

**PENERAPAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JEMBATAN IDANO SIBOLOU AFULU – BATAS NIAS BARAT**

Oleh:

Dina Desrita¹

Teguh Petra Ginting²

Rahelina Ginting³

Adventus Gultom⁴

Universitas Darma Agung

Email :

dinakuen@gmail.com

teguhpetraginting@gmail.com

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 Desember 2023

Revised : 14 Januari 2024

Accepted : 10 Februari 2024

Published : 28 Februari 2024

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRACT

The objectives of this study were designed to (1) find out the implementation method for the construction of the Idano Sibolou bridge on the Afulu section - West Nias boundary, (2) obtain the most economical budget plan with technically responsible safety for the construction of the Idano Sibolou bridge on the Afulu section - Nias boundary West, and (3) obtaining the time needed in carrying out the construction of the Idano Sibolou bridge section Afulu – West Nias Boundary. The data needed are (1) project background, (2) detailed drawings that support the writing of this research report, using data processing techniques: (1) conducting an assessment of the data that has been obtained from the project, (2) using manuals and literature, and (3) calculating the Budget Plan using Work Unit Price Analysis based on the Regulation of the Minister of Public Works and Public Housing Number 28/PRT/2016. The research results obtained: (1) The Budget Plan (RAB) for the construction of the Idano Sibolou Bridge Afulu Section – West Nias Boundary, namely: (a) preparatory work Rp. 263,247,071.32, (b) bore pile work Rp. 603,637,429.74, (c) pile cap, abutment, and wingwall work Rp. 1,028,970,831.72, (d) stampede work Rp. 103,073,699.60, (e) floor plate work Rp. 750,330,302.07, (f) steel frame work Rp. 4,253,818,680.64, (g) final work Rp. 17,000,000, with a total RAB of Rp. 7,020,078,015. (2) the planned time schedule is 22 (twenty two) weeks or 154 (one hundred and fifty four) working days for the construction of the Idano Sibolou Bridge Afulu Section – West Nias Boundary.

Keywords: *construction management, budget plan, time, bridge construction, price analysis*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini dirancang untuk (1) mengetahui metode pelaksanaan pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat, (2) mendapatkan rencana anggaran biaya yang paling ekonomis dengan keamanan yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis pada pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat, dan (3) mendapatkan kebutuhan waktu dalam pelaksanaan pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat. Adapun data yang diperlukan adalah (1) Latar belakang proyek, (2) detail gambar yang mendukung penulisan laporan penelitian ini, dengan teknik pengolahan data: (1) melakukan pengkajian data yang telah diperoleh dari proyek, (2)

menggunakan buku pedoman dan literature, dan (3) menghitung Rencana Anggaran Biaya dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/2016. Hasil penelitian yang diperoleh: (1) Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pengerjaan Pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat yaitu : (a) pekerjaan persiapan Rp. 263.247.071,32, (b) pekerjaan *bore pile* Rp. 603.637.429,74, (c) pekerjaan *pile cap, abutment, dan wingwall* Rp. 1.028.970.831,72, (d) pekerjaan plat injak Rp. 103.073.699,60, (e) pekerjaan plat lantai Rp. 750.330.302,07, (f) pekerjaan rangka baja Rp. 4.253.818.680,64, (g) pekerjaan akhir Rp. 17.000.000, dengan total RAB Rp. 7.020.078.015. (2) *time schedule* yang direncanakan adalah 22 (Dua puluh dua) minggu atau 154 (seratus Lima puluh empat) hari kerja untuk pekerjaan Pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat.

Kata kunci: manajemen konstruksi, rencana anggaran biaya, waktu, pembangunan jembatan, Analisa harga

1.1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Dalam perkembangannya transportasi menjadi hal yang sangat penting karena merupakan urat nadi kehidupan ekonomi, sosial, politik, budaya serta pertahanan dan keamanan. Untuk kelancaran transportasi itu sendiri dibutuhkan pembangunan sarana dan prasarana transportasi yang memadai.

Pengadaan sarana dan prasarana transportasi perlu diwujudkan dalam menunjang pembangunan, salah satu prasarana transportasi yang memberikan pengaruh dalam pembangunan adalah jembatan. Jembatan adalah istilah umum untuk konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang melintasi sungai, danau, rawa, jurang maupun rintangan lainnya, sehingga perlu adanya perhatian khusus dalam pembangunannya. Seperti pada pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat.

Pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat merupakan pembangunan yang berada di Provinsi Sumatera Utara berlokasi di Sirombu kabupaten Nias Barat. Pembangunan

Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat diharapkan dapat lebih mengefisiensi waktu dan biaya lalu lintas atau angkutan barang dan orang khususnya dalam menghubungkan daerah Afulu (Nias Utara) dengan Sirombu (Nias Barat) sekaligus merangsang tumbuhnya aktivitas perekonomian di kepulauan Nias.

