

**SKRIPSI**

**STUDI PERBANDINGAN ESTIMASI BIAYA METODE SNI  
DAN HSP PEKERJAAN BALOK *PRECAST* RTGC PADA  
PROYEK MAKASSAR *NEW PORT***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**BRIAN JAYA PALISU  
D081 18 1319**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**“STUDI PERBANDINGAN ESTIMASI BIAYA METODE SNI  
DAN HSP PEKERJAAN BALOK PRECAST RTGC PADA  
PROYEK MAKASSAR NEW PORT”**

Disusun dan diajukan oleh

**BRIAN JAYA PALISU**

**D081 18 1319**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik  
Kelautan

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal...29...November...2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Ir. Juswan, M.T.

NIP. 196212311989031031

Pembimbing Kedua,

Ashury, S.T., M.T.

NIP. 197403182006041001

Ketua Departemen,

Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T.

NIP. 197506052002121003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :  
Nama : Brian Jaya Palisu  
NIM : D081181319  
Program Studi : Teknik Kelautan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(Studi Perbandingan Estimasi Biaya Metode SNI dan HSP Pekerjaan Balok  
Precast RTGC pada Proyek Makassar New Port)

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 29 Nov 2023

Menyatakan,



Brian Jaya Palisu

## ABSTRAK

**BRIAN JAYA PALISU.** *Studi Perbandingan Estimasi Biaya Metode SNI dan HSP Pekerjaan Balok Precast RTGC pada Proyek Makassar New Port (dibimbing oleh Ir. Juswan, M.T. dan Ashury, S.T., M.T.)*

Perencanaan biaya merupakan bagian penting dalam perencanaan suatu proyek, dalam merencanakan biaya suatu proyek, terdapat beberapa metode yang umum digunakan seperti SNI, BOW, atau perusahaan - perusahaan biasanya membuat perhitungan mereka sendiri. Dalam penelitian ini digunakan metode SNI dan HSP, dimana metode SNI merupakan formulasi standar yang sudah ada sedangkan metode HSP merupakan perhitungan sendiri yang digunakan oleh peneliti.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC dengan metode SNI dan metode HSP dan mengetahui metode estimasi yang lebih ekonomis.

Penelitian dilakukan dengan pengumpulan data dan observasi langsung di lapangan berupa dokumentasi foto maupun video, gambar rencana proyek dan wawancara kepada pelaksana dan pekerja terkait pekerjaan balok *precast* RTGC. Hasil akhir dari penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan *precast* RTGC dengan menggunakan metode SNI memerlukan biaya sebesar Rp 68.689.638,82 dan perhitungan estimasi biaya balok *precast* RTGC metode HSP memerlukan biaya sebesar Rp 61.591.421,41 dan perbandingan presentase selisih biaya antara kedua metode sebesar 11 %.

Kata Kunci : Balok, Beton Pracetak, Biaya, HSP, SNI

## ABSTRACT

**BRIAN JAYA PALISU.** *Comparative Study of Cost Estimates by SNI and HSP Methods for Precast Beam Work On The Makassar New Port Project* (supervised by Ir. Juswan, M.T. and Ashury, S.T., M.T.)

Cost planning is an important part of planning a project, in planning the cost of a project, there are several commonly used methods such as SNI, BOW, or companies - companies usually make their own calculations. In this study, SNI and HSP methods were used, where the SNI method is an existing standard formulation while the HSP method is its own calculation used by researchers.

The purpose of this study was to determine the estimated cost of carrying out RTGC precast beam work using the SNI method and the HSP method and to find out which estimation method is more economical.

The research was conducted by collecting data and direct observation in the field in the form of photo and video documentation, project plan drawings and interviews with executors and workers regarding the implementation of RTGC precast beam work.

The final results of the research show that carrying out RTGC precast work using the SNI method requires a cost of IDR 68,689,638.82 and the estimated cost of RTGC precast beams using the HSP method requires a cost of IDR 61,591,421.41 and a comparison of the percentage difference in costs between the two methods by 11%.

Keywords : Beam, Cost, HSP, Precast Concrete, SNI

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup / Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematis Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Proyek Konstruksi .....	5
2.2 Penelitian Terdahulu .....	6
2.3 Struktur Balok .....	8
2.3.1 Pengertian Balok .....	8
2.3.2 Jenis – jenis Balok .....	8
2.4 Beton Pracetak ( <i>Precast</i> ) .....	8
2.5 Perencanaan Pelaksanaan Pekerjaan Balok Beton Pracetak .....	9
2.6 Biaya .....	10
2.7 Perhitungan Volume Pekerjaan .....	12
2.8 Analisis Anggaran Biaya .....	15
2.9 Metode Perhitungan Estimasi Biaya .....	16
2.9.1 Menggunakan Formulasi Standar Nasional Indonesia (SNI) .....	16
2.9.2 Formulasi HSP (Harga Satuan Pekerjaan) Penelitian .....	18

2.10 Rencana Anggaran Biaya.....	19
2.11 Tinjauan Umum Tentang <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i> .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Penyajian Data .....	22
3.2.1 Data Beton <i>Precast</i> .....	23
3.2.2 Data Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak (SNI) .....	24
3.3 Prosedur Pengolahan Data.....	24
3.4 Diagram Alur Penelitian .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Data Penelitian .....	26
4.1.1 Data Proyek.....	26
4.1.2 Data Primer dan Sekunder.....	26
4.2 Analisis Data.....	29
4.2.1 Perhitungan Volume Pekerjaan.....	30
4.2.2 Analisis Metode SNI.....	33
4.2.3 Analisis HSP (Harga Satuan Pekerjaan) Penelitian.....	47
4.3 Pembahasan.....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Lokasi Penelitian.....	22
Gambar 4. 1	Fabrikasi Balok <i>Precast</i> RTGC .....	27
Gambar 4. 2	Instalasi Balok <i>Precast</i> RTGC.....	27
Gambar 4. 3	<i>Layout</i> Balok <i>Precast</i> RTGC .....	28
Gambar 4. 4	Grafik Estimasi Biaya Balok <i>Precast</i> metode SNI, metode AHSP dan metode HSP .....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Formulasi Pembuatan 1 m <sup>3</sup> beton mutu $f_c = 31,2$ MPa (SNI).....	17
Tabel 2. 2	Contoh Formulasi Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pembuatan 1 m <sup>3</sup> Beton Mutu $f_c = 31,2$ MPa Metode SNI .....	17
Tabel 3. 1	Balok RTGC Arah Memanjang .....	23
Tabel 3. 2	Pembesian Balok RTGC Arah Memanjang Tipe 1 .....	23
Tabel 4. 1	Data Spesifikasi Proyek.....	26
Tabel 4. 2	Data Spesifikasi Balok <i>Precast</i> Arah Memanjang .....	29
Tabel 4. 3	Pembesian Balok RTGC Tipe 1 .....	29
Tabel 4. 4	Tabel Konversi Berat Besi Polos .....	30
Tabel 4. 5	Tabel Konversi Berat Besi Ulir .....	31
Tabel 4. 6	Berat Jenis Bahan (kg/m <sup>3</sup> ) .....	47
Tabel 4. 7	Perbandingan Komposisi Beton Mutu $f_c = 31,2$ MPa .....	49
Tabel 4. 8	Perbandingan Komposisi Beton Mutu $f_c = 14,5$ MPa .....	51
Tabel 4. 9	Hasil Estimasi Biaya Balok <i>Precast</i> Metode SNI dan Metode HSP ..	67

