²
A.4.7	Pos Penjaga	4	m ²	1	4	m ²
A.5	Pembangunan Utilitas Sementara					
A.5.1	Listrik dan Penerangan	1	LS	1	1	LS
A.5.2	Water supply	1	LS	1	1	LS
A.5.3	Fasilitas Komunikasi	1	LS	1	1	LS

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Pekerjaan
Trestle 1

B	Pekerjaan <i>Trestle 1</i>				
B.1	Pekerjaan Tiang Pancang				
B.1.1	Pemeriksaan Tiang Pancang	3,440	m	1	3,440 m
B.1.2	Mobilisasi Tiang Pancang	344	buah	1	344 buah
B.1.3	Penentuan Titik Titik Pancang	86	titik	1	86 titik
B.1.4	Pemancangan	86	buah	1	86 buah
B.1.5	Pemotongan	86	buah	1	86 buah
B.1.6	Pemasangan Pelat	0,802	ton	1	0,80 ton
B.1.7	Pemasangan Tulangan	11,10	ton	1,05	11,65 ton
B.1.8	Pengecoran Ujung Tiang Pancang	19,26	m ³	1,05	20,22 m ³
B.2	Pekerjaan Upper Structure				
B.2.1	Pemasangan Temporary Support				
B.2.1.1	Pemasangan Steel Bracket	86	buah	1	86 buah
B.2.1.2	Pemasangan H-Beam	52,71	ton	1,05	55,35 ton
B.2.1.3	Pemasangan Kayu 6/12	504	m	1,05	529,2 m
B.2.2	Pekerjaan Pile Cap				
B.2.2.1	Pemasangan Bekisting				
B.2.2.1.2	Multiplek	880,64	m ²	1,05	924,67 m ²
B.2.2.1.1	Kayu 5/7	1.651,2	m	1,05	1.733,76 m
B.2.2.2	Penulangan	58,19	ton	1,05	61,10 ton
B.2.2.3	Pengecoran	99,07	m ³	1,05	104,03 m ³
B.2.3	Pekerjaan Balok				
B.2.3.1	Pemasangan Bekisting				
B.2.3.1.2	Multiplek	1.635	m ²	1,05	1.716,75 m ²
B.2.3.1.1	Kayu 5/7	3.613,50	m	1,05	3.794,18 m
B.2.3.2	Penulangan	49,13	ton	1,05	51,59 ton
B.2.3.3	Pengecoran	215,25	m ³	1,05	226,01 m ³
B.2.4	Pekerjaan Pelat				
B.2.4.1	Pemasangan Bekisting				
B.2.4.1.2	Multiplek	839,25	m ²	1,05	881,21 m ²
B.2.4.1.1	Kayu 5/7	501	m	1,05	526,05 m
B.2.4.2	Penulangan	16,52	ton	1,05	17,35 ton
B.2.4.3	Pengecoran	241,5	m ³	1,05	253,58 m ³

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Pekerjaan
Dermaga

C	Pekerjaan Dermaga				
C.1	Pekerjaan Tiang Pancang				
C.1.1	Pemeriksaan Tiang Pancang	4,960	m	1	4,960 m
C.1.2	Mobilisasi Tiang Pancang	496	buah	1	496 buah
C.1.3	Penentuan Titik Titik Pancang	124	titik	1	124 titik
C.1.4	Pemancangan	124	buah	1	124 buah
C.1.5	Pemotongan	124	buah	1	124 buah
C.1.6	Pemasangan Pelat	1,16	ton	1	1,16 ton
C.1.7	Pemasangan Tulangan	16	ton	1,05	16,80 ton
C.1.8	Pengecoran Ujung Tiang Pancang	27,77	m ³	1,05	29,16 m ³
C.2	Pekerjaan Upper Structure				
C.2.1	Pemasangan Temporary Support				
C.2.1.1	Pemasangan Steel Bracket	124	buah	1	124 buah
C.2.1.2	Pemasangan H-Beam	59,2	ton	1,05	62,16 ton
C.2.1.3	Pemasangan Kayu 6/12	504	m	1,05	529,2 m
C.2.2	Pekerjaan Pile Cap				
C.2.2.1	Pemasangan Bekisting				
C.2.2.1.2	Multiplek	1.125,44	m ²	1,05	1.181,71 m ²
C.2.2.1.1	Kayu 5/7	2.304	m	1,05	2.419,20 m
C.2.2.2	Penulangan	101	ton	1,05	106,05 ton
C.2.2.3	Pengecoran	279,36	m ³	1,05	293,33 m ³
C.2.3	Pekerjaan Balok				
C.2.3.1	Pemasangan Bekisting				
C.2.3.1.2	Multiplek	1.248,20	m ²	1,05	1.310,61 m ²
C.2.3.1.1	Kayu 5/7	5.508	m	1,05	5.783,40 m
C.2.3.2	Penulangan	25,1	ton	1,05	26,36 ton
C.2.3.3	Pengecoran	829,35	m ³	1,05	870,82 m ³
C.2.4	Pekerjaan Pelat				
C.2.4.1	Pemasangan Bekisting				
C.2.4.1.2	Multiplek	359,43	m ²	1,05	377,40 m ²
C.2.4.1.1	Kayu 5/7	301,5	m	1,05	316,58 m
C.2.4.2	Penulangan	16,07	ton	1,05	16,87 ton
C.2.4.3	Pengecoran	237,3	m ³	1,05	249,17 m ³