Pekerjaan pembangunan jembatan merupakan pekerjaan yang terhitung mahal biayanya, oleh karena itu diperlukan adanya perhitungan dan perencanaan yang matang agar tidak terjadi pembengkakan biaya. Dalam pelaksanaannya, suatu proyek diharapkan dapat berjalan tepat waktu dengan biaya yang efisien tanpa mengabaikan kualitas pekerjaan. Penerapan manajemen konstruksi merupakan aspek yang sangat penting untuk dapat mengendalikan biaya dan waktu pelaksanaan suatu proyek untuk dapat mencapai tujuan tersebut. Untuk mencegah keterlambatan atau kegagalan proyek serta pembengkakan biaya pada saat pelaksanaan, penerapan manajemen konstruksi merupakan langkah penting yang dapat dilakukan. Efisiensi waktu dan biaya dalam pelaksanaan proyek dapat tercapai dengan perencanaan yang baik. Untuk mengetahui hal ini maka perlu dipelajari tentang metode pelaksanaan pekerjaan, serta hubungan antara waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kebutuhan waktu tercepat dan rencana

anggaran biaya yang paling ekonomis dengan keamanan yang bisa dipertanggungjawabkan secara teknis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pelaksanaan teknis dilapangan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode pelaksanaan dan jadwal (*time schedule*) proyek pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.
2. Bagaimana perhitungan biaya menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/2016.
3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini meliputi:

1. Lokasi proyek yang dibahas adalah pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.
2. Metode pelaksanaan konstruksi mengacu pada Panduan Teknik Pelaksanaan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No. 2 tahun 2019.
3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/2016.
4. Analisa volume yang dilakukan pada bagian pondasi, pile cap balok, rangka baja dan plat lantai.

1.4 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui metode pelaksanaan pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.
2. Mendapatkan rencana anggaran biaya yang paling ekonomis dengan keamanan yang dapat

dipertanggungjawabkan secara teknis pada pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.

3. Mendapatkan kebutuhan waktu dalam pelaksanaan pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat.

1.5 Manfaat Pembahasan

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode pelaksanaan konstruksi secara efisien.
2. Mengetahui cara membuat estimasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek.
3. Penulis dapat menerapkan ilmu tersebut dalam pekerjaan di kemudian hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Proyek Konstruksi

Manajemen Proyek adalah penerapan ilmu, keterampilan, alat bantu, dan teknik untuk kegiatan proyek dalam memenuhi persyaratan proyek. Manajemen proyek dilakukan melalui aplikasi yang sesuai dan integrasi proses manajemen proyek yang diidentifikasi untuk proyek tersebut. Manajemen proyek memungkinkan organisasi untuk melaksanakan proyek-proyek secara efektif dan efisien (PMBOK® Guide, 2018).

Pengertian proyek menurut beberapa ahli sebagai berikut:

- a. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan (Dipohusodo, 1995)
- b. Proyek adalah unit yang paling baik untuk pelaksanaan perencanaan operasional dari aktivitas investasi dengan kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai suatu hasil tujuan tertentu, dalam jangka waktu tertentu (Tjokroamijojo, 1971)
- c. Proyek adalah gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan, dan modal atau

biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan (Husen, 2009:4).

Berdasarkan pendapat para ahli diatas, dapat diartikan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/ konstruksi) dalam batasan waktu, biaya, dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya, dan mutu (Kerzner, 2006).

2.2 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standart pengupahan pekerja dan harga sewa / beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Analisa harga satuan pekerja (AHSP) yang di jadikan acuan dalam proyek akhir ini adalah AHSP berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/2016.

2.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perkiraan pelaksanaan biaya yang diperlukan untuk membiayai hasil pekerjaan di lapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan.

Secara umum disimpulkan rumus perhitungan rencana anggaran biaya sebagai berikut:

$$RAB = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Berikut langkah yang harus diperhatikan dalam menghitung rencana anggaran biaya yaitu:

1. Mempersiapkan gambar kerja (*drawing*)
2. Menghitung volume pekerjaan sesuai dengan gambar kerja
3. Membuat dan menentukan harga satuan pekerjaan
4. Menghitung jumlah biaya masing-masing pekerjaan
5. Rekapitulasi total biaya

3. Metodologi Penelitian

3.1 Data Lokasi Penelitian

Proyek pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat yang dijadikan sebagai objek penelitian berlokasi di Sirombu kabupaten Nias Barat.