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
RAB	Rencana Anggaran Biaya
v	Volume
BQ	<i>Bill Quantity</i>
EE	<i>Estimated Engineer</i>
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
RTGC	<i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
HSP	Harga Satuan Pekerjaan
PUPR	Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat
BOW	<i>Burgeslijke Openbare Werken</i>
BSN	Badan Standarisasi Nasional
OH	Orang Hari
$\Sigma$	Notasi Sigma ( <i>sum</i> )
>	Lebih dari
Qt	Produktivitas Pekerjaan
P	Pekerja (orang)
Tb	Tukang Batu (orang)
Tk	Lama Jam Kerja per Hari
M	Mandor (orang)
PPN	Pajak Pertambahan Nilai
ASME	<i>The American Society of Mechanical Engineers</i>
PT	Perseroan Terbatas
PP	Pembangunan Perumahan

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pekerjaan Balok *Precast* RTGC

Lampiran 2. Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja, Alat dan Bahan kota Makassar 2023

Lampiran 3. *Layout* Gambar Balok *Precast* RTGC

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan yang telah melimpahkan berkat dan anugerahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Studi Perbandingan Estimasi Biaya Metode SNI dan HSP Pekerjaan Balok *Precast* RTGC pada Proyek Makassar *New Port*”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Ir. Juswan, M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ashury, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik dan selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan serta saran yang sangat berharga sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Taufiqur Rachman, S.T., M.T., IPM. dan Bapak Fuad Mahfud Assidiq, S.T., M.T. selaku dosen penguji skripsi. Terimakasih atas bimbingan, saran, masukan dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini dan selama penulis menjalani masa kuliah.
5. Seluruh Dosen dan Staff Akademik Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan pembelajaran dan pengalaman berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin.
6. Keluarga penulis khususnya kedua orang tua penulis, ayahanda alm. Samuel Palisu dan Ibunda Bertha Patiku, sebagai sumber kehangatan batin penulis dan merupakan anugerah terbesar dalam hidup penulis.
7. Kepada teman-teman Teknik Kelautan 2018 dan se-teknik yang banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis, serta terimakasih telah menjadi keluarga kedua penulis dalam suka duka yang dilalui bersama

selama masa studi. Tak lupa pula juga penulis ucapkan terima kasih kepada Kakanda Senior dan Adik Junior atas pembelajaran dan dukungan yang telah diberikan.

8. Pihak-pihak lain yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan pembelajaran dan evaluasi bagi penulis dalam penelitian kedepannya. Penulis berharap semoga tulisan ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan kepada penulis terkhususnya. Terimakasih.

Gowa, November 2023

Penulis

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Keberhasilan suatu proyek konstruksi tercermin dari biaya, kualitas dan waktu. Untuk mencapai keberhasilan tersebut, banyak upaya yang biasanya dilakukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi, baik dalam struktur maupun manajemen konstruksi. Secara umum, dalam pelaksanaan proyek konstruksi, semakin besar proyek, semakin besar pula batasan bagi penyedia jasa konstruksi. Oleh karena itu penyedia jasa konstruksi harus merencanakan dengan hati-hati ketika melaksanakan proyek. Perencanaan proyek merupakan salah satu hal yang harus dikelola untuk mengoptimalkan waktu dan biaya dalam operasional proyek. Optimalisasi diperlukan saat memperkirakan waktu dan biaya proyek, yang biasanya dilakukan dengan mengoptimalkan sumber daya dan metode yang ada.

Proyek konstruksi adalah pekerjaan mendirikan suatu bangunan dalam waktu tertentu dengan menggunakan sumber daya proyek yang terbatas. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka harus terjalin kerja sama yang baik antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek tersebut, dalam hal ini adalah konsultan, kontraktor, dan pengawas. Konsultan memegang peranan penting dalam suatu proyek konstruksi. Sebelum suatu proyek konstruksi dilaksanakan, kontraktor harus membuat perencanaan yang baik agar proses konstruksi dapat berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan (Kushono, 2006).

Perencanaan biaya merupakan bagian penting dalam perencanaan proyek, keduanya saling berhubungan dan merupakan acuan dalam menilai keberhasilan suatu proyek. Oleh karenanya, metode pelaksanaan konstruksi menentukan besarnya biaya dan waktu yang dibutuhkan menjadi penting dan krusial dalam suatu perencanaan proyek, mengingat dalam perencanaan suatu proyek informasi yang didapat sangat terbatas sehingga keputusan-keputusan yang diambil sangat berpengaruh terhadap performa proses-proses selanjutnya (Masterman, 2002).

Perencanaan dan pengendalian biaya dan waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari segi kualitas, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang telah digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara kontinyu agar tidak terjadi penyimpangan terhadap rencana (Ilhami, 2021).

Beberapa bentuk perencanaan proyek adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan penjadwalan atau *Time Schedule*. Rencana Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja (Kushono, 2006).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan judul penelitian ini, maka adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapa hasil estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC antara metode SNI dan metode HSP pada proyek Makassar *New Port* ?
2. Bagaimana perbandingan selisih presentase estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC antara metode SNI dan metode HSP pada proyek Makassar *New Port* ?
3. Manakah hasil estimasi biaya yang lebih ekonomis antara metode SNI dan metode HSP pada pekerjaan pelaksanaan balok *precast* RTGC di proyek Makassar *New Port* ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hasil estimasi biaya pada pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC antara metode SNI dan metode HSP pada proyek Makassar *New Port*.
2. Mengetahui perbandingan presentase dan selisih estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC antara metode SNI dan metode HSP pada proyek Makassar *New Port*.
3. Mengetahui hasil estimasi biaya yang lebih ekonomis antara metode SNI dan HSP pada pelaksanaan pekerjaan balok *precast* RTGC di proyek Makassar *New Port*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dapat menjadi dasar perhitungan kebutuhan biaya pelaksanaan pekerjaan jalur RTGC untuk beton pracetak mutu K350 dengan metode SNI dan metode HSP.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pihak – pihak yang bergerak di bidang perusahaan konstruksi dan konsultan.
3. Untuk menambah literatur keteknikkan pada jurusan teknik kelautan mengenai perhitungan biaya – biaya yang dibutuhkan di proyek pelabuhan.