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Pekerjaan
Trestle 2

D	Pekerjaan <i>Trestle 2</i>				
D.1	Pekerjaan Tiang Pancang				
D.1.1	Pemeriksaan Tiang Pancang	3,840	m	1	3,840 m
D.1.2	Mobilisasi Tiang Pancang	384	buah	1	384 buah
D.1.3	Penentuan Titik Titik Pancang	96	titik	1	96 titik
D.1.4	Pemancangan	96	buah	1	96 buah
D.1.5	Pemotongan	96	buah	1	96 buah
D.1.6	Pemasangan Pelat	0,895	ton	1	0,895 ton
D.1.7	Pemasangan Tulangan	12,39	ton	1,05	13,01 ton
D.1.8	Pengecoran Ujung Tiang Pancang	21,50	m ³	1,05	22,58 m ³
D.2	Pekerjaan Upper Structure				
D.2.1	Pemasangan Temporary Support				
D.2.1.1	Pemasangan Steel Bracket	96	buah	1	96 buah
D.2.1.2	Pemasangan H-Beam	77,2	ton	1,05	81,06 ton
D.2.1.3	Pemasangan Kayu 6/12	384	m	1,05	403,2 m
D.2.2	Pekerjaan Pile Cap				
D.2.2.1	Pemasangan Bekisting				
D.2.2.1.2	Multiplek	983,04	m ²	1,05	1.032,19 m ²
D.2.2.1.1	Kayu 5/7	1843,2	m	1,05	1.935,36 m
D.2.2.2	Penulangan	64,96	ton	1,05	68,21 ton
D.2.2.3	Pengecoran	110,59	m ³	1,05	116,12 m ³
D.2.3	Pekerjaan Balok				
D.2.3.1	Pemasangan Bekisting				
D.2.3.1.2	Multiplek	1.353,45	m ²	1,05	1.421,12 m ²
D.2.3.1.1	Kayu 5/7	4.617	m	1,05	4.847,85 m
D.2.3.2	Penulangan	55,2	ton	1,05	57,96 ton
D.2.3.3	Pengecoran	120,75	m ³	1,05	126,79 m ³
D.2.4	Pekerjaan Pelat				
D.2.4.1	Pemasangan Bekisting				
D.2.4.1.2	Multiplek	988,45	m ²	1,05	1.037,87 m ²
D.2.4.1.1	Kayu 5/7	586,80	m	1,05	616,14 m
D.2.4.2	Penulangan	16,12	ton	1,05	16,93 ton
D.2.4.3	Pengecoran	235,5	m ³	1,05	247,28 m ³

Tabel 5. Rekapitulasi Pekerjaan *Finishing*

E	Pekerjaan <i>Finishing</i>				
E.1	Pemasangan <i>Fender</i>	24	buah	1	24 buah
E.2	Pemasangan <i>Bollard</i>	8	buah	1	8 buah

d. Produktivitas

Produktivitas dipengaruhi oleh alat berat, pekerja, serta volume pekerjaan yang dilakukan. Setiap alat berat akan memiliki siklus kerja yang berbeda. Perlu dilakukan analisa siklus kerja dalam perhitungan produktivitas karena siklus kerja ini yang akan mempengaruhi durasi pekerjaan.

