

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan pembangunan berbagai fasilitas, seperti jalan raya, jembatan, bendungan, dan gedung, yang dilakukan berdasarkan rencana yang mencakup durasi pelaksanaan, sumber daya manusia, dan anggaran.(Dwi dkk, 2021)

2.1.1 Pengertian Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah rangkaian kegiatan pembangunan berbagai fasilitas, seperti jalan raya, jembatan, bendungan, dan gedung, yang dilakukan berdasarkan rencana yang mencakup durasi pelaksanaan, sumber daya manusia, dan anggaran.(Dwi dkk, 2021)

Konstruksi adalah susunan elemen-elemen pada suatu bangunan, di mana setiap bagiannya memiliki posisi dan fungsi tertentu.(Dwi dkk, 2021) Dalam suatu proyek konstruksi selalu membutuhkan sumber daya proyek sebagai komponen dalam proses konstruksinya. Terdapat lima sumber daya proyek, yaitu pekerja (*man*), metode (*methode*), alat (*machine*), biaya (*money*) dan material (*materials*). (Dwi dkk, 2021)

2.1.2 Tahapan Proyek Konstruksi

Sebelum proyek konstruksi dilaksanakan ada beberapa tahapan-tahapan yang mesti dilakukan diantaranya :

1. Tahap Pelelangan Konsultan Perencana

Sebelum menyusun detail teknis, pemilik proyek (*owner*) menyeleksi dan menunjuk Konsultan Perencana. Peran penting Konsultan MK pada fase ini meliputi:

2. Tahap Perencanaan (*Design Phase*)

Tahap perencanaan proyek dibagi menjadi 5 sub bidang utama:

a. Sub Bidang Persiapan

- Pengidentifikasian Proyek: Mempelajari maksud, tujuan, dan KAK agar hasil desain sesuai dengan kebutuhan *owner*.

- Penyusunan Jadwal Pekerjaan: Menyusun *timeline* dan progres kerja konsultan perencana sebagai kontrol utama atas kualitas dan ketepatan waktu.
- Persiapan Sumber Daya: Menyiapkan tim ahli (SDM), peralatan pendukung, dan pembagian tugas (*job description*).

b. Sub Bidang Konsep

- Perumusan & Pengkajian: Merumuskan tujuan proyek, menganalisis kebutuhan fungsional ruang, kondisi tapak, lingkungan, serta data teknis eksisting.
- Pengkajian Standar Teknis & Spesifikasi Desain: Mengkaji standar teknis (struktur beton, baja, dll.) dan spesifikasi desain yang dipersyaratkan KAK.
- Penentuan Tema Desain: Menentukan konsep makro bangunan.

c. Sub Bidang Pra Rancangan (*Schematic Design*)

- Pengkonsepan Biaya & Waktu: Mengalokasikan batasan biaya dan waktu proyek agar ruang lingkup desain tidak melenceng dari standar.
- Pengkonsepan Bahan & Teknologi: Memilih material dan teknologi konstruksi yang relevan dengan efisiensi biaya.
- Pengembangan Tata Ruang: Menyusun pola/bentuk arsitektur, diagram fungsi ruang, serta diagram kualitatif-kuantitatif sirkulasi dan estetika.

d. Sub Bidang Rancangan (*Design Development*)

- Pematangan Estetika & Ekonomi: Mematangkan bentuk arsitektural yang menyelaraskan estetika (termasuk aspek sosial-budaya lokal) dengan keterjangkauan biaya.
- Pematangan Kelayakan & Fungsi: Memastikan rancangan memenuhi fungsi bangunan dan lolos uji studi kelayakan.

e. Sub Bidang Dokumentasi

- Penyusunan Dokumen Teknis: Pembuatan *Detailed Engineering Design* (DED), Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS), Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta *Bill of Quantity* (BQ).
- Verifikasi & Validasi Desain: Pemeriksaan bersama oleh pengguna (*user*) serta eksaminasi legal/teknis oleh pihak berwenang.

- Perubahan Desain (*Aanvulling*): Pengelolaan penyesuaian desain agar tetap berada pada koridor konsep awal sebelum dokumen dilelangkan ke kontraktor.

3. Tahap Pelelangan Kontraktor Pelaksana

Setelah dokumen perencanaan lengkap dan tervalidasi, dilakukan proses pengadaan Kontraktor Pelaksana:

- Penyusunan Dokumen Lelang & Prakualifikasi Kontraktor: Menyiapkan berkas lelang yang akurat sebagai acuan penawaran harga serta menilai kualifikasi teknis para kontraktor calon peserta.
- Proses Pengadaan: Pemberian penjelasan (*aanwijzing*), evaluasi dokumen penawaran harga dan metode kerja, rekomendasi pemenang, hingga pendampingan penandatanganan kontrak.