#### 1.5 Ruang Lingkup / Batasan Masalah

Sesuai dengan judul penelitian ini, maka beberapa hal yang terdapat dalam penelitian ini akan dibatasi :

1. Estimasi biaya pekerjaan beton pracetak yang digunakan sebagai jalur RTGC.
2. Penelitian ini dilakukan pada proyek Makassar *New Port* tahap 1B dan 1C.
3. Tidak menganalisis waktu pelaksanaan konstruksi.
4. Menggunakan angka koefisien indeks pada SNI 7832:2012
5. Untuk metode HSP, angka koefisien indeks berdasarkan perhitungan peneliti menggunakan data lapangan dan modul analisis koefisien tahun 2017 dari kementerian PUPR.
6. Harga barang, bahan, alat, dan upah pekerja sesuai harga satuan dasar di kota Makassar tahun 2023 yang telah disusun berdasarkan jurnal *database* harga satuan dari kementerian PUPR.

#### 1.6 Sistematis Penulisan

Untuk dapat memahami dan mendapatkan pandangan yang lebih jelas mengenai pokok permasalahan yang akan dibahas, diperlukan adanya sistematika penulisan dalam penelitian ini. Sistematika penulisan dapat dijabarkan sebagai berikut :

##### BAB I Pendahuluan

Berisikan konsep penyusunan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

## BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Mulai dari pengertian proyek konstruksi, estimasi biaya, penelitian terdahulu, perhitungan volume pekerjaan, metode perhitungan estimasi biaya, tinjauan mengenai beton pracetak dan tinjauan umum mengenai RTGC.

## BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini memberikan penjelasan tentang lokasi dan waktu penelitian, penyajian data proyek, data balok pracetak, komponen data pembesian balok pracetak, metode pengambilan dan pengolahan data, serta bagan alur penelitian yang dilakukan.

## BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi tentang hasil analisis data perhitungan volume pekerjaan, perhitungan koefisien tenaga kerja, perhitungan koefisien material dan bahan, perhitungan koefisien alat berdasarkan data hasil observasi lapangan, dan hasil estimasi biaya balok pracetak dengan metode SNI dan metode HSP.

## BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan yang dibahas pada bab-bab sebelumnya yang mencangkup kesimpulan yang di peroleh dari hasil estimasi biaya, selisih presentase estimasi biaya, serta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Proyek Konstruksi**

Kata proyek berasal dari bahasa Latin "*projectum*" dari kata kerja "*proicere*" yang berarti untuk membuang sesuatu ke depan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), proyek merupakan rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan waktu penyelesaian yang tegas.

Proyek adalah serangkaian kegiatan terkait dengan titik awal dan akhir serta hasil tertentu. Proyek biasanya membutuhkan keterampilan yang berbeda dari berbagai profesi dan organisasi. Berikut adalah pengertian proyek menurut beberapa ahli diantaranya :

1. 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).
2. 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 (Tjokroamijoyo, 1971).
3. Proyek adalah satu usaha dalam jangka waktu yang ditentukan dengan sasaran yang jelas yaitu mencapai hasil yang telah dirumuskan pada waktu awal pembangunan proyek akan dimulai (Nugraha et al., 1985).
4. Proyek (konstruksi atau lainnya) adalah sebuah perbuatan atau pekerjaan unik yang pada dasarnya mempunyai satu tujuan yang telah ditetapkan bidang atau lapangan, mutu atau kualitas, waktu dan harga yang diinginkan (Ahuja et al., 1994).

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat diartikan bahwa proyek konstruksi adalah sekumpulan kegiatan yang dihubungkan bersama untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu membutuhkan sumber daya yaitu *man* (manusia), *material* (bahan konstruksi), *machine* (perangkat), *method* (metode implementasi), *money* (uang), informasi (*information*) dan waktu (*time*). Ada tiga hal penting yang perlu

diperhatikan dalam sebuah proyek konstruksi, yaitu waktu, biaya dan kualitas (Kerzner, 2006).

Adapun jenis-jenis proyek konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Proyek bangunan perumahan atau bangunan pemukiman (*residential construction*), adalah suatu proyek pembangunan perumahan atau pemukiman berdasarkan pada tahapan pembangunan yang serempak dengan penyediaan prasarana penunjang.
2. Konstruksi bangunan gedung (*building construction*), adalah tipe proyek konstruksi yang paling banyak dikerjakan. Tipe konstruksi bangunan ini menitikberatkan pada pertimbangan konstruksi, teknologi praktis, dan pertimbangan pada peraturan.
3. Proyek konstruksi teknik sipil (*heavy engineering construction*), adalah proses penambahan infrastruktur pada suatu lingkungan terbangun (*built environment*). Biasanya pemilik proyek adalah pemerintah, baik pada tingkat nasional maupun daerah proyek ini elemen desain, finansial dan pertimbangan hukum tetap menjadi pertimbangan penting, walaupun proyek ini lebih bersifat *non-profit* dan mengutamakan pelayanan masyarakat (*public services*).

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian tugas akhir tentang estimasi biaya pelaksanaan beton pracetak, maka akan dijelaskan hasil penelitian sejenis yang sudah dilakukan. Hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Rasuna, (2019) melakukan penelitian yang berjudul “ANALISA PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PEMBANGUNAN MALL WIDURI DENGAN MENGGUNAKAN METODE BOW, SNI 2008 DAN AHSP 2016” pada proyek Pembangunan mall di Widuri, Gatot Subroto Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode apa yang paling ekonomis dan untuk menjadi acuan para estimator merencanakan biaya konstruksi dengan metode yang berlaku di Indonesia tidak dengan metode yang di analisa sendiri. Dalam perhitungan rencana anggaran biaya pembangunan Mall Widuri dengan menggunakan 3 metode maka diperoleh metode AHSP 2016 merupakan yang paling ekonomis yaitu sebesar Rp. 8.667.500.000, lalu metode SNI 2008 sebesar Rp. 9.542.300.000 dan yang paling mahal metode BOW sebesar Rp. 11,797,600,000.