Perhitungan produktivitas perlu mempertimbangkan kemampuan, spesifikasi, dan jumlah alat yang digunakan, serta pekerja yang terlibat. Pada proyek ini, diasumsikan bahwa terdapat 2 shift kerja yaitu 08.00 – 16.00, dan 16.00 – 00.00 dengan 6 hari kerja dalam satu minggu yaitu hari Senin hingga hari Sabtu.

• Produktivitas Alat Berat

Perhitungan produktivitas berdasarkan sumber daya alat utama berupa alat berat seperti crane, concrete pump, mixer truck, dan lain-lain.

Produktivitas alat berat pada tiang pancang dihitung pada 5 pekerjaan

yaitu: mobilisasi, pemancangan, pemasangan pelat, penulangan, dan pengecoran. Sedangkan pekerjaan *upper structure* hanya menggunakan alat berat pada pekerjaan pengecoran. Produktivitas alat berat harus memenuhi segala kegiatan yang dilakukan alat tersebut dari saat memulai hingga menyelesaikan kegiatan (satu siklus).

Contoh perhitungan akan diberikan pada pekerjaan mobilisasi.

Durasi yang diperlukan untuk satu siklus pemindahan adalah 100 menit untuk 20 tiang pancang. Tiang pancang tersebut kemudian berpindah dan memerlukan durasi menuju lokasi *barge* 1 menit. Tiang pancang yang telah sampai di lokasi *barge* berada, dipindahkan ke *barge* dengan total durasi 100 menit. *Barge* yang telah terisi, berpindah dengan titik terjauh 160 meter dengan durasi perjalanan 2 menit.

Untuk tahap mobilisasi dengan kapasitas *barge* 393 buah tiang pancang, maka diperlukan total waktu 4.042 menit. Dari durasi total mobilisasi tiang pancang diperoleh produktivitas sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas Mobilisasi} = \frac{\text{Kapasitas Barge}}{\text{Durasi}}$$

$$\text{Produktivitas Mobilisasi} = \frac{393 \text{ tiang}}{4.042 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas Mobilisasi} \approx 6 \text{ tiang pancang/jam}$$

Karena pada proyek ini jam kerja efektif yang berlaku dalam satu hari adalah 14 jam, maka produktivitas mobilisasi tiang pancing perharinya adalah

$$\text{Produktivitas Mobilisasi} \approx 84 \text{ tiang pancang/hari}$$

- Produktivitas Tenaga Kerja
Produktivitas dari tenaga kerja memfokuskan perhitungan produktivitas yang berasal dari sumber daya manusia yang terlibat dalam proses pekerjaan proyek. Produktivitas pada setiap pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja akan dihitung menggunakan koefisien tenaga kerja berdasarkan aturan yang berlaku yaitu Peraturan Menteri (PM) Pekerjaan Umum No 11 tahun 2013, SNI 7393 tahun 2008, SNI 7394 tahun 2008 dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 78 Tahun 2014.

Seluruh kegiatan yang tidak disebutkan dalam produktivitas alat berat, dihitung menggunakan produktivitas tenaga kerja.

Contoh perhitungan akan diberikan pada pekerjaan pembersihan dan perataan lahan.

Produktivitas pembersihan dan perataan lahan sangat bergantung pada pekerja. Koefisien tenaga kerja yang berdasarkan PM PU No. 11 tahun 2013 adalah sebesar 0,1 OH untuk 1 meter persegi.

- Koefisien pekerja

$$\text{Koefisien pekerja} = \frac{\text{orang/hari}}{\text{satuan pekerjaan}}$$

Untuk pekerjaan pembersihan diperoleh,

$$\text{Koefisien pekerja} = \frac{0,1 \text{ orang/hari}}{1 \text{ m}^2}$$

- Produktivitas

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\frac{0,1 \text{ orang/hari}}{1 \text{ m}^2}}$$