Peran Utama Konsultan Manajemen Konstruksi (MK)

1. Fase Perencanaan (Supervisi Eksternal/Berkala): Berperan mendampingi *owner* dan mengevaluasi hasil kerja konsultan perencana secara berkala agar produk desain memenuhi standar teknis, KAK, serta batasan anggaran.
2. Fase Pelaksanaan (Supervisi Internal/Harian): Bertindak mengawasi pekerjaan fisik secara langsung di lapangan (Struktur, Arsitektur, Mekanikal, Elektrikal) serta mengendalikan administrasi (*shop drawing*, laporan progres, *as-built drawing*, dan penerbitan surat teguran/peringatan jika terjadi penyimpangan). (Belakang, 2013)

2.1.3 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi adalah aplikasi dari pengetahuan, keterampilan, perangkat, dan teknik pada aktivitas proyek untuk memenuhi persyaratan dan tujuan proyek yang telah ditentukan. Manajemen yang efektif dan efisien sangat krusial untuk mengurangi risiko kegagalan, menghindari pembengkakan biaya (*cost overrun*), serta mencegah keterlambatan jadwal (*delay*).

Dalam konteks konstruksi, manajemen proyek mencakup empat pilar fungsi utama:

- Perencanaan (*Planning*): Menganalisis kebutuhan sumber daya, menyusun estimasi biaya, dan membuat jadwal kerja (*scheduling*) yang realistis.
- Pengorganisasian (*Organizing*): Mengelompokkan pekerjaan, membagi struktur tim, serta menetapkan wewenang dan tanggung jawab.
- Kepemimpinan (*Leading/Leadership*): Memotivasi tim, memfasilitasi komunikasi, dan mengarahkan pelaksana di lapangan.
- Pengelolaan Sumber Daya (*Resource Management*): Mengelola alokasi tenaga kerja, bahan/material, serta peralatan proyek secara efisien.

Berdasarkan sintesis penelitian dan praktik manajemen konstruksi, berikut adalah langkah strategis untuk meningkatkan keberhasilan proyek:

1. Investasi pada Kualitas SDM: Karena SDM produktif menjadi kunci utama, proyek harus berfokus pada peningkatan keterampilan pekerja dan kondisi lingkungan kerja yang kondusif/aman.
2. Manajemen Risiko Cuaca & Alam: Mengingat besarnya pengaruh faktor eksternal (77%), tim manajemen proyek wajib memasukkan mitigasi risiko cuaca ekstrim (seperti *buffer time* akibat musim hujan) ke dalam perencanaan awal.
3. Penguatan Kepemimpinan dan Pengorganisasian: Pembagian wewenang yang jelas dan kepemimpinan yang dapat memotivasi tim akan meminimalkan konflik internal dan meningkatkan produktivitas harian.(Fikri, 2025)

2.2 Perencanaan Proyek Konstruksi

Pekerjaan proyek konstruksi dimulai dengan tahap awal proyek yaitu tahap perencanaan dan perancangan, kemudian dilanjutkan dengan tahap konstruksi yaitu tahap pelaksanaan pembangunan fisik, berikutnya adalah tahap operasional atau tahap penggunaan dan pemeliharaan. Pihak-pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi dari tahap awal proyek (tahap perencanaan dan perancangan) hingga masa konstruksi (pelaksanaan pembangunan fisik) ada tiga pihak yaitu:

1. Pemilik proyek (owner)
2. Pihak perencana (designer)
3. Pihak kontraktor (aannemer)

Pihak/badan yang disebut konsultan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu

konsultan perencana dan konsultan pengawas.(Alami, Aziz and Margiarti, 2021a)

2.2.1 Tahapan Perencanaan Proyek Konstruksi

Perencanaan pada tahap awal proyek konstruksi merupakan pondasi utama yang menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Perencanaan yang matang menjadi pedoman pelaksanaan yang akurat guna mencapai target utama proyek: Tepat Mutu, Tepat Waktu, Tepat Biaya, dan Tepat (Tertib) Administrasi.

1. Tahap Pelelangan Konsultan Perencana

Sebelum menyusun detail teknis, pemilik proyek (*owner*) menyeleksi dan menunjuk Konsultan Perencana. Peran penting Konsultan MK pada fase ini meliputi:

- Prakuualifikasi Konsultan Perencana: Menilai dokumen dan kualifikasi calon konsultan perencana agar didapat tim dengan kompetensi terbaik.
- Persiapan Dokumen Lelang: Menyusun Kerangka Acuan Kerja (KAK) dan format penilaian agar tidak terjadi gagal lelang maupun kegagalan implementasi.
- Pelaksanaan Pelelangan: Mengundang peserta, memberikan penjelasan teknis (*aanwijzing*), mengevaluasi penawaran teknis dan anggaran, hingga pendampingan proses kontrak.

2. Tahap Perencanaan (*Design Phase*)

Tahap perencanaan proyek dibagi menjadi 5 sub bidang utama:

a. Sub Bidang Persiapan

- Pengidentifikasian Proyek: Mempelajari maksud, tujuan, dan KAK agar hasil desain sesuai dengan kebutuhan *owner*.
- Penyusunan Jadwal Pekerjaan: Menyusun *timeline* dan progres kerja konsultan perencana sebagai kontrol utama atas kualitas dan ketepatan waktu.
- Persiapan Sumber Daya: Menyiapkan tim ahli (SDM), peralatan pendukung, dan pembagian tugas (*job description*).

b. Sub Bidang Konsep

- Perumusan & Pengkajian: Merumuskan tujuan proyek, menganalisis kebutuhan fungsional ruang, kondisi tapak, lingkungan, serta data teknis eksisting.