2. Pilutomo dkk, (2020) melakukan penelitian yang berjudul “PERBANDINGAN ESTIMASI ANGGARAN BIAYA ANTARA METODE BOW, METODE SNI DAN PERHITUNGAN KONTRAKTOR”. Pada proyek Pembangunan yang berada di PT. Solusi Bangun Indonesia yang beralamat di Kecamatan Tambakboyo Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa besarnya biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bangunan *palletizer*, bangunan *packer* dan *gallery conveyor* dengan membandingkan hasil estimasi biaya antara metode SNI, metode BOW dan Perhitungan Kontraktor. Setelah dilakukan analisis estimasi biaya didapatkan anggaran biaya dengan metode SNI sebesar Rp 1.958.002.381,35, metode BOW sebesar Rp 2.682.315.013,21 dan perhitungan kontraktor sebesar 1.781.956.483,87. Maka metode estimasi yang lebih ekonomis adalah perhitungan kontraktor .
3. Ilhami, (2021) melakukan penelitian yang berjudul “ANALISA PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA LANTAI 3 RUMAH SAKIT REGINA MARIS DENGAN METODE BOW, SNI 2008 DAN AHSP 2016” pada proyek pekerjaan lantai rumah sakit Regina Maris. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil estimasi biaya antara metode BOW, SNI dan AHSP 2016 dan mengetahui metode yang lebih ekonomis. Hasil akhir dari penelitian menunjukkan bahwa perhitungan biaya Proyek pembangunan Rumah Sakit Regina Maris lantai 3 dengan menggunakan metode BOW sebesar Rp.6.700.000.000, sedangkan hasil estimasi biaya menggunakan metode SNI 2008 sebesar Rp. 8.900.000.000, serta hasil estimasi biaya menggunakan metode AHSP 2016 sebesar Rp. 8.1400.000.000. Kemudian hasil perhitungan, perbandingan estimasi anggaran biaya antara metode BOW dan SNI 2008 yakni metode SNI 2008 lebih mahal 19,12% dari metode BOW, sedangkan antara metode SNI 2008 dan AHSP 2016 yakni metode SNI 2008 lebih mahal sebesar 9,16% dari metode AHSP 2016 dan hasil perhitungan rencana anggaran proyek Proyek pembangunan Rumah Sakit Regina Maris lantai 3 dengan ketiga metode, hasil estimasi biaya dengan metode BOW merupakan yang paling ekonomis, dikarenakan indeks koefisien harga satuan upah dan bahan merupakan yang paling kecil dibanding metode SNI 2008 dan AHSP 2016.

Berdasarkan hasil dari penelitian - penelitian di atas dapat dilihat bahwa hasil estimasi biaya yang lebih ekonomis cenderung berbeda - beda tergantung pada

indeks koefisien dan proyek yang dijalankan. Perbedaan dari penelitian - penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah dengan adanya metode harga satuan pekerjaan penelitian, yaitu metode perhitungan sendiri yang dilakukan oleh peneliti. Selain itu penelitian sebelumnya membandingkan metode BOW yang sudah tidak relevan lagi di masa sekarang karena telah diperbarui dengan adanya Standar Nasional Indonesia (SNI).

### **2.3 Struktur Balok**

Balok merupakan elemen struktur yang bertugas mendistribusikan beban pada kolom. Balok merupakan bagian dari struktur sentral suatu bangunan, bersama dengan kolom dan pondasi. Oleh karena itu pengecoran harus dilakukan dengan baik. Tahap pengecoran dimulai dari tahap pra konsolidasi hingga tahap pengerasan.

#### **2.3.1 Pengertian Balok**

Menurut Dipohusodo (1994), balok adalah bagian dari struktur bangunan yang kaku dan dirancang untuk memikul dan meneruskan beban ke anggota kolom pendukung.

#### **2.3.2 Jenis – jenis Balok**

Menurut Dipohusodo (1994) Beberapa jenis balok antara lain adalah sebagai berikut.

1. Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran, dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
2. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
3. Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.

### **2.4 Beton Pracetak (*Precast*)**

Beton pracetak atau pabrikasi tidak berbeda dengan beton biasa. Beton pabrikasi dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, yang salah satunya adalah material beton.

Elemen balok dapat diproduksi dengan bentang dan tipe yang berbeda bentuk potongan melintang. Penentuan bentuk penampang balok sistem yang digunakan, misalnya sistem komposit, pengaruh balok dan pelat lantai, sistem sambungan antara balok dan kolom.

Menurut ervianto (2006), beton pabrikasi dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur yang akan digunakan. Adapun keunggulan dari beton pabrikasi adalah sebagai berikut.

1. Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunannya.
2. Dicapainya tingkatan fleksibilitas dalam proses perancangannya.
3. Pekerjaan dilokasi di lokasi proyek menjadi lebih sederhana.
4. Mampu mereduksi biaya konstruksi.

Selain keunggulan, teknologi beton pracetak juga mempunyai kekurangan - kekurangan sebagai berikut:

1. Dibutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang cukup untuk mengangkat komponen konstruksi dan menempatkannya pada posisi tertentu.
2. Kerusakan yang mungkin timbul selama proses transportasi.
3. Diperlukan gudang yang luas dan fasilitas *curing*.
4. Diperlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan.
5. Diperlukan lapangan yang luas untuk produksi dalam jumlah yang besar.

## **2.5 Perencanaan Pelaksanaan Pekerjaan Balok Beton Pracetak**

Perencanaan sangat penting dalam melaksanakan proyek, perencanaan yang tidak sesuai akan mengakibatkan kesulitan dalam pelaksanaan. Sehingga dalam perencanaan harus dilakukan dengan baik terutama rencana anggaran biaya. Penggunaan metode alternatif diharapkan dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan saat pelaksanaan.

Beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*offsite fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu, dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*), dengan demikian sistem pracetak ini akan berbeda dengan konstruksi monolit terutama pada aspek perencanaan yang tergantung atau ditentukan pula oleh metode pelaksanaan dari pabrikasi, penyatuan dan pemasangannya, serta ditentukan pula oleh teknis perilaku sistem pracetak dalam hal cara penyambungan antar komponen *joint* (Abduh, 2007).

Pada dasarnya mendesain konvensional ataupun pracetak adalah sama, beban-beban yang diperhitungkan juga sama, faktor-faktor koefisien yang digunakan untuk perencanaan juga sama sebagai berikut :

#### 1. Produksi

Tahap produksi dilakukan pada pihak produsen atau pabrikator pracetak, sehingga dengan menyerahkan pekerjaan tersebut kepada pabrikator profesional maka hambatan teknis dapat dikurangi selama tidak adanya perubahan dimensi dan spesifikasi yang sudah di pesan. Hal penting dalam faktor produksi yaitu penentuan prioritas, komponen mana yang lebih dulu diproduksi harus sesuai rencana kerja, lalu diperlukan koordinasi terhadap semua pihak agar pelaksanaan dilapangan dapat berjalan dengan baik.