3.2 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya pada pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat pekerjaan meliputi:

1. Perencanaan metode kerja
2. Metodologi pelaksanaan pekerjaan
3. Analisa harga satuan
4. Rencana Anggaran Biaya
5. Rencana Waktu Pelaksanaan

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam mendukung manajemen konstruksi proyek pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat ini maka data yang berkaitan langsung dengan proyek. Data-data yang diperoleh dan dikumpulkan dalam melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Adapun data yang didapat peneliti dalam proyek pembangunan jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias Barat adalah sebagai berikut :

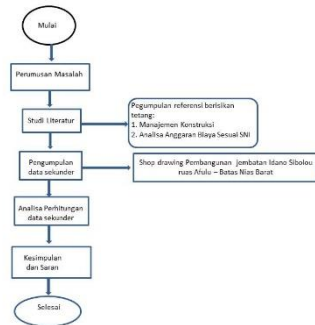
1. Gambar Struktur jembatan Idano Sibolou ruas Afulu – Batas Nias

Barat.

Teknik Pengumpulan data merupakan cara yang dilakukan dalam mendapatkan data yang dibutuhkan.

3.4 Tahap Penelitian

Tahap penelitian merupakan suatu proses yang digunakan penulis untuk memperoleh atau mendapatkan suatu pengetahuan atau memecahkan permasalahan yang di hadapi yang dilakukan secara sistematis, dan logis.



Gambar: 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.5 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam membangun suatu proyek harus mengetahui tahapan pelaksanaan pekerjaan dalam mencapai suatu target bangunan dengan baik yang sesuai dengan perencanaan.

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan utama dalam mempersiapkan faktor-faktor pendukung sejak awal pelaksanaan sampai akhir pelaksanaan pembangunan.

2. Pembersihan Lokasi

Pekerjaan persiapan diawali dengan pembersihan lahan dari rumput, humus, pohon dan dari sampah. Selanjutnya dilakukan pemasangan pagar pengaman pada sekeliling area proyek penentuan as dan peil bangunan, terakhir pemasangan bouwplank. Selain itu air kerja dan listrik kerja harus sudah diperhitungkan penyediaannya oleh pemborong dengan membelinya. Administrasi proyek juga diurus pada pekerjaan persiapan.

3. Pemasangan Papan Proyek

Pemasangan papan nama proyek dilakukan pada tahap awal pelaksanaan pekerjaan agar pekerjaan atau pembangunan gedung dapat diketahui banyak orang dan dinyatakan legal serta terbukti kebenarannya bahwa pekerjaan tersebut sebelumnya telah direncanakan oleh berbagai pihak.

4. Pembuatan Pagar Keliling

Dalam membuat Pagar Keliling Proyek biasanya dibuat dengan menggunakan dinding seng dan diperkuat dengan tiang-tiang besi atau kayu dengan di paku/ baut dengan jarak tertentu hingga kuat. Sehingga dapat menjamin keamanan pekerja dalam melaksanakan proyek tersebut.

5. Pembuatan Direksi Keet, Pos Jaga dan Bedeng Kerja

Direksi keet adalah tempat untuk melaksanakan pengawasan, pengendalian pekerjaan, pekerjaan administrasi proyek, dan didalam direksi keet terdapat gambar schedule proyek, gambar bestek, dan lain-lain.

6. Mobilisasi

Mobilisasi terdiri dari pekerjaan persiapan dan pelaksanaan, termasuk, tapi tidak terbatas pada kebutuhan-kebutuhan untuk mobilisasi personil, peralatan, pemasokan, dan suplemen lainnya yang diperlukan ke lokasi pekerjaan, untuk pembangunan kantor, gudang dan fasilitas lainnya yang diperlukan untuk bekerja di proyek, dan untuk seluruh pekerjaan dan operasi lainnya yang harus dilakukan atau biaya yang diperlukan sebelum mulainya berbagai item pekerjaan kontrak di lokasi pekerjaan.

3.6 Pekerjaan Struktur Bawah

Struktur Bawah pada bangunan jembatan merupakan bagian dari struktur yang berfungsi menerima beban dari struktur atas bangunan jembatan yang akan diteruskan kedalam tanah.

1. Bore Pile

Pekerjaan bore pile terdapat pada lokasi abutmen yang memiliki kedalaman 15

meter dengan diameter 80 cm. Pelaksanaan pekerjaan bore pile yaitu sebagai berikut:

- a. Melakukan pengukuran kembali dengan theodolit untuk mendapatkan titik-titik yang akan dibor dan sesuai dengan gambar kerja
- b. Setelah didapatkan titik-titik yang akan dibor, selanjutnya diatur posisi atau kedudukan dari *bore machine*
- c. Dibuat lubang dengan dibor sampai kedalaman sesuai gambar rencana
- d. Selanjutnya casing dimasukkan kedalam lubang yang telah di bor
- e. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan besi tulangan yang telah dipabrikasi sebelumnya ke dalam lubang yang telah di pasang casing
- f. Sebelum pengecoran pipa tremi diletakkan ke lubang dan disesuaikan untuk mencapai pengecoran bawah lubang. Semua lubang harus utuh, dasar casing harus dipertahankan tidak lebih dari 150 cm dan tidak kurang dari 30 cm dibawah permukaan beton selama penarikan dan operasi penempatan, kecuali ditentukan lain oleh direksi
- g. Sampai kedalaman 3 m dari permukaan, beton yg dicor harus digetarkan dengan alat penggetar, dan sebelumnya semua kotoran dibersihkan, demikian juga bila ada air dalam lubang bor harus dikeluarkan. Pengaliran harus diarahkan sedemikian rupa hingga beton tidak menimpa baja tulangan atau sisi-sisi lubang
- h. Saat pencabutan casing digetarkan untuk menghindari menempelnya beton pada dinding casing
- i. Tiang bor umumnya harus dicor sampai kira-kira satu meter di atas elevasi yang akan dipotong, semua beton yang lepas, kelebihan dan lemah harus dikupas dari bagian puncak tiang bor dan baja tulangan yang tertinggal harus mempunyai panjang yang cukup sehingga memungkinkan pengikatan yang sempurna kedalam pur atau struktur di atasnya
- j. Bilamana elevasi akhir pemotongan berada dibawah elevasi muka air tanah,

tekanan harus dipertahankan pada beton yang belum mengeras, sama dengan atau lebih besar dari tekanan air tanah, sampai beton tersebut selesai mengeras.

2. Pile Cap

Pile cap merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk menyebarkan beban dari struktur abutmen ke tiang-tiang bore pile. Pile Cap bertujuan agar lokasi struktur abutmen benar-benar dititik pusat pondasi sehingga tidak menyebabkan tambahan pada pondasi. Metode pelaksanaan pile cap adalah sebagai berikut:

a. Persiapan

Pekerjaan pile cap diawali dengan pekerjaan persiapan, yaitu menentukan as pile cap dengan menggunakan theodolit dan waterpass berdasarkan shop drawing yang dilanjutkan dengan pemasangan patok as pile cap.

b. Penggalian

Tanah digali sesuai dengan ukuran dan kedalaman yang telah direncanakan sesuai gambar rencana.

c. Pemasangan Bekisting

Pemasangan bekisting menggunakan batu pracetak yang disusun seperti batubata dan diatur sedemikian rupa agar bentuk sesuai dengan gambar kerja.

d. Pengurugan dan Pemasangan lantai Kerja

Pekerjaan urugan pasir setebal 5 cm dilanjutkan dengan pekerjaan lantai kerja setebal 10 cm. Kemudian pekerjaan bekisting dengan batako putih dilakukan setelahnya.

e. Penulangan Pile Cap

Pemasangan besi tulangan yang langsung dirangkai diatas lantai kerja sesuai dengan ukuran dan jumlah yang direncanakan.

f. Pengecoran Pile Cap

Dalam Pengecoran Pile Cap ini menggunakan beton Fc' 30.

2. Pekerjaan Pile Cap

Pile cap merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk menyebarkan beban dari kolom ke tiang-tiang. Pile Cap bertujuan agar lokasi kolom benar-benar dititik pusat

pondasi sehingga tidak menyebabkan tambahan pada pondasi. Metode pelaksanaan pile cap adalah sebagai berikut:

a. Persiapan

Pekerjaan pile cap diawali dengan pekerjaan persiapan, yaitu menentukan as pile cap dengan menggunakan theodolit dan waterpass berdasarkan shop drawing yang dilanjutkan dengan pemasangan patok as pile cap.

b. Pemasangan Bekisting

Pemasangan bekisting menggunakan batu pracetak yang disusun seperti batubata dan diatur sedemikian rupa agar bentuk sesuai dengan gambar kerja.

c. Penulangan *Pile Cap*

Pemasangan besi tulangan yang langsung dirangkai diatas lantai kerja sesuai dengan ukuran dan jumlah yang direncanakan.

d. Pengecoran *Pile Cap*

Dalam Pengecoran digunakan beton K-350 dengan pengerjaan cast in situ.

3. Pekerjaan *Abutment*

Kepala jembatan, umumnya dari jenis dinding dan balok beton, diperlukan sebagai landasan jembatan dan menahan timbunan dibelakang kepala jembatan. Kepala Jembatan dan Pilar menyalurkan gaya – gaya vertikal dan horisontal dari bangunan atas pada pondasi. Metode pelaksanaan pekerjaan abutmen adalah sebagai berikut:

a. Setelah pekerjaan bore pile selesai lalu dilakukan penggalian tanah disekitar lokasi pengeboran dengan lebar sesuai dimensi footing abutmen. Hingga mencapai elevasi *bottom of footing abutment*.

b. Setelah dilakukan penggalian, lapisan dasar *footing abutment* diberikan *blinding stone* untuk meratakan elevasi.

c. Setelah diratakan lalu di cor dengan menggunakan beton fc' 10 setebal 5 cm untuk lantai kerja (*Lean Concrete*).

d. Setelah dibuat lantai kerja lalu dipasang bekisting untuk abutmen jembatan bersamaan dengan pemasangan tulangan abutmen jembatan.