- Pengkajian Standar Teknis & Spesifikasi Desain: Mengkaji standar teknis (struktur beton, baja, dll.) dan spesifikasi desain yang dipersyaratkan KAK.
- Penentuan Tema Desain: Menentukan konsep makro bangunan.

c. Sub Bidang Pra Rancangan (*Schematic Design*)

- Pengkonsepkan Biaya & Waktu: Mengalokasikan batasan biaya dan waktu proyek agar ruang lingkup desain tidak melenceng dari standar.
- Pengkonsepkan Bahan & Teknologi: Memilih material dan teknologi konstruksi yang relevan dengan efisiensi biaya.
- Pengembangan Tata Ruang: Menyusun pola/bentuk arsitektur, diagram fungsi ruang, serta diagram kualitatif-kuantitatif sirkulasi dan estetika.

d. Sub Bidang Rancangan (*Design Development*)

- Pematangan Estetika & Ekonomi: Mematangkan bentuk arsitektural yang menyelaraskan estetika (termasuk aspek sosial-budaya lokal) dengan keterjangkauan biaya.
- Pematangan Kelayakan & Fungsi: Memastikan rancangan memenuhi fungsi bangunan dan lolos uji studi kelayakan.

e. Sub Bidang Dokumentasi

- Penyusunan Dokumen Teknis: Pembuatan *Detailed Engineering Design* (DED), Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS), Rencana Anggaran Biaya (RAB), serta *Bill of Quantity* (BQ).
- Verifikasi & Validasi Desain: Pemeriksaan bersama oleh pengguna (*user*) serta eksaminasi legal/teknis oleh pihak berwenang.
- Perubahan Desain (*Aanvulling*): Pengelolaan penyesuaian desain agar tetap berada pada koridor konsep awal sebelum dokumen dilelangkan ke kontraktor. (Alami, Aziz and Margiarti, 2021a)

2.2.2 Detail Engineering Disain

Detail Engineering Design (DED) adalah tahap perancangan detail teknis dalam suatu proyek konstruksi yang menghasilkan dokumen perencanaan gambar kerja (*shop/working drawings*), spesifikasi teknis bahan, analisis struktur, Rencana Anggaran Biaya (RAB/BoQ), serta penjadwalan proyek.

Secara umum, DED berfungsi sebagai pedoman utama bagi pelaksana/kontraktor

fisik untuk mengeksekusi proyek di lapangan agar tidak terjadi kesalahan konstruksi.

Berdasarkan jurnal studi kasus gedung Asrama ITERA (Yudi *et al.*, 2020), pembuatan DED terbagi menjadi dua paradigma utama:

a. Metode Konvensional (CAD-Based)

- Mekanisme Workflows: Menggunakan aplikasi seperti AutoCAD (2D), SketchUp (3D), CSI/ETABS (Struktur), dan MS Excel/MS Project.
- Karakteristik: Berfokus pada elemen vektor grafis 2 dimensi (garis, teks, *hatch*).
- Kelemahan Utama:
 1. Disiplin Terpisah (*Isolated Disciplinary*): Antara gambar arsitektur, struktur, dan MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*) dikerjakan terpisah secara linier.
 2. Manual Update: Perubahan pada satu gambar (misal: denah) harus direvisi secara manual pada potongan, tampak, dan gambar detail lainnya.
 3. Risiko *Clash* Tinggi: Potensi benturan antarelemen struktur dan MEP baru disadari saat konstruksi di lapangan.

b. Metode Modern (BIM-Based / *Integrated Project Delivery*)

- Mekanisme Workflows: Menggunakan *authoring tools* terpadu berbasis *Parametric Modeling* (seperti *Autodesk Revit* dan *Bexel Manager*).
- Karakteristik: Elemen dimodelkan seperti wujud objek nyata yang memuat data terstruktur (bahan, ukuran, thermal, estimasi harga, waktu).
- Kelebihan Utama:
 1. Keterkaitan Dua Arah (*Bi-Directional Relationship*): Setiap perubahan pada model 3D akan otomatis memperbarui gambar 2D (tampak, potongan, detail).
 2. Proses Beriringan: Perancangan DED, penjadwalan, hingga analisis dapat dikerjakan secara paralel.
 3. Deteksi *Clash*: Masalah perancangan terdeteksi sejak awal perencanaan (*early error detection*).

DED modern tidak lagi sekadar menghasilkan lembar gambar kertas 2D,

melainkan mengintegrasikan beberapa dimensi *Building Information Modeling*:

[2D & 3D] -----> Modeling Parametrik & Gambar DED

[4D BIM] -----> Penjadwalan & Animasi Progress (Scheduling)

[5D BIM] -----> Estimasi Biaya & Take-Off Volume (RAB/BoQ)

[6D BIM] -----> Analisis Energi & Keberlanjutan (Sustainability)

1. 2D & 3D BIM (Geometry & Detailing): Menghasilkan gambar denah, potongan, detail pembesian, serta visualisasi 3D secara langsung tanpa perlu mendesain ulang model 3D secara terpisah.
2. 4D BIM (Scheduling): Menggabungkan model 3D dengan jadwal waktu proyek untuk simulasi animasi kemajuan (*progress animation*), sehingga meminimalisir keterlambatan proyek.
3. 5D BIM (Cost Estimation / RAB): Ekstraksi otomatis volume bahan (*Quantity Take-Off*) seperti kubikasi beton dan tonase besi tulangan secara akurat langsung dari objek model. Mengurangi risiko *Contract Change Order* (CCO) dan amandemen anggaran.
4. 6D BIM (Sustainability / Building Analysis): Melakukan simulasi analisis energi bangunan (seperti menggunakan *Autodesk Insight*) dengan standar keberlanjutan (misal: *ASHRAE 90.1* dan *ARCH 2030*). (Yudi, Ulum and Nugroho, 2020)