#### 2. Transportasi

Tahap transportasi merupakan tanggung jawab pihak produsen, sehingga alat transportasi di sesuaikan dengan berat dan dimensi elemen pracetak. Jarak serta akses jalan yang akan dilalui harus diperhitungkan, jarak yang masih layak antara lokasi pabrik dengan lokasi proyek adalah  $\pm 200$  km.

#### 3. *Erection*/Pemasangan

Tahap *erection* merupakan penyatuan komponen bangunan yang berupa beton pracetak yang telah di produksi dan layak untuk disatukan menjadi bagian bangunan. Pada tahap ini harus diperhitungkan berapa kapasitas *crane* dan jumlah tenaga kerja yang akan diperlukan, biasanya 3-5 orang pekerja.

### 2.6 Biaya

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), biaya adalah uang yang dikeluarkan untuk mengadakan (mendirikan, melakukan, dan sebagainya) sesuatu, ongkos, belanja, pengeluaran. Biaya konstruksi memiliki unsur utama yaitu biaya material, biaya upah dan biaya alat. Hal tersebut yang akan menyangkut masalah penerimaan dan pengeluaran keuangan pada suatu proyek (Asiyanto, 2003).

Dalam Sastraatmadja (1984), terdapat lima unsur utama dalam perhitungan biaya, yaitu sebagai berikut.

#### 1. Biaya Material

Biaya material yang digunakan adalah biaya material yang telah dialokasi pekerjaan. Material yang diperlukan untuk tiap unit pekerjaan dirinci jenis-jenisnya, baik yang terpakai habis maupun bahan yang digunakan menunjang.

Biaya material diperoleh dengan mengetahui harga pembelian dan biaya transportasi.

## 2. Biaya Peralatan

Dalam kegiatan proyek konstruksi, peralatan yang digunakan meliputi dua jenis yaitu peralatan ringan (alat-alat tangan) dan peralatan berat (menggunakan mesin).

## 3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja digolongkan menjadi dua, yaitu :

- a. Tenaga kerja langsung (*direct hire*) adalah tenaga kerja yang direkrut dan menandatangani kerja secara perorangan dengan perusahaan kontraktor.
- b. Tenaga kerja borongan adalah tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja yang ada antara perusahaan tenaga (*labour supplier*) dengan kontraktor dalam jangka waktu tertentu.

## 4. Biaya Tak Terduga (*overhead*)

Biaya tak terduga dibagi menjadi dua, yaitu.

- a. Biaya tak terduga umum. Seperti sewa kantor, peralatan kantor, alat tulis menulis, air, listrik, telepon, pajak, bunga uang, biaya notaris, biaya perjalanan, dan biaya pembelian lain-lain.
- b. Biaya tak terduga proyek. Seperti biaya asuransi, biaya pengukuran (*survey*), biaya surat izin, dan sebagainya.

## 5. Keuntungan (*profit*)

Pada umumnya, keuntungan diperhitungkan dengan persentase dari jumlah biaya. Diperkirakan berkisar antara 8% sampai dengan 15%, persentase ini tergantung dari seberapa besar resiko pekerjaan, kesulitan yang diperoleh, serta besarnya pembayaran dari pemberi pekerjaan. Keuntungan tidak termasuk dalam analisis.

Biaya langsung yaitu biaya yang dikeluarkan untuk suatu komponen yang berkaitan langsung dengan bangunan dalam bentuk fisik bangunan, biaya langsung terdiri dari sebagai berikut.

### a. Biaya Material

Biaya yang digunakan untuk membeli material yang akan digunakan pada proyek bangunan, biaya ini termasuk biaya pengangkutan material hingga ke lokasi proyek, biaya ini merupakan bagian dari hasil proyek.

b. Biaya Tenaga Kerja

Biaya yang digunakan untuk membayar tenaga kerja sesuai dengan kesepakatan pekerja, biaya pekerja dipengaruhi oleh daerah mana proyek dikerjakan karena setiap daerah memiliki harga upah tenaga kerja berbeda-beda.

c. Biaya Alat

Biaya yang digunakan untuk pengadaan dan sewa alat yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan. Alat yang digunakan bisa berupa alat ringan, alat berat, dan juga mesin sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

## 2.7 Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume masing – masing pekerjaan diperoleh dari analisis dan perhitungan berdasarkan gambar tender yang diberikan oleh pemilik proyek. Dari hasil perhitungan tersebut akan diketahui volume pada masing – masing pekerjaan dan juga *item* pekerjaan yang mudah dan tersulit untuk dikerjakan. Perhitungan volume yang benar dalam menawarkan harga yang diajukan kepada pemilik proyek merupakan kunci penting bagi kontraktor untuk memenangkan tender proyek. Untuk itu perhitungan volume yang benar diperlukan dalam mengajukan penawaran tender proyek konstruksi agar dapat memenangkan persaingan dalam tender proyek konstruksi yang semakin ketat.

Setelah melakukan perhitungan volume, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis harga satuan untuk setiap item pekerjaan. Tentunya selain harga material, masih banyak variabel lain yang harus diperhatikan, seperti sumber daya tenaga kerja (pekerja), ketersediaan material konstruksi dalam jangka panjang, penyewaan/pembelian alat-alat berat yang dibutuhkan selama proses konstruksi, *crane*, *excavator*, peralatan pengeboran dan perancah konstruksi. Semua variabel ini penting dalam menghitung harga yang ditawarkan. Jika harga satuan yang diusulkan terlalu mahal tentu akan sangat merugikan karena tidak sesuai dengan anggaran investor dan tidak memenangkan penawaran.

Jika harga yang ditawarkan kontraktor sesuai dengan anggaran yang ditetapkan oleh pemilik proyek, pemilik proyek akan sering mencoba menegosiasikan harga yang lebih rendah. Hal ini mungkin disetujui atau tidak disetujui oleh kontraktor. Hal ini tergantung pada kesepakatan bersama saat proses negosiasi. Jika kedua belah pihak sepakat, berarti dari segi volume dan

harga satuan, kedua belah pihak, kontraktor dan investor, menyetujui semua elemen yang termasuk dalam RAB proyek.

Rencana Anggaran Biaya Pembangunan (RAB) yang telah disepakati juga akan menjadi dasar bagi kontraktor untuk menyajikan kemajuan pekerjaan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Jangka waktu penyampaian laporan kemajuan dapat dilakukan setiap dua minggu sekali atau cukup satu bulan sekali, dengan batas waktu penghitungan akhir pada hari terakhir setiap bulannya. Pemilik proyek sering kali memiliki sistemnya sendiri untuk proses permintaan faktor kemajuan.