Sehingga produktivitas yang diperlukan untuk pekerjaan

pembersihan dan perataan lahan adalah

$$Produktivitas = \frac{10 \text{ m}^2}{\text{orang/hari}}$$

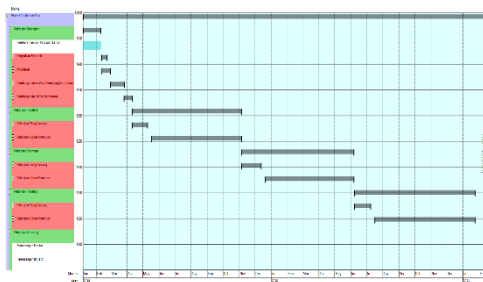
Produktivitas tersebut harus dikonversikan karena dalam aturan tersebut satu hari kerja memiliki 7 jam kerja efektif. Produktivitas akan dikonversikan ke dalam jumlah kerja efektif untuk proyek ini yaitu 14 jam kerja efektif dalam sehari, sehingga hasil dari konversi tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &Produktivitas \\ &= \frac{10 \text{ m}^2}{\text{orang/hari}} (\text{untuk 7 jam kerja}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &Produktivitas \\ &= \frac{20 \text{ m}^2}{\text{orang/hari}} (\text{untuk 14 jam kerja}) \end{aligned}$$

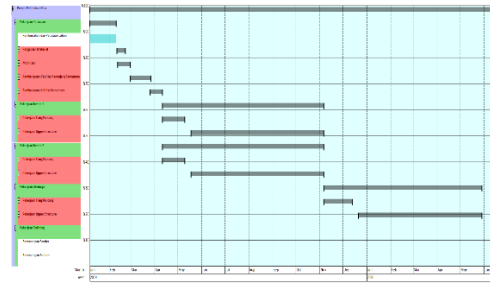
e. Penjadwalan

Dari produktivitas yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat dibuat penjadwalan untuk dua alternatif. Penjadwalan tersebut didasarkan pada setiap pekerjaan. Gambar berikut merupakan penjadwalan untuk alternatif satu.



Gambar 3. Penjadwalan Untuk Alternatif Satu

Sedangkan gambar selanjutnya merupakan penjadwalan dari alternatif dua.



Gambar 4. Penjadwalan Untuk Alternatif Dua

Dari kedua gambar di atas, maka diperoleh alternatif satu membutuhkan waktu ± 94 minggu, sedangkan alternatif dua membutuhkan waktu ± 66 minggu.

f. Estimasi Biaya

Estimasi biaya dilakukan pada pekerjaan konstruksi dengan mengacu kepada volume pekerjaan yang telah dihitung dan mengacu juga kepada penentuan produktivitas pekerjaan. Perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan biaya langsung dan tidak langsung.

Perhitungan RAB dilakukan untuk kedua alternatif. Sehingga kedua alternatif akan memiliki rekapitulasi anggaran biaya, harga satuan, dan kurva S yang akan digunakan sebagai aspek perbandingan. Namun dalam contoh perhitungan hanya digunakan item untuk alternatif satu.

Estimasi tersebut terbagi menjadi biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung sendiri terdiri dari harga satuan material, satuan alat, dan biaya operasi. Sedangkan estimasi biaya tidak langsung terdiri dari perhitungan biaya *overhead* sebesar 15% dan biaya *contingency*, dan pajak 10%. Pajak dikenakan pada rencana anggaran yang telah memperhitungkan biaya *contingency* dan biaya *overhead*. Estimasi biaya akan menghasilkan sebuah kurva yang disebut kurva S.

Total biaya tidak langsung untuk alternatif satu adalah Rp 84.743.888.391,06 sedangkan Biaya langsung yang dikenakan

pada alternatif dua memerlukan total biaya sebesar Rp 84.424.381.599,85.

Dengan contoh perhitungan berikut,

$$\begin{aligned} \text{Biaya overhead (B)} &= 15\% \\ &\times \text{Rp } 84.743.888.391,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya overhead (B)} &= \text{Rp } 12.711.583.258,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Contingency (C)} &= 1\% \\ &\times \text{Rp } 84.743.888.391,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Contingency (C)} &= \text{Rp } 847.438.883,91 \end{aligned}$$

$$\text{Pajak} = 10\% \times (A + B + C)$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak} &= 10\% \\ &\times (\text{Rp } 84.743.888.391,06 \\ &+ \text{Rp } 12.711.583.258,66 \\ &+ \text{Rp } 847.438.883,91) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak} &= 10\% \times (\text{Rp } 98.302.910.533,62) \end{aligned}$$