e. Setelah bekisting dan penulangan *footing* abutmen selesai lalu dilakukan pengecoran beton untuk *footing abutment*.

f. Setelah dilakukan pengecoran beton harus di *curing* hingga cukup umur. Tiga hari setelah pengecoran bekisting dapat dilepas.

g. Dilakukan pemasangan tulangan untuk dinding abutmen. Setelah selesai lalu dilakukan pemasangan bekisting dinding abutmen.

h. Setelah penulangan dinding abutmen dan instalasi bekisting selesai dipasang angkur untuk perletakar girder jembatan lalu dilakukan pengecoran beton untuk dinding abutmen.

i. Setelah pengecoran dinding abutmen selesai dan beton telah cukup umur (± 3 hari) maka bekisting dinding abutmen dapat dibongkar. Kemudian dipasang perletakan sendi pada kedua abutmen.

Setelah pekerjaan abutmen selesai maka dilakukan pekerjaan penimbunan pada *footing abutment* dengan tanah.

4. Pekerjaan Plat Injak

Pelat injak adalah konstruksi beton bertulang yang berada di bawah permukaan jalan dan beradadi belakang kepala jembatan yang memiliki fungsi untuk menyebarkan beban roda kendaraan ke tanah timbunan. Berikut pelaksanaan pekerjaan plat injak:

a. Pekerjaan persiapan, pastikan pekerjaan timbunan dan pemadatan jalan pendekat (oprit) selesai dilaksanakan selain itu perlu dipastikan juga stabilitas tanah asli dan tanah timbunan agar ketika dilaksanakan pekerjaan pelat injak tidak terjadi penurunan.

b. Setelah pekerjaan persiapan selesai dikerjakan maka selanjutnya dilakukan perakitan bekisting pelat dan perakitan baja tulangan.

- c. Bekisting dan baja tulangan yang telah selesai dipabrikasi lalu ditempatkan pada titik atau lokasi penempatan pelat injak. Baja tulangan dipasang dengan spacer beton dengan ketentuan yang disyaratkan. Instalasi baja tulangan yang telah dipabrikasi perlu dilakukan secara hati-hati agar posisi penempatannya sesuai dengan gambar rencana.
- d. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan bantuan pompa beton/pipa tremi. Setelah pengecoran selesai dilakukan maka beton dipadatkan dengan menggunakan alat penggetar (*vibrator*). Segera setelah pengecoran, beton harus dilindungi dari pengeringan dini, temperatur yang terlalu panas, dan gangguan mekanis. Perawatan yang perlu dilakukan untuk menjaga beton tidak mengalami hidrasi berlebih adalah dengan cara menggunakan *curing compound* atau dengan membungkus dengan bahan penyerap air dan dibasahi terus menerus selama minimal 3 hari.

3.7 Pekerjaan Struktur Atas

Pekerjaan struktur atas merupakan pekerjaan pada bagian atas dari suatu konstruksi jembatan. Pekerjaan struktur atas yang utama adalah Girder dan Plat Lantai jembatan. Bagian terpenting dalam metode konstruksi jembatan adalah proses *erection* jembatan. Untuk konstruksi jembatan rangka baja, maka sistem penggunaan alat angkat baik *service crane* yang memungkinkan diletakkan diatas pontoon atau konvensional *gantry* adalah cara paling umum digunakan untuk mengangkat dan memasang batang per batang baja di posisinya.

1. *Erection* Jembatan

Adapun tahapan pekerjaan struktur atas jembatan adalah sebagai berikut:

a. Penanganan Komponen Jembatan Rangka Baja

Penanganan komponen rangka pada saat dilapangan tidak langsung terpapar dengan media tanah yang menyebabkan material

baja dapat rusak akibat terpapar, maka dari itu untuk penanganan dilapangan, komponen rangka di alas terpal pada permukaan tanah, kemudian susun dudukan berupa kaso-kaso atau yang berfungsi sebagai penyangga agar tidak langsung terpapar keterpal plastik. Kemudian susun komponen rangka baja batas maksimum yang telah dianjurkan pabrik. Tidak boleh melewati batas maksimum dapat menyebabkan kerusakan pada komponen.

b. Komponen-komponen

Ada 4 macam seri komponen-komponen yang berbeda digunakan untuk jembatan rangka. Salah satu yaitu seri H hanya digunakan untuk jembatan-jembatan rangka baja khusus yang permanen (*Permanent Special Truss Bridges*), secara umum komponennya tidak dapat saling dipertukarkan antara seri-seri yang berbeda.