Mengingat pentingnya estimasi biaya dan penganggaran (RAB), maka kontraktor besar biasanya menunjuk orang yang berkompeten di bidangnya yaitu estimator atau surveyor. Memantau kuantitas untuk menghitung volume dan menyiapkan penawaran. Tugasnya adalah mengumpulkan data berupa dokumen-dokumen yang diperlukan dan gambar tender yang diserahkan oleh pemilik proyek untuk mempersiapkan penawaran.

Saat ini, situasi umum pemilik proyek sudah memiliki perkiraan dan anggaran berdasarkan gambar penawaran dari unit konsultan struktur dan arsitektur. Perkiraan kuantitas disiapkan oleh konsultan survei kuantitas yang ditunjuk oleh pemilik proyek untuk RAB versi pemilik proyek. Tentu saja, selama proses penawaran proyek, peserta lelang yang terpilih mempunyai kesempatan untuk memverifikasi kuantitas yang tertera pada *Bill of Quantities* (BQ) yang telah disiapkan, serta gambar struktur dan arsitektur yang mendasarinya.

Selain memeriksa secara cermat jumlah pekerjaan, kontraktor juga mempunyai opsi untuk mengutip harga satuan untuk setiap item pekerjaan yang ada. Apabila Kontraktor mengetahui ada suatu barang konstruksi yang tercantum dalam gambar konstruksi tetapi tidak termasuk dalam BQ yang diserahkan, maka Kontraktor berhak mengajukan pengaduan untuk menyesuaikan kembali BQ yang ada dengan tambahan komponen yang belum dihitung.

Dalam hal ini estimator kontraktor harus memeriksa dan menghitung setiap item pekerjaan berdasarkan gambar penawaran yang ada. Hal ini terkadang dapat menimbulkan masalah jika kontrak yang ditawarkan pemilik proyek bersifat harga mati. Jika kontraktor menyetujui untuk menandatangani kontrak paket, berarti kontraktor mengetahui secara pasti bahwa semua barang konstruksi yang tercantum dalam gambar penawaran, termasuk gambar struktur dan gambar konstruksi arsitektur, semuanya termasuk dalam BQ yang diajukan.

Jika Kontraktor telah menyetujui namun terdapat banyak item pekerjaan dengan volume yang tidak sesuai (volume kurang), kontraktor harus menerima resiko kerugian jika perkiraannya tidak menghitung dengan benar volume seluruh salinan. Kekurangan volume yang tidak dapat ditanggung oleh pemilik proyek. Pengusaha harus menanggung kerugian yang tentunya mengurangi keuntungan yang disiapkan di awal. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan secara sungguh-sungguh dan cermat untuk memenuhi perhitungan volume BQ yang diajukan investor sebelum menandatangani subkontrak suatu proyek konstruksi.

Secara umum, rumus perhitungan volume pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Volume pekerjaan beton balok ( $m^3$ )

Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk beton per kubik, maka terlebih dahulu dihitung volume betonnya. Untuk menghitung volume beton balok adalah :

$$\text{Volume Beton (m}^3\text{)} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal Beton (m)} \dots\dots\dots(1)$$

2. Volume pekerjaan pembesian balok ( $m^2$ )

Untuk perhitungan besi balok terdiri dari dua bagian, yakni perhitungan berat besi untuk tulangan pokok balok dan berat besi untuk besi sengkang balok.

Rumus untuk menghitung berat besi adalah :

$$\text{Berat Besi (kg)} = \text{Volume Besi (m}^3\text{)} \times \text{Berat Jenis Besi (kg/m}^3\text{)} \dots\dots\dots(2)$$

Sebagai contoh jika tulangan pokok pada sebuah balok menggunakan tulangan diameter 22 dengan jumlah tulangan 4 buah tulangan di bagian atas dan 4 buah tulangan di bagian bawah sehingga totalnya menjadi 8 buah dengan panjang misalnya 4 meter. Maka untuk menghitung berat besi tulangan pokok balok adalah :

$$\text{Volume Besi (m}^3\text{)} = \pi r^2 \times \text{Panjang Besi} \times \text{Jumlah Tulangan Besi} \dots\dots\dots(3)$$

Berat jenis besi ( $kg/m^3$ ) =  $7850 \text{ kg/m}^3$  (ketetapan, berdasarkan hasil penimbangan besi). Selain pekerjaan tulangan utama, berat besi yang harus dihitung adalah sengkang balok.

$$\text{Jumlah sengkang (1 balok)} = \text{Panjang Balok/Jarak Sengkang} + 1 \dots\dots\dots(4)$$

Sedangkan, untuk panjang sengkang adalah keliling balok untuk dimensi balok di atas dikurangi dengan selimut beton.

$$\text{Total Berat Besi Balok (kg)} = \text{Berat Besi Tulangan Pokok} + \text{Berat Besi Sengkang Balok} \dots\dots\dots(5)$$

3. Volume pekerjaan Bekisting Balok

Satuan yang digunakan untuk menghitung bekisting balok adalah meter persegi ( $m^2$ ). Rumus untuk menghitung luas bekisting balok adalah :

$$\text{Luasan Bekisting} = (\text{Lebar Balok} \times 2 \times \text{Panjang Balok}) + (\text{Tinggi Balok} \times 2 \times \text{Panjang Balok}) \dots\dots\dots(6)$$

#### 4. Volume Pekerjaan Lantai Beton

Perhitungan lantai beton digunakan satuan meter kubik untuk pekerjaan beton ( $\text{m}^3$ ), kilogram untuk perhitungan berat besi balok (kg) dan meter persegi untuk perhitungan bekisting balok ( $\text{m}^2$ ). Untuk contoh perhitungan adalah 6 x 7 meter dengan tebal lantai 0,12 meter. Rumus untuk menghitung volume lantai beton :

$$\text{Volume Lantai Beton} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal Lantai Beton} \dots\dots\dots(7)$$

#### 5. Volume Pekerjaan Bekisting Lantai

Satuan yang digunakan untuk menghitung bekisting lantai adalah meter persegi ( $\text{m}^2$ ). Ukuran luasan bekisting dipengaruhi oleh besar dimensi lantai yang akan dikerjakan, untuk menghitung luasan bekisting lantai adalah :

$$\text{Luasan Bekisting} (\text{m}^2) = \text{Panjang Lantai} (\text{m}) \times \text{Lebar Lantai} (\text{m}) \dots\dots\dots(8)$$

### 2.8 Analisis Anggaran Biaya

Anggaran biaya proyek dihitung jumlah biaya material dan tenaga kerja berdasarkan upah analisis dan biaya lain yang terkait dengan realisasi pekerjaan atau sebuah proyek. Harga satuan tenaga kerja adalah jumlah dari harga bahan dan upah bekerja berdasarkan perhitungan analitik (Mukomoko, 2007).