2.3 Rencana Anggaran Biaya

Anggaran biaya proyek dapat diartikan sebagai perencanaan biaya yang akan dikeluarkan terkait dengan proyek tertentu, sesuai dengan rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) yang ditetapkan, yang dihitung oleh *cost estimator* dan disetujui oleh pemilik proyek. Estimasi anggaran biaya merupakan proses perhitungan volume pekerjaan, harga bahan, dan biaya pekerjaan yang akan dilakukan dalam suatu konstruksi. Karena estimasi ini dibuat sebelum pembangunan dimulai, maka biaya yang diperoleh merupakan perkiraan, bukan biaya yang sebenarnya. (Fadlan Alhamid and Teknik Sipil Dan Perencanaan, 2025)

2.3.1 Work Breakdown Struktur (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) adalah fondasi utama dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Secara mendasar, WBS merupakan

hierarki berorientasi *deliverable* (luaran/hasil kerja terwujud) yang membagi total lingkup (*scope*) proyek menjadi komponen-komponen yang lebih kecil agar lebih mudah dikelola. (Colenso, Principal and Systems, 2000)

WBS berfungsi sebagai titik hubung (*connecting point*) untuk:

1. Estimasi pekerjaan dan biaya (*cost & work estimates*).
2. Penyusunan jadwal (*schedule information*).
3. Pencatatan pengeluaran aktual dan alokasi sumber daya.
4. Akuntabilitas dan pengukuran kinerja proyek (*measuring progress & variance*).

Aturan Inti Struktur WBS:

- Prinsip Dekomposisi: Jika suatu entitas WBS diurai (*decomposed*), entitas tersebut harus terbagi menjadi 2 atau lebih komponen bawahan. Membagi 1 entitas menjadi hanya 1 sub-entitas tidak memiliki arti logis.
- Kesesuaian Konseptual (100% Rule): Gabungan dari seluruh elemen di level bawah harus setara secara konseptual dan mencakup 100% dari konten elemen di level atasnya.

Berdasarkan Colenso (2000), berikut adalah 6 langkah sistematis dalam membangun WBS:

1. Mengidentifikasi *Deliverables* Utama: Mengambil daftar luaran utama dari *Project Charter* atau *Statement of Work* untuk dijadikan elemen Level 1 (dinamai dengan Kata Benda).
2. Dekomposisi Berjenjang: Memecah tiap luaran utama menjadi sub-komponen yang terpisah secara logis (*logically distinct*) hingga mencapai level detail terendah (*Activity*).
 - *Panduan Penamaan Activity*: Menggunakan Kata Kerja Aktif + Kata Benda (misal: "*Create Design Specification*"). Hindari kata ambigu seperti "*Perform*".
 - *Durasi Activity*: Di ranah IT/Manajemen, acuan umum untuk unit pekerjaan terendah adalah dapat diselesaikan oleh 1 orang dalam waktu 1 hingga 10 hari kerja.
3. Memasukkan *Required Deliverables* (Luaran Pendukung): Memeriksa kembali WBS untuk menambahkan luaran yang tidak dijanjikan ke klien

tetapi wajib ada untuk menghasilkan luaran utama (contoh: *test results*, dokumen persyaratan, dll.).

4. Penyelarasan & Penyeimbangan Hirarki (*Leveling*): Menyeimbangkan jumlah turunan. Idealnya, satu elemen WBS terurai menjadi 5 hingga 9 elemen bawahan (7 ± 2).
5. Validasi *Bottom-Up*: Menguji WBS dari bawah ke atas dengan mengajukan pertanyaan: "*Jika seluruh sub-deliverables pada level bawah ini selesai, apakah deliverables pada level atasnya otomatis terpenuhi secara lengkap?*"
6. Validasi Akhir terhadap Tujuan Proyek: Membandingkan total luaran dalam WBS dengan tujuan awal proyek.

Elemen Pelengkap WBS

a. Perencanaan Risiko / Kontinjensi (*Contingency Planning*)

Untuk mengantisipasi ketidakpastian proyek:

- Waktu: Risiko berbiaya/berdampak pada jadwal dihitung durasinya ($\text{Durasi Kontinjensi} = \text{Dampak} \times \text{Probabilitas}$) dan disisipkan sebagai kegiatan kontinjensi (*Contingency Activity*) tepat setelah aktivitas yang terdampak.
- Biaya: Anggaran kontinjensi dihitung dengan rumus serupa ($\text{Anggaran Contingency} = \text{Estimasi Biaya Dampak} \times \% \text{Probabilitas}$).

b. Milestones (Tonggak Capaian)

- Merupakan peristiwa penting berupa titik waktu (*point in time*) yang tidak memiliki durasi ($\text{durasi} = 0$).
- Berfungsi sebagai alat komunikasi tingkat tinggi kepada pemangku kepentingan (*stakeholders*).
- Dinamai menggunakan Kata Kerja Bentuk Lampau (contoh: "*Acceptance Test Completed*") untuk memperjelas bahwa suatu fase atau luaran telah selesai.