c. Identifikasi Berat Setiap komponen

Setiap jenis tipe bentang rangka baja jembatan yang disuplai dari pabrikan, akan dilengkapi buku Manual (*Petunjuk Perakitan dan Pemasangan Jembatan Rangka Baja*) lengkap dengan gambar-gambar detailnya. Berat setiap komponen khususnya komponen besar, harus diperhitungkan untuk rencana penentuan kapasitas alat angkat dan alat angkut yang memadai, yang akan digunakan di lokasi pekerjaan, dan untuk data perhitungan beban & momen kantiler (apabila menggunakan sistem kantilever). Untuk mengetahui berat setiap komponen, letak posisi masing-masing komponen dalam kelompok rakitan/simpul sambungan, dan untuk menentukan urutan pemasangan, dijelaskan dalam gambar rencana penandaan (*Truss Marking Plan*), gambar detail rakitan pada setiap simpul sambungan dan gambar-gambar detail sambungan lainnya, dalam buku Manual (*Petunjuk Perakitan dan Pemasangan Jembatan Rangka Baja*).

d. Pengelompokan Jenis Komponen Terhadap Urutan pemasangan

Untuk menyiapkan rencana pengelompokan komponen dan urutan

pemasangannya, terlebih dahulu harus diketahui sistem pemasangan (erection) yang akan digunakan.

Rencana pemasangan menggunakan sistem perancah (falsework), untuk kelompok komponen bagian bawah, rencana pemasangannya dapat didahulukan sampai keempat perletakan bentang jembatan tertumpu di atas perletakan sementara. Komponen besar dalam kelompok tersebut di atas seperti, Assemblies, Cross Gelagars, Gusset Plates (bawah), Bottom Chords, Stringers. Untuk kelompokkelompok berikutnya secara berurutan, kelompok samping (vertikal) berupa Diagonal + Gusset Plates (atas), kelompok bagian atas seperti, Top Chords, Cross Beams, dan Bracing, kelompok lantai (deck parts) berupa Profil lantai baja (Steel Deck), dan kelompok Sandaran (Handrail) berupa Pipa Baja (Steel Pipe) dll. Didalam setiap kelompok tersebut di atas, terdapat simpul-simpul rakitan (sambungan) yang terdiri dari beberapa jenis komponen.

e. Jenis Peralatan Pengangkat

Untuk pelaksanaan pekerjaan pemasangan rangka baja jembatan, perlu direncanakan penyiapan peralatan pengangkat dengan kondisi baik dan kapasitasnya harus disesuaikan. Jenis Peralatan ini diperlukan untuk mengangkat komponen ke posisi kedudukannya, pada waktu pelaksanaan pemasangan (erection).

Komponen rangka baja jembatan ada yang beratnya sampai 2 ton yaitu berupa Cross Gelagar. Maka untuk dapat mengangkat komponen tersebut, harus direncanakan penyiapan / pengadaan peralatan pengangkat dengan kapasitas angkat tidak kurang dari 2 ton. Peralatan ini harus diadakan sendiri oleh kontraktor pelaksana, dapat berupa : a) Alat berat (Crane on Wheel, Crane on Track). b) Tiang / Portal Crane, yang menggunakan mesin atau tenaga manusia. c) Rangka pengangkat sederhana, yang dilengkapi katrol rantai atau katrol tangan (light lifting frame). Penggunaan alat berat (Crane on Wheel, Crane on Track),

dipertimbangkan dengan kondisi lokasi pekerjaan.

f. Jenis Alat Bantu

Pekerjaan pemasangan rangka baja jembatan pabrikasi, adalah jenis pekerjaan teknik sipil yang mempunyai spesifikasi khusus yang berbeda dengan pekerjaan teknik sipil lainnya. Hal ini karena jembatan sistem rangka baja pabrikan yang disuplai, terdiri dari komponen-komponen standar yang dibuat dengan ketelitian tinggi dan dirakit dengan Baut, sehingga membentuk jembatan dengan perbedaan bentang 5 meter dari bentang 40 meter s/d 60 meter. Untuk pekerjaan pemasangan rangka baja jembatan tersebut di atas, perlu direncanakan pengadaan/penyiapan alat bantu yang diperlukan.

g. Kebutuhan Pendukung

Pemasangan rangka baja jembatan yang mempunyai lebih dari satu bentang, menggunakan sistem kantilever bertahap, untuk memasang bentang pertama, bahan rangka baja bentang kedua atau bentang yang lain, dapat dipasang di atas jalan pendekat (oprit) sebagai bentang pemberat (*counterweight*).

2.Lantai Jembatan

Jenis lantai jembatan perlu dievaluasi terhadap beban truk mengingat sistem lantai jembatan sifatnya diskrit (tidak menerus sehingga efek lokal dari beban-beban roda perlu dicek agar dapat memberikan daya dukung baik service maupun ultimit secara optimal. Tahapan pelaksanaan lantai jembatan sebagai berikut:

1) Persiapan

Persiapan awal pekerjaan dimulai dengan mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan, baik untuk pekerjaan acuan dan perancah maupun pekerjaan penulangan sampai pada pengecoran.

2) Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, kerana dilaksanakan secara bersamaan.

