

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Landasan Teori

##### 2.1.1. Estimasi Proyek

###### 2.1.1.1. Pengertian Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya merupakan tahap awal yang penting dalam suatu proyek konstruksi. Fungsinya adalah untuk memprediksi total realisasi biaya proyek konstruksi, dan hasil model estimasi tersebut berdasarkan data historis serta pengalaman seorang estimator saat melakukan estimasi proyek/pekerjaan sebelumnya. Estimasi biaya adalah kegiatan penting dalam proses konstruksi, karena memberikan jawaban atas pertanyaan seberapa besar dana yang dibutuhkan untuk menjamin keberhasilan suatu proyek konstruksi (Ervianto, 2002).

Memulai sebuah proyek konstruksi dimulai dengan tahap estimasi biaya yang akurat, yang dilakukan melalui penghitungan semua biaya atas pekerjaan yang harus dilakukan, dengan tujuan untuk mencapai total biaya yang telah ditetapkan. Estimasi biaya yang realistis sangat penting dalam hampir semua jenis kontrak konstruksi. Tahap estimasi biaya ini dilakukan sebelum memulai pekerjaan konstruksi, bahkan dimulai sebelum adanya proses tender proyek.

Dalam proses estimasi biaya, *quantity surveyor* memegang peran utama. Mereka bertanggung jawab untuk melakukan perhitungan estimasi yang akurat, serta memastikan bahwa kesuksesan arus keuangan dalam proyek. Estimasi biaya ini menentukan bagaimana klien mengambil keputusan penganggaran, juga dalam menentukan kontraktor. Oleh karena itu, surveyor yang berkualitas dengan keahlian

dalam proses dan metode untuk menentukan biaya proyek diperlukan untuk membuat perkiraan biaya proyek yang akurat (Bari, 2002). Suharto (1995) menyatakan bahwa perkiraan biaya proyek memiliki peran penting dalam implementasi proyek karena digunakan sejak tahap awal untuk menentukan jumlah dana yang diperlukan guna membangun proyek sesuai perencanaan.

Keputusan strategis yang vital harus dibuat berdasarkan estimasi biaya, seperti memutuskan apakah proyek harus dilaksanakan atau tidak, menentukan jenis bahan dan metode konstruksi yang akan digunakan, memilih jenis kontrak yang tepat, serta memilih kontraktor konstruksi yang sesuai (Wibowo dan Wuryanti, 2007). Oleh karena itu, estimasi biaya merupakan proses penting yang dimulai dengan definisi anggaran, berdasarkan persyaratan dan ketersediaan keuangan dari pemilik proyek (Jumas dkk., 2018; Jumas dkk., 2019).

Estimasi biaya adalah proses untuk menentukan kemungkinan biaya konstruksi untuk setiap proyek yang diberikan. Biaya total proyek konstruksi mencakup beberapa komponen, termasuk tenaga kerja, pasokan, mesin, asuransi, overhead, keuntungan, dan lain-lain. Analisis, kuantifikasi, dan penentuan harga setiap hal (Degostino dan Feigenbaum, 2003). Dokumen konstruksi memerlukan pertimbangan dan penelitian yang cermat karena estimasi biaya dibuat sebelum dimulainya pekerjaan. Seorang estimator atau quantity surveyor dengan kemampuan untuk menghitung biaya secara tepat dan memvisualisasikan proyek akan sangat penting untuk kesuksesan perusahaan konstruksi.

Definisi tersebut membahas dua masalah utama. Pertama, karena estimasi dianggap sebagai seni daripada ilmu pengetahuan, kesimpulan yang diambil dari

estimasi bergantung pada estimator serta sumber daya yang tersedia. Kebanyakan estimasi biaya disiapkan oleh QS atau estimator, yang menghasilkan estimasi yang berbeda karena perbedaan pengalaman, perspektif, pengetahuan, dan organisasi. Kedua, ketersediaan informasi saat menyiapkan estimasi sangat mempengaruhi keberhasilan proyek konstruksi. Hal ini diakui secara luas karena setiap proyek konstruksi memiliki faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi kesuksesannya.