2.3.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan, yang juga dikenal sebagai *Bill of Quantity* (BOQ) adalah daftar kebutuhan material yang disusun secara sistematis berdasarkan kelompok atau bagian pekerjaan. *Bill of Quantity* (BOQ), merupakan salah satu tahapan

penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Sesuai dengan lingkup proyek yang telah dirinci hingga tingkat paket pekerjaan (*work package*, *WP*), perhitungan volume dilakukan berdasarkan 16 karakteristik masing-masing jenis pekerjaan. Perhitungan ini didasarkan pada gambar rencana yang disiapkan oleh konsultan perencanaan.(Fadlan Alhamid and Teknik Sipil Dan Perencanaan, 2025)

Menghitung jumlah anggaran biaya dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$B = V \times H$$

Keterangan : B = Biaya

V = Volume/quantity

H = Harga/harga satuan pekerjaan

Beberapa satuan volume pekerjaan yang umum digunakan dalam proyek konstruksi meliputi:

1. Ls (*lump sum*), dipakai untuk menyatakan volume pekerjaan yang mempunyai biaya tetap meskipun terjadi perubahan volume pekerjaan.
2. M (meter), dipakai untuk menyatakan satuan panjang.
3. M² (meter persegi), dipakai untuk menyatakan satuan luas.
4. M³ (meter kubik), dipakai untuk menyatakan satuan isi.
5. M' (meter lari/*running meter*) dipakai untuk menyatakan satuan pengukuran panjang satu dimensi yang hanya menghitung panjang material tanpa memperhitungkan lebar atau volumenya.
6. Kg (kilo gram) dipakai untuk menyatakan satuan berat.
7. Unit, dipakai untuk menyatakan volume pekerjaan yang menyangkut item pekerjaan yang dapat dinyatakan sebagai suatu kesatuan, misalnya tangga yang sebenarnya terdiri dari anak tangga, bordes pegangan dan lain-lain, tetapi dapat dinyatakan dalam satuan unit tangga.
8. Buah, biasanya dinyatakan untuk satuan pekerjaan yang bahannya sudah dibeli dalam bentuk barang jadi dan pekerjaan di proyek hanya memasang saja.

2.3.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Penyusunan rencana anggaran biaya untuk pembangunan sebuah proyek dapat mengacu pada analisa harga satuan pekerjaan (AHSP). Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah suatu metode perhitungan kebutuhan biaya, bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan untuk menyelesaikan satuan volume item pekerjaan konstruksi.

- Fungsi Utama

AHSP diterbitkan secara resmi melalui Peraturan Menteri PUPR (seperti Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 maupun Permen PUPR No. 1 Tahun 2022) sebagai pedoman standar bagi kontraktor dan perencana untuk mengestimasi nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB).

- Posisi AHSP dalam Tahapan RAB

Penyusunan RAB secara runut melibatkan tahapan:

1. Penyiapan gambar kerja detail (*Detail Engineering Design / DED*).
2. Perhitungan volume pekerjaan.
3. Penentuan/perhitungan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) mengacu AHSP.
4. Perhitungan total anggaran per item pekerjaan.
5. Rekapitulasi total biaya.

Rincian perhitungan dalam tabel AHSP terdiri dari 3 komponen dasar yang disesuaikan dengan Standar Harga Barang dan Jasa (SHBJ) daerah setempat :

$$\text{HSP} = \text{Jumlah Biaya Tenaga Kerja (A)} + \text{Jumlah Biaya Bahan (B)} + \text{Jumlah Biaya Peralatan (C)}$$

1. Komponen Tenaga Kerja (A):

$$\text{Biaya Tenaga} = \text{Koefisien Tenaga (OH)} \times \text{Upah Harian Standar (SHBJ)}$$

Tenaga kerja meliputi Pekerja, Tukang (Batu/Besi/Kayu), Kepala Tukang, dan Mandor.

2. Komponen Bahan/Material (B):

$$\text{Biaya Bahan} = \text{Koefisien Bahan} \times \text{Harga Satuan Bahan (SHBJ)}$$

Koefisien mencerminkan indeks kebutuhan material per satuan pekerjaan (termasuk memperhitungkan faktor kehilangan/penyusutan).

3. Komponen Peralatan (C):

Biaya Alat = Koefisien Alat x Sewa/Harga Satuan Alat.(Nurcahyani, Sari and Hermawan, 2023)

Berikut ini adalah contoh dari Analisa Harga Satuan Pekerjaan pemasangan atap jurai/limasan rangka atap baja ringan dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Pemasangan 1 M² Atap Jurai/Limasan Rangka Atap Baja Ringan (Canai Dingin) Profil C75.