3) Pengecekan

Setelah pemasangan bekisting pelat dianggap selesai selanjutnya pengecekan tinggi level pada bekisting balok dan pelat dengan waterpass, jika sudah selesai maka bekisting untuk balok dan pelat sudah siap.

4) Pembesian Plat Lantai

Pembesian pelat dilakukan langsung di atas bekisting pelat yang sudah siap. Besi tulangan diangkat menggunakan tower crane dan dipasang diatas bekisting pelat. Sebagian besar besi-besi tulangan dipotong dan dibentuk langsung di lapangan, sehingga di lapangan selalu disediakan alat pemotong manual dan alat pembengkok tulangan manual.

5) Pengecoran Plat Lantai

Sebelum proses pengecoran dilaksanakan, maka perlu dilakukan pemeriksaan bekisting meliputi: Posisi bekisting harus dicek lagi apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan. Bekisting harus lurus, tegak, tidak bocor, dan kuat. Selain mengenai hal tersebut, sebelum dilaksanakan pengecoran, bekisting dibersihkan dulu dengan menggunakan compressor.

Setelah semua pemeriksaan telah selesai dilakukan, dilanjutkan dengan proses pengecoran.

6) Pembongkaran Bekisting

Untuk pelat pembongkaran bekisting dilakukan setelah 4-7 hari pengecoran. Sebagai penunjang sampai pelat benar-benar mengeras.

7) Perawatan (*Curing*)

Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram/membasahi beton 2 kali sehari selama 1 minggu.

4. Pembahasan

4.1 Perhitungan Pekerjaan Pengeboran

a. Waktu Siklus Alat Bor

Tabel 2.1. Durasi Pengeboran

Item Pekerjaan	Perkiraan Durasi
- Penggeseran dan penyetelan titik bor	t1= 15 menit
- Pemasangan Chasing	t2= 15 menit.
- Pengeboran	t3 = 45 menit
- Lain – lain termasuk (mengatur dan menggeser)	t4= 15 menit.

Sehingga didapatkan waktu total pengeboran satu titik bore pile ialah :

$$\begin{aligned} \text{Total } T_{s1} &= t1 + t2 + t3 + t4 \\ &= 15 + 15 + 45 + 15 \\ &= 90 \text{ menit} = 1,5 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$N = \frac{60 \text{ menit}}{\text{waktu siklus}} = \frac{60 \text{ menit}}{90 \text{ menit}} = 0,67 \text{ titik}$$

$$\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,75$$

$$\text{Faktor cuaca} = 0,75$$

$$\text{Faktor operator} = 0,8$$

$$\begin{aligned} Q &= q \times N \times E_k \\ &= 1 \times 0,67 \times (0,75 \times 0,8 \times 0,75) \\ &= 0,301 \text{ titik / jam} \end{aligned}$$

Dimana :

Q = Produksi per satuan waktu

q = Kapasitas produksi alat per satuan waktu

N = Jumlah siklus per jam

Ek = Efisiensi kerja

Kapasitas produksi alat pengeboran

= Kedalaman x Q = 15 m' x 0,301

= 4,515 m/ jam

Total waktu pekerjaan pengeboran

= 240 m' / 4,515 = 53,16 Jam

= 7,6 hari = 8 hari

b. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengeboran

Tabel 2.2. Analisa Harga Satuan Alat Bor

NO	URAIAN	KODE	KOEFISIEN	SATUAN	KETERANGAN
A. URAIAN PERALATAN					
1	Jenis Peralatan				Measur Bar (Dilling Rig)
2	Tenaga	Pw	130	HP	
3	Kapasitas	Cp	-	ton	
4	Alat Baru	A	10	taban	
	a. Unsur ekonomis	W	1500	jam	
	b. Jam kerja dalam setahun	B	175.000.000,00	rupiah	
	c. Sewa alat/badan				
B. BIAYA PASTI PER JAM					
3	Biaya pasti per jam				
	a. Biaya sewa alat pejam	= $\frac{B}{210}$	E	833.333,33	Dp/jam
					jam kerja alat 30 hari / 7 jam
					210 jam/badan
	Biaya Pasti Per Jam	= (E)	G	833.400,00	Dp/jam
C. BIAYA OPERASI PASTI PER JAM KERJA					
1	Bahan Bakar	= (12% s/d 15%) x Pw x Ms	H	234.000,00	rupiah
2	Pelumas	= (2,5% s/d 3%) x Pw x Mp	I	97.500,00	rupiah
3	Biaya Bengkel	= (6,25% s/d 8,75 %) x $\frac{B}{W}$	J	10.208,33	rupiah
4	Perawatan dan Perbaikan	= (12,5% s/d 17,5 %) x $\frac{B}{W}$	K	20.416,67	rupiah
5	Operator	= (m orang/jam) x U1	M	35.714,00	rupiah
6	Pembantu Operator	= (m orang/jam) x U2	L	24.286,00	rupiah
	Biaya Operasi Per Jam	= (H + I + J + K + M + L)	P	422.125,00	rupiah
D. BIAYA OPERASI ALAT PER JAM = (P + G)					
			S	1.255.525,00	rupiah
E. LAIN - LAIN					
1	Bahan Bakar Solar	Ms	12.000,00	liter	
2	Minyak Pelumas	Mp	25.000,00	liter	
3	Operator	U1	35.714,00	Dp/jam	
4	Pembantu Operator	U2	24.286,00	Dp/jam	