Salah satu faktor penting yang menentukan biaya proyek adalah harga satuan. Harga satuan konstruksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu waktu pelaksanaan yang ditetapkan, metode pelaksanaan yang dipilih dan produktivitas sumber daya yang digunakan. Harga satuan dipengaruhi beberapa unsur antara lain upah tenaga kerja, material dan alat. Analisa harga satuan pekerjaan konstruksi diterbitkan setiap tahun, yang berubah dari setiap terbitan biasanya harga satuan bahan dan upah yang diberlakukan.

Analisa harga satuan pekerjaan merupakan analisa material, upah tenaga kerja dan peralatan untuk membuat satuan-satuan pekerjaan tertentu yang telah diatur dan hasilnya ditetapkan koefisien pengali untuk material, upah tenaga kerja dan peralatan segala jenis pekerjaan. Sedangkan analisis lapangan ditetapkan berdasarkan perhitungan kontraktor pelaksana.

#### 1. Analisa Harga Satuan Bahan

Analisa bahan suatu pekerjaan, ialah menghitung banyaknya atau volume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Kebutuhan bahan dapat dicari dengan rumus umum sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Bahan} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Koefisien Bahan} \times \text{Harga Satuan} \dots\dots\dots(9)$$

## 2. Analisa Harga Satuan Upah

Analisa upah suatu pekerjaan ialah, menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. Secara umum jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk suatu volume pekerjaan tertentu dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Koefisien Tenaga Kerja} \times \text{Harga Satuan} \dots\dots\dots(10)$$

## 3. Analisa Harga Satuan Alat

Keluaran harga satuan dasar alat meliputi biaya pasti, biaya operasi serta pemeliharaan dan biaya operatornya. (Nasrul, 2013)

$$\text{Jumlah Alat} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Koefisien Alat} \times \text{Harga Satuan} \dots\dots\dots(11)$$

## 2.9 Metode Perhitungan Estimasi Biaya

Dalam melakukan perhitungan estimasi biaya, terdapat beberapa metode - metode yang dapat digunakan antara lain menggunakan SNI, menggunakan BOW atau melakukan perhitungan berdasarkan analisa sendiri. Berikut merupakan uraian dari metode - metode yang digunakan dalam penelitian ini.

### 2.9.1 Menggunakan Formulasi Standar Nasional Indonesia (SNI)

Standar nasional (SNI) ini diterbitkan secara resmi oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) yang diterbitkan secara berkala sehingga SNI tahun lalu merupakan revisi dari versi SNI sebelumnya, guna memudahkan untuk mendalami versi terbaru ini, SNI. . diberi nama sesuai tahun terbitnya, misalnya SNI 1998, SNI 2002, SNI 2008.

Prinsip penghitungan biaya satuan tenaga kerja dengan metode SNI hampir sama dengan penghitungan biaya satuan tenaga kerja dengan metode BOW, namun dengan metode BOW terdapat perbedaan seperti pentingnya koefisien material dan upah pegawai. Dalam perhitungan satuan pekerjaan hendaknya didasarkan pada gambar teknis dan rencana kerja serta persyaratan yang berlaku. Saat menghitung indeks bahan, ditambahkan toleransi 15% hingga 20%, yang mencakup indeks penyusutan, yang besarnya tergantung pada jenis bahan dan komposisinya. komponennya masing-masing. Jam kerja efektif seorang karyawan dihitung 5 jam/hari.

Menganalisa pekerjaan untuk perhitungan kebutuhan bahan, upah, dan alat untuk melaksanakan pekerjaan, analisa pekerjaan ini mengaju dan merujuk ke SNI 7832:2012, berikut adalah contoh formulasi perhitungannya :

Tabel 2. 1 Formulasi Pembuatan 1 m<sup>3</sup> beton mutu  $f_c = 31,2$  MPa (SNI)

	<b>Kebutuhan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Indeks</b>
<b>Bahan</b>	PC	Kg	448.000
	PB	Kg	667
	KR (maksimum 30 mm)	Kg	1000
	Air	L	200
<b>Tenaga Kerja</b>	Pekerja	OH	2.100
	Tukang Batu	OH	0.350
	Mandor	OH	0.105
	Kepala Tukang	OH	0.035

(Sumber : SNI 7832-2012 Aplikasi Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak)

Berikut ini merupakan contoh formulasi pembuatan 1 m<sup>3</sup> beton mutu  $f_c = 31,2$  MPa :

Tabel 2. 2 Contoh Formulasi Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pembuatan 1 m<sup>3</sup> Beton Mutu  $f_c = 31,2$  MPa Metode SNI

<b>No</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Koefisien</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>	<b>Jumlah (Rp)</b>
<b>VI</b>	<b>Pekerjaan Beton</b>				
<b>A</b>	<b>Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	OH	2.100	-	-
	Tukang Batu	OH	0.350	-	-
	Mandor	OH	0.105	-	-
	Kepala Tukang	OH	0.035	-	-
			<b>Jumlah Tenaga Kerja</b>		
<b>B</b>	<b>Bahan</b>				
	PC	kg	448.000	-	-
	PB	kg	667	-	-
	KR (maksimum 30 mm)	kg	1000	-	-
	Air	L	200	-	-
			<b>Jumlah Bahan</b>		
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>				
			<b>Jumlah Alat</b>		
<b>D</b>			<b>Jumlah (A+B+C)</b>		
<b>E</b>	<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>				

(Sumber : SNI 7832-2012)

### 2.9.2 Formulasi HSP (Harga Satuan Pekerjaan)

Formulasi HSP merupakan perhitungan yang dilakukan sendiri oleh peneliti dengan menentukan koefisien – koefisien tenaga kerja, alat dan bahan serta upah pekerja menurut perhitungan peneliti.

Dalam menentukan koefisien, digunakan acuan dalam modul analisis koefisien pelatihan estimasi biaya konstruksi tahun 2017 oleh kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (PUPR).