Jenis Pekerjaan : 2.1.1.2 Pemasangan 1 M ² Atap Jurai/Limasan Rangka Atap Baja Ringan (Canai Dingin) Profil C75. Satuan : M ² Harga Satuan : Rp.						
No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
	Pekerja	L.01	OH	0,7604		
	Tukang	L.02	OH	0,7604		
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0760		
	Mandor	L.04	OH	0,0253		
Jumlah Tenaga Kerja						
B	Bahan		Batang	0,9603		
	Baja Ringan Canal Dingin C75 + Acc					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Alat						
D	Jumlah (A+B+C)					
E	Profit					
F	Overhead					
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)					

2.3.4 Harga Satuan Upah Bahan

Harga Satuan Upah Bahan (HSUB) adalah harga per unit atau satuan suatu material konstruksi yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan biaya pekerjaan konstruksi. Harga tersebut dapat dinyatakan dalam satuan seperti kg, m³, m², batang, zak, dan lain-lain sesuai jenis bahan yang digunakan.(Pekerjaan *et al.*, 2022)

Contoh harga satuan upah dapat dilihat pada table 2.2.

Tabel 2.2 Harga satuan upah kota Padang Panjang tahun 2025.

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Keterangan
1	Mandor	OH	Rp. 183.000,00	
2	Pekerja	OH	Rp. 128.000,00	
3	Kepala Tukang	OH	Rp. 183.000,00	
4	Tukang Batu	OH	Rp. 170.000,00	
5	Tukang Besi	OH	Rp. 170.000,00	
6	Tukang Kayu	OH	Rp. 170.000,00	

Contoh harga satuan bahan dapat dilihat pada table 2.3.

Tabel 2.3 Harga satuan bahan kota Padang Panjang tahun 2025.

N o.	Uraian	Satuan	Harga Satuan	Keterangan
1	Batu Belah	M ³	Rp. 266.000,00	
2	Batu Kali	M ³	Rp. 338.000,00	
3	Kerikil	M ³	Rp. 192.000,00	
4	Pasir Beton	M ³	Rp. 170.000,00	
5	Baja Tulangan Polos (BJTP)	Kg	Rp. 11.300,00	KS
6	Semen Portland	Zak	Rp. 82.000,00	Semen Padang

2.3.5 Perhitungan Sumber Daya Konstruksi

Sumber daya konstruksi adalah seluruh unsur yang digunakan dan dikelola dalam pelaksanaan proyek konstruksi untuk mencapai sasaran biaya, mutu, dan waktu yang telah ditetapkan. Dalam manajemen proyek konstruksi, sumber daya merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan suatu proyek. Sumber daya tersebut meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, metode kerja, dan informasi. (Wulfram I. Ervianto, 2023)

Manajemen sumber daya dalam proyek konstruksi bertujuan untuk mengalokasikan tenaga kerja, material, serta peralatan secara optimal agar proyek memenuhi target waktu dan biaya secara efisien.

1. Kebutuhan Koefisien & Volume

Perhitungan tenaga kerja didasarkan pada data volume pekerjaan dan koefisien produktivitas. Koefisien ini umumnya mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kementerian PU atau AHSP Daerah.

2. Satuan Kebutuhan: Dinyatakan dalam Orang-Hari (OH).
3. Rumus Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja Per Hari

Total OH = Volume Pekerjaan x Koefisien AHSP

Tenaga Kerja per Hari = Total OH x Durasi Pelaksanaan (Hari)

Contoh: Pekerjaan pasangan batako volume m³ dengan koefisien pekerja 0,6 OH membutuhkan total 420 pekerja jika dikerjakan dalam 1 hari. Jika direncanakan selesai dalam 5 minggu (35 hari), maka kebutuhan harian adalah $420/35 = 12$ pekerja/hari.

Pengalokasian sumber daya harus dirancang sedemikian rupa untuk menghindari grafik jumlah tenaga kerja yang naik-turun (fluktuatif/bergelombang).

Alasan Mengapa Fluktuasi Dihindari :

1. Tenaga kerja yang sudah diberhentikan (*demobilisasi*) belum tentu bisa dipanggil kembali saat kebutuhan melonjak karena kemungkinan sudah bekerja di tempat lain.
2. Proyek tidak efisien jika menanggung gaji pekerja yang tidak dibebani tugas/menganggur (*idle*) saat kebutuhan mendadak turun.

Ada 4 Pola Grafik Alokasi yang Ideal yaitu :

1. Bertahap Naik-Puncak-Turun: Jumlah pekerja naik dari awal, mencapai puncak (*peak*), lalu turun secara bertahap.
2. Tinggi di Awal & Turun Bertahap: Pekerja berjumlah banyak di awal, kemudian berkurang sedikit demi sedikit.
3. Konstan/Rata: Jumlah tenaga kerja relatif stabil dari awal hingga akhir proyek.
4. Nerus Naik: Jumlah tenaga kerja meningkat secara bertahap dari awal hingga akhir.

Untuk menghitung kebutuhan sumber daya secara tepat, penjadwalan jaringan (*network planning*) harus disusun terlebih dahulu untuk menentukan lintasan kritis.