Harga Satuan alat Pengeboran / m'
= Rp. 1.225.525 / jam : 4,515 m' / jam
= Rp. 278.079,-

Analisa harga satuan pengeboran per m':
Tabel 2.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengeboran

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A. Tenaga					
	Pekerja	Orh	0,3088	150.000	46.320
	Tukang	Orh	0,0772	175.000	13.510
	Mandor	Orh	0,0309	200.000	6.180
	Jumlah Tenaga Kerja				66.010
B. BAHAN					
	Casing	m'	1	22.619	22.619
C. PERALATAN					
	Dilling Rig	m'	1	278.079	278.079
C. JUMLAH (A+B+C)					
					366.708
D. Overhead & Profit (15%)					
					55.006
E. Harga Satuan Pekerjaan					
					421.714

Jadi, harga satuan pekerjaan pengeboran per m' adalah Rp. 421.714,-

$$\begin{aligned} \text{RAB} &= \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 240 \text{ m}' \times \text{Rp. } 421.714/\text{m}' \\ &= \text{Rp. } 101.211.434,- \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

- Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka diperoleh Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pengerjaan Pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat yaitu:
 - Pekerjaan Persiapan = Rp. 263.247.071,32
 - Pekerjaan Bore Pile = Rp. 603.637.429,74

- Pekerjaan Pile Cap, Abutment, dan Wingwall = Rp. 1.028.970.831,72
 - Pekerjaan Plat Injak = Rp. 103.073.699,60
 - Pekerjaan Plat Lantai = Rp. 750.330.302,07
 - Pekerjaan Rangka Baja = Rp. 4.253.818.680,64
 - Pekerjaan Akhir = Rp. 17.000.000
- Total = Rp. 7.020.078.015**

- Time Schedule* yang direncanakan adalah 22 (Dua puluh dua) minggu atau 154 (Seratus Lima Puluh Empat) Hari Kerja untuk pekerjaan Pembangunan Jembatan Idano Sibolou Ruas Afulu – Batas Nias Barat.

5.2. SARAN

- Agar suatu proyek konstruksi dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien, maka kontraktor harus melakukan:
 - Menempatkan tenaga berdasarkan pengetahuan, pengalaman dan kompetensi yang sesuai dengan pekerjaan yang dibebankan kepada mereka. Serta merencanakan jumlah tenaga kerja secara optimal.
 - Membuat perencanaan metode kerja sebelum dimulainya pekerjaan. Hal ini sangat membantu dalam pelaksanaan pekerjaan yang sesuai dengan SOP dan membantu mengendalikan waktu pelaksanaan.
 - Membuat perencanaan peralatan dan material agar pekerjaan tidak terkendala. Mengingat bahwa peralatan dan material sangat berpengaruh dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan.
- Dalam pelaksanaan pekerjaan harus menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) agar tidak terdajadi *Incident* (Kejadian), *Accident* (Kecelakaan) atau *Fatality* (Kematian) pada pengerjaan suatu proyek.

3. Sebelum memulai pekerjaan sebaiknya membuat manajemen resiko, sehingga dapat meminimalisir terhambatnya pelaksanaan pekerjaan.
4. Pelaksanaan suatu proyek sebaiknya mengikuti *time schedule* yang sudah ada, agar bisa tercapainya suatu pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan.
5. Harus adanya sinergi dari berbagai pihak, baik itu owner, konsultan, maupun kontraktor dalam mengendalikan dan menyelesaikan pekerjaan demi tercapainya biaya, mutu, dan waktu yang sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian PUPR (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan*. Jakarta: Pemerintah Pusat.
- Kementerian PUPR (2018). *Pelaksanaan Konstruksi Jembatan*. Jakarta: Balai Penerapan Teknologi Konstruksi, Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
- Kementerian PUPR (2019). *Surat Edaran Nomor 02/SE/Db/2019 tentang Panduan Teknik Pelaksanaan Jembatan Tahun 2019*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Pamungkas Anugrah dan Erny Harianti. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1762-2002 dan SNI 03-2847-2002*. Yogyakarta: ANDI.
- Project Management Institute. (2017). *PMBOK GUIDE Edisi Keenam*. Jakarta, PMI Indonesia Chapter.
- Setiawan, Agus. (2013). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD Edisi Kedua (Berdasarkan SNI 03-1729-2002*. Jakarta: Erlangga