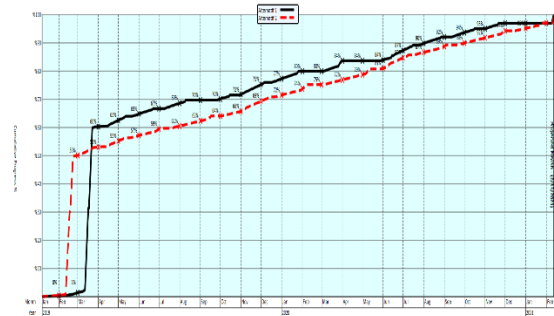
$$\text{Pajak} = \text{Rp } 9.830.291.053,36$$

Maka total RAB alternatif satu diperoleh sebesar Rp 108.133.201.586,99. Dengan perhitungan yang sama RAB alternatif 2 diperoleh sebesar Rp 107.725.510.921,42.

g. Hasil Perbandingan Alternatif Satu dan Alternatif Dua

Secara metode konstruksi kedua alternatif dilakukan dengan dua pekerjaan besar yaitu: pekerjaan tiang pancang dan pekerjaan *upper structure*. Terdapat perbedaan urutan pekerjaan struktur pada kedua alternatif. Alternatif satu mengerjakan *trestle* dua setelah pekerjaan *trestle* satu dan dermaga selesai. Sedangkan alternatif dua mengerjakan *trestle* satu dan dua secara bersamaan kemudian pekerjaan dermaga setelahnya.

Alternatif satu membutuhkan waktu $\pm$ 94 minggu dengan biaya senilai Rp 98.302.910.533,62, sedangkan alternatif dua membutuhkan waktu $\pm$ 66 minggu dengan anggaran sebesar Rp 97.932.282.655,83. Alternatif dua lebih murah 0,38% atau Rp 370.627.877,79 karena baik dalam perhitungan biaya tenaga kerja maupun biaya alat dipengaruhi oleh waktu penggunaan. Perbedaan biaya tersebut umumnya terjadi pada perhitungan biaya *trestle* 2 karena *trestle* tersebut memiliki jumlah *pile* yang lebih banyak sehingga produktivitas *trestle* 2 harus dibuat sama dengan *trestle* 1. Kurva S berikut bila dibandingkan diperoleh sebagai berikut.



Gambar 5. Perbandingan Kurva S

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil pengumpulan dan pemrosesan data pada perencanaan manajemen konstruksi proyek ini, dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Metode konstruksi yang digunakan dalam proyek konstruksi Pelabuhan Moa terbagi menjadi 4 bagian yaitu: pekerjaan persiapan, pekerjaan tiang pancang, pekerjaan *upper structure*, dan pekerjaan *finishing*.
2. Berdasarkan perhitungan produktivitas dan penyusunan penjadwalan, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses konstruksi menggunakan metode alternatif satu adalah 94 minggu sedangkan dengan

- metode konstruksi alternatif dua adalah 66 minggu.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk alternatif dua adalah Rp 97.932.282.655,83 sedangkan alternatif satu membutuhkan biaya Rp 98.302.910.533,62. Biaya tersebut berbeda 0,38% atau Rp 370.627.877,79.
 4. Jika dari hasil perbandingan, alternatif dua merupakan alternatif terbagi secara aspek metode konstruksi, penjadwalan, dan rencana anggaran.
- b. Saran

Saran yang diberikan penulis yang berkaitan dengan pengerjaan perancangan manajemen konstruksi ini adalah:

1. Diperlukan kajian mendalam atas segala kemungkinan yang mungkin terjadi pada saat penentuan metode konstruksi.
2. Dalam perhitungan volume diperlukan ketelitian yang lebih sehingga *safety factor* yang digunakan mendekati satu.
3. Diperlukan breakdown dari koefisien tenaga kerja agar nilai produktivitas yang diperoleh dapat dipastikan peruntukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Husen, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: ANDI.
- Kairani, Armaini Akhirson. 1987. *Pengantar Manajemen Konstruksi*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28/PRT/M/2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan.
- SNI, Tim Penyusun. 2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Besi dan Aluminium Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Widisanti, Irika dan Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.