1. Metode Network Planning:
 - Critical Path Method (CPM):
Menghitung waktu penyelesaian minimum berbasis jalur kritis, namun terbatas pada logika ketergantungan *Finish-to-Start* (FS) dan memicu banyak cabang *dummy*.
 - Precedence Diagram Method (PDM):
Lebih fleksibel dengan 4 jenis hubungan ketergantungan: *Finish to Start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Finish* (SF).
2. Penentuan Jalur Kritis:
 - Menggunakan variabel *Earliest Start* (ES), *Earliest Finish* (EF), *Late Start* (LS), *Late Finish* (LF), *Free Float* (FF), dan *Total Float* (TF).
 - Kegiatan dengan nilai Total Float (TF) = 0 merupakan kegiatan kritis (*critical task*) yang tidak boleh tertunda karena akan menunda durasi proyek secara keseluruhan.
3. Keunggulan Software (Ms. Project):
 - Penjadwalan tradisional/manual tidak dapat mendeteksi kondisi *over-allocation* (sumber daya berlebih).
 - Software seperti Ms. Project memudahkan penyusunan *gantt chart*, integrasi PDM, penginputan kapasitas sumber daya (*Resource Sheet*), hingga analisis perataan sumber daya (*Resource Graph / Resource Leveling*). (Isnubroto and Putri, 2017)

2.4 Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah estimasi perhitungan rincian biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan pada suatu proyek konstruksi hingga selesai.

- Prinsip Dasar Calculation:
$$\text{Biaya Total} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Di mana perkalian volume dengan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dari masing-masing elemen membentuk kerangka anggaran proyek.
- Dokumen Acuan: Penyusunan RAB memerlukan dokumen pendukung seperti gambar rencana (bestek), Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS),

berita acara penjelasan pekerjaan, serta daftar harga satuan upah dan bahan di daerah setempat. (Alami, Aziz and Margiarti, 2021a)

Secara teoritis dan historis di Indonesia, penetapan koefisien/indeks standar mengalami evolusi:

a. Metode BOW (*Burgelijke Openbare Werken*)

- Metode tertua peninggalan zaman kolonial Belanda.
- Menggunakan angka koefisien tenaga kerja yang cenderung sangat tinggi karena berasumsi seluruh pekerjaan dilakukan secara manual dengan teknologi terbatas.

b. Metode SNI (Standar Nasional Indonesia)

- Disusun oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) / Puslitbang Kimpraswil untuk memperbarui metode BOW.
- Menyediakan indeks/koefisien kebutuhan bahan dan tenaga kerja yang seragam secara nasional.
- Karakteristik: Berasumsi jam kerja efektif pekerja adalah 5 jam per hari. Biaya tidak langsung (*overhead & profit*) tidak langsung dimasukkan ke dalam rincian analisis harga satuan per komponen, melainkan diperhitungkan secara terpisah pada akhir rekapitulasi.

c. Metode AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) Bidang Cipta Karya

- Berdasarkan Permen PUPR No. 8 tahun 2023 dan SE Dirjen Binkon No. 35/SE/Dik/2025
- Merupakan standar perhitungan terbaru yang menyesuaikan perkembangan teknologi konstruksi dan produktivitas tenaga kerja terkini.
- Karakteristik:
 - Membagi komponen menjadi Biaya Langsung (Bahan, Upah, Alat) dan Biaya Tidak Langsung (*Overhead & Profit*).
 - Biaya *Overhead & Profit* (maksimal 15% menurut ketentuan/Perpres) dapat dihitung langsung sebagai komponen persentase di dalam lembar analisis tiap-tiap harga satuan pekerjaan. (Alami, Aziz and Margiarti, 2021a)

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang membahas seputar rencana anggaran biaya dan analisa harga

satuan pekerjaan (AHSP) telah banyak dilakukan pada tahun-tahun sebelumnya. Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian terdahulu dalam hal objek, metode, lokasi, serta hasil yang diperoleh. Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang bisa dijadikan referensi yang dapat lihat pada tabel 2.4 Penelitian terdahulu dibawah ini :

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

No.	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
1.	Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode AHSP 2016 dan SNI 2018 Pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Kabupaten Maluku Tengah	1. T. E. Saryo 2. La Mohamat Saleh 3. Henriette Dorothy Titaley	2023	1. Untuk mengetahui Perhitungan Rencana Anggaran Biaya berdasarkan AHSP tahun 2016 dan SNI Tahun 2018. 2. Untuk mengetahui selisih RAB antara AHSP tahun 2016 dengan SNI 2018 beserta persentasenya.	1. Hasil perhitungan estimasi anggaran biaya pada pembangunan gedung Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Kabupaten Maluku Tengah dengan menggunakan metode AHSP 2016 sebesar Rp.2.891.000.000, sedangkan hasil perhitungan estimasi anggaran biaya menggunakan metode SNI 2018 sebesar Rp.2.615.500.000. 2. Selisih dalam estimasi anggaran biaya pada pembangunan Gedung Madrasah Ibtidaiyah Negeri 5 Kabupaten Maluku Tengah dengan menggunakan metode AHSP 2016 dan SNI 2018 sebesar Rp.275.500.000. Dengan presentase selisih sebesar 9,53%.
2.	Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan Cipta Karya Permen PUPR 2022 Dengan SNI 2016 Pada Pekerjaan Pembangunan LABKESDA Kabupaten Tegal	1. Yuda Aziz Hardiyanto 2. Teguh Haris Santoso 3. Nadya hafira Salsabila	2025	1. Untuk mengetahui Perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan metode PerMen PUPR 2022 dan metode SNI 2016. 2. Untuk mengetahui	1. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan Metode PerMen PUPR 2022 sebesar Rp. 4.449.231.000,00 dan menggunakan Metode SNI 2016 sebesar Rp. 4.529.179.000,00. 2. Selisih perhitungan anggaran biaya antara Metode PerMen PUPR 2022 dengan Metode SNI 2016 sebesar Rp.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No.	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
				selisih RAB PerMen PUPR 2022 dan metode SNI 2016 beserta persentasenya. 3. Untuk mengetahui dari kedua metode mana yang lebih hemat.	79.948.000,00 dengan persentase sebesar 1,80% . 3. Metode PerMen PUPR 2022 lebih ekonomis dibandingkan Metode SNI 2016.
3.	Analisa Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Rumah Dinas POLRES Kota Tanjung Balai Dengan Menggunakan Metode SNI 2010 dan AHSP 2022	1. Muhammad Irwansyah 2. Fynnisa Z 3. Indri Pratiwi	2023	1. Untuk mengetahui Perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan metode SNI 2010 dan metode AHSP 2022. 2. Untuk mengetahui perbandingan estimasi anggaran biaya metode SNI 2010 dengan AHSP 2022 beserta persentasenya. 3. Untuk mengetahui dari kedua metode	1. Perhitungan biaya pembangunan Rumah Dinas dengan menggunakan metode SNI 2010 sebesar Rp. 650.156.0004,00, sedangkan menggunakan metode AHSP 2022 sebesar Rp. 658.637.000,00. 2. Perbandingan estimasi anggaran biaya antara metode SNI 2010 dan AHSP 2022 yakni metode AHSP lebih mahal 1,29 % dari metode SNI 2010. 3. Hasil estimasi biaya dengan metode SNI 2010 merupakan yang lebih ekonomis dibanding metode AHSP 2022.