#### 1. Koefisien Tenaga Kerja

Untuk mendapatkan koefisien tenaga kerja dalam satuan jam orang per satuan pengukuran ( $m^1$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ , ton, dan lain-lain). Berikut ini rumus yang umum digunakan untuk menentukan koefisien tenaga kerja.

$$\text{Pekerja} = (Tk \times P)/Qt \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Tukang} = (Tk \times Tb)/Qt \dots\dots\dots(13)$$

$$\text{Kepala Tukang} = (Tk \times Tb)/Qt \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{Mandor} = (Tk \times M)/Qt \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan,

Qt adalah besar kapasitas alat yang menentukan tenaga kerja:  $m^3/\text{jam}$

P adalah jumlah pekerja yang diperlukan; orang

Tb adalah jumlah tukang batu yang diperlukan; orang

M adalah jumlah mandor yang diperlukan; orang

Tk adalah jumlah jam kerja ideal yang diperlukan; 8 jam/hari

#### 2. Koefisien Bahan

Koefisien bahan adalah kebutuhan bahan/material yang memenuhi spesifikasi teknis bahan/ material dan kemudian setelah terpasang sebagai komponen infrastruktur harus memenuhi pula standar mutu barang jadinya. Misalkan akan membuat pelat beton  $f_c' = 32$  MPa, tentunya berbagai bahan/ material (semen, pasir beton, agregat dan air) yang diperlukannya juga harus memenuhi spesifikasi teknisnya. Kemudian untuk menguji barang jadinya dengan menguji sampel campuran beton pada waktu pelaksanaannya yang harus memenuhi  $> f_c' = 32$  MPa. Di dalam perhitungan kebutuhan bahan mempertimbangkan antara lain:

- a) Faktor kembang/susut dan kehilangan bahan (akibat ceceran);
- b) Faktor *buckling* bahan (akibat bahan yang berbeda gradasi saling mengisi);
- c) Kuantitas bahan;

Faktor kembang susut dan faktor kehilangan bahan pada dasarnya ditetapkan berdasarkan pengalaman, pengamatan dan percobaan. Kuantitas bahan-bahan yang diperlukan dalam analisis adalah merupakan koefisien bahan dalam satuan pengukuran ( $m^1$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ , ton, kg, Liter, dan lain-lain).

Faktor kembang susut dan faktor kehilangan dapat berpengaruh terhadap analisis koefisien bahan/material. Berbagai jenis tanah dalam keadaan asli (sebelum digali), telah lepas karena pengerjaan galian atau pengurangan yang kemudian dipadatkan, volumenya akan berubah akibat dari faktor pengembangan dan penyusutan bahan.

### 3. Koefisien Alat

Pada setiap *item* pekerjaan terdapat pekerjaan yang memerlukan bantuan alat berat misalnya *dump* truk, trailer dan *crane*. Maka perlu dipertimbangkan kebutuhan bahan bakar untuk alat berat.

Koefisien alat adalah waktu yang diperlukan (biasanya dalam satuan jam) oleh suatu alat untuk menyelesaikan atau menghasilkan produksi sebesar satu unit satuan jenis pekerjaan. Data utama yang diperlukan untuk perhitungan efisiensi alat adalah :

- a. Jenis Alat
- b. Faktor Efisiensi Alat
- c. Waktu Siklus
- d. Kapasitas Produksi Alat

## 2.10 Rencana Anggaran Biaya

Dalam setiap proyek konstruksi, seluruh biaya yang disebutkan dapat dijadikan acuan untuk menyusun anggaran biaya (RAB). Rencana anggaran biaya merupakan suatu dokumen acuan atau cara penyajian rencana biaya yang harus dikeluarkan sejak awal pekerjaan sampai dengan selesainya. Secara umum RAB sendiri mencakup dua unsur utama yaitu volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan. Satuan biaya tenaga kerja merupakan total harga bahan baku dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analitis.

Rencana anggaran biaya bangunan disingkat RAB digunakan pada dunia proyek konstruksi seperti konsultan perencana, kontraktor atau konsultan pengawas untuk merencanakan, mengendalikan, dan mengontrol biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan setiap *item* pekerjaan bangunan. Data untuk menghitung RAB antara lain sebagai berikut.

1. Gambar bangunan yang menjelaskan bentuk, ukuran dan spesifikasi material yang digunakan.
2. Data harga bahan material dan upah tenaga kerja pada lokasi dan waktu pembangunan berlangsung.
3. Koefisien analisa harga satuan bangunan.
4. Volume atau *quantity* pekerjaan.

RAB (Rencana Anggaran Biaya) memiliki beberapa fungsi yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai pedoman untuk melakukan perjanjian kontrak kerja konstruksi.
2. Untuk menghitung perkiraan kebutuhan material pada suatu pekerjaan bangunan.
3. Memperkirakan kebutuhan jumlah tenaga dan lama pengerjaan.
4. Sebagai alat ukur dalam memantau penghematan kegiatan pelaksanaan pembangunan.
5. Mengukur harga suatu bangunan sehingga dapat dijadikan kesepakatan harga dalam melakukan transaksi jual beli properti.
6. Menentukan pajak PPN bangunan, yaitu 10% dari RAB.
7. Mencari tahu perkiraan keuntungan yang didapat kontraktor ketika memborong suatu pekerjaan bangunan.

Adapun cara perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan adalah sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \sum(\text{volume pekerjaan} \times \text{harga satuan pekerjaan}) \dots\dots\dots(16)$$

### **2.11 Tinjauan Umum tentang *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTGC)**

Menurut standard ASME B30.2-2011, *gantry crane* adalah *crane* yang terdapat kemiripan dengan *crane* jenis *overhead crane*. Namun *gantry crane* memiliki empat kaki yang berguna untuk menopang *double girder*. *Double girder* digunakan sebagai penopang landasan *trolley* untuk melakukan gerakan maju mundur (*traversing*) sesuai kontrol dari operator di ruang kabin.

*Gantry crane* dioperasikan diluar ruangan dengan dijalankan pada lintasan rel tetap atau menggunakan jenis lintasan lainnya. *Gantry crane* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1. *Cantilever Gantry Crane*
2. *Wall Crane*
3. *Semi Gantry Crane*

Menurut Ach. Muhib Zainuri 2009, berdasarkan jenis konstruksi kaki penyangga *gantry crane* diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. 4 *Supporting legs*
2. 2 *Supporting legs*
3. *Semigantry crane*

Pada *gantry crane* jenis 4 *supporting legs*, salah satu kaki penyangga *double girder* dapat diregangkan atau dirapatkan sesuai kebutuhan. Untuk *gantry crane* jenis 2 *supporting legs*, kaki penyangga *double girder* mempunyai konstruksi yang tetap. Untuk *semigantry crane* mempunyai satu jenis kaki penyangga yang terpasang pada *runway* atau *elevated rail*.

Pada pelabuhan terminal petikemas, jenis *gantry crane* yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan kontainer pada tempat penyusunan kontainer (*container yard*) adalah *gantry crane* jenis *Rubber Tyred Gantry Crane*.



Gambar 2. 1 *Rubber Tyred Gantry Crane*

(Sumber : dokumentasi lapangan)