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No.	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
				mana yang lebih ekonomis.	
4.	Analisis Perbandingan Biaya Pembangunan Rumah Konvensional 1 Lantai Tipe 40 Menggunakan AHSP 2016 dan AHSP 2022 (Studi Kasus : Rumah di Triharjo, Kabupaten Sleman)	1. Dian Nurcahyani 2. Sely Novita Sari 3. Anggi Hermawan	2023	1. Untuk mengetahui biaya pembangunan rumah dengan acuan AHSP 2016 dan menggunakan SHBJ 2020 dengan SHBJ 2022. 2. Untuk mengetahui selisih biaya pembangunan rumah dengan acuan AHSP 2016 dan menggunakan SHBJ 2020 dengan SHBJ	1. Biaya pembangunan dengan acuan AHSP 2016 dan menggunakan SHBJ 2020 adalah Rp235.524.000, sedangkan menggunakan SHBJ 2022 adalah 240.756.000. 2. Selisih biaya untuk pembangunan rumah dengan acuan AHSP 2016 dan AHSP 2022 menggunakan SHBJ 2020 sebesar Rp113.000, sedangkan selisih menggunakan SHBJ 2022 adalah sebesar Rp74.000.
5.	Studi Komparasi Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Antara Metode Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Dan Standar Nasional Indonesia (SNI)	1. Nurmansyah Alami 2. Umar Abdul Aziz 3. Dewi Margiarti	2021	1. Proyek Pekerjaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Puskesmas Grabag Kabupaten Purworejo menggunakan	1. Hasil perhitungan total rencana anggaran biaya (RAB) Proyek Pekerjaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Puskesmas Grabag Kabupaten Purworejo menggunakan metode AHSP adalah Rp 959.102.000,00 (Sembilan Ratus

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No.	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
				metode AHSP 2. Untuk mengetahui Selisih total rencana anggaran biaya bangunan menggunakan metode AHSP dan metode SNI.	Lima Puluh Sembilan Juta Seratus Dua Ribu Rupiah). Sedangkan rencana anggaran biaya (RAB) menggunakan metode SNI sebesar Rp 889.085.000,00 (Delapan Ratus Delapan Puluh Sembilan Juta Delapan Puluh Lima Ribu Rupiah). 2. Selisih total rencana anggaran biaya bangunan menggunakan metode AHSP dan metode SNI adalah Rp 70.017.000,00 (Tujuh Puluh Juta Tujuh Belas Ribu Rupiah). Dengan persentase selisih sebesar 7,3% dimana metode AHSP lebih besar dari metode SNI.
6.	Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Rencana Anggaran Pelaksanaan (Studi Kasus : Pembangunan Rumah Subsidi Prita Residen 2)	1. Verinazul Septriansyah 2. Muhammad Ismail 3. Zul Fitriana Umari 4. Bazar 5. Lega Reskita Lubis	2025	1. Proyek Pekerjaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Puskesmas Grabag Kabupaten Purworejo menggunakan metode AHSP. 2. Untuk mengetahui selisih total rencana anggaran	1. Nilai rencana anggaran biaya (RAB) dengan metode Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 pada pembangunan rumah subsidi type 36 mendapatkan nilai sebesar Rp. 137.874.758. Sedangkan metode real mendapatkan nilai sebesar Rp. 97.316.225. 2. Selisih perbandingan perhitungan antara RAB dan RAP sebesar 29,41%. Dengan ini bahwa tingkat akurasi perhitungan metode Permen

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu (lanjutan)

No.	Judul	Penulis	Tahun	Tujuan Penelitian	Hasil
				biaya bangunan menggunakan metode AHSP dan metode SNI.	PUPR Nomor 8 Tahun 2023 lebih besar dibandingkan perhitungan metode real.