Derajat implementasi proyek memiliki peran utama dalam menentukan akurasi estimasi biaya. Karena kurangnya data dan informasi yang akurat pada tahap awal proyek, estimasi biaya yang tepat tidak dapat disiapkan. Pada tahap perencanaan, data desain yang lebih lengkap dapat digunakan sebagai dasar estimasi, sehingga hasil estimasi dapat lebih akurat. *American Association of Cost Engineers* (AACE) menyatakan bahwa estimasi biaya memerlukan pemahaman akan pengendalian biaya dan profitabilitas serta pengalaman teknis dalam menggunakan konsep dan prosedur ilmiah untuk memperkirakan biaya. Lebih lanjut, AACE juga menjelaskan bahwa pengestimasian biaya ini dilakukan dengan memilih dan memilah informasi yang tersedia terkait dengan item-item dalam proyek.

Pada umumnya, dalam persaingan penawaran konstruksi yang ketat, perusahaan harus membuat estimasi biaya yang kompetitif untuk memenangkan proyek. Untuk tetap bertahan dalam bisnis, kontraktor perlu memenuhi standar minimal pada berbagai proyek tertentu dan memiliki margin keuntungan yang layak. Selain menawarkan tingkat pengembalian yang wajar, margin keuntungan

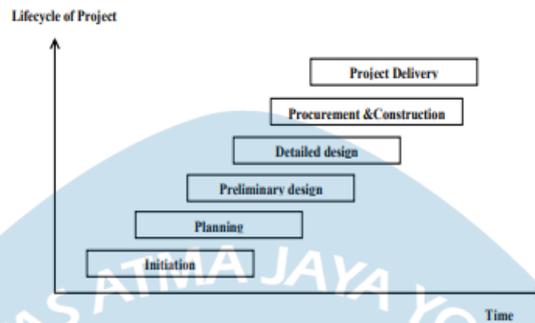
ini harus mengimbangi risiko proyek. Oleh karena itu, komponen penting dari penawaran yang sukses adalah kemampuan seorang quantity surveyor atau estimator untuk memvisualisasikan setiap tahap proyek konstruksi.

Estimasi biaya dan akuntansi keuangan memiliki kesamaan dalam menyediakan informasi keuangan yang diperlukan oleh manajemen untuk mengambil keputusan penting. Menurut Carr (1989), proses menghasilkan perkiraan untuk jumlah perkiraan bahan, waktu, dan uang yang diperlukan untuk menyelesaikan konstruksi dikenal sebagai estimasi biaya. Akintoye (2000) estimasi biaya adalah prosedur teknis atau fungsi yang digunakan untuk mengevaluasi dan memperkirakan biaya keseluruhan dari item pelaksanaan pekerjaan dalam kerangka waktu tertentu dengan menggunakan semua data proyek dan sumber daya yang tersedia. Tujuannya adalah untuk menawarkan estimasi, atau data kuantitatif, seperti yang dijelaskan oleh Carr (1989) dan Marzouk & Ahmed (2011). Oleh karena itu, estimasi biaya dan akuntansi keuangan berperan besar dalam situasi praktis yang sebenarnya.

#### **2.1.1.2. Jenis Estimasi Biaya**

Agar estimasi biaya dapat diandalkan dan akurat, perlu dipertahankan sepanjang siklus hidup proyek, sesuai dengan Yu (2006). Hal ini menyiratkan bahwa quantity surveyor (QS) sangat penting untuk estimasi biaya pada setiap tahap siklus proyek, termasuk perencanaan, dimulainya, desain rinci, pengadaan, konstruksi, dan pengiriman. Grafik yang berikut menunjukkan langkah-langkah tersebut. Oleh sebab itu, proses penilaian biaya harus dimulai dari awal—yaitu,

dengan dimulainya klien. Apakah pelanggan memutuskan untuk melanjutkan atau tidak akan menentukan tahap proyek mana setiap estimasi biaya diperlukan.



**Gambar 2 Tahapan konstruksi dalam siklus hidup proyek**

Agar perkiraan biaya akurat, perlu dipertahankan sepanjang siklus hidup proyek, sesuai dengan Yu (2006). Ini berarti bahwa quantity surveyor (QS) sangat penting untuk estimasi biaya pada setiap tahap siklus proyek, termasuk perencanaan, dimulainya, desain rinci, pengadaan, konstruksi, dan pengiriman. Tahap-tahap tersebut diilustrasikan pada Gambar 2 dan Oleh sebab itu, proses penilaian biaya harus dimulai dari awal—yaitu, dengan dimulainya klien. Apakah pelanggan memutuskan untuk melanjutkan atau tidak akan menentukan tahap proyek mana setiap estimasi biaya diperlukan

- a. *Preliminary Estimate (PE)* adalah estimasi biaya yang dilakukan pada tahap perencanaan proyek, dimana desain proyek masih dalam bentuk gagasan dan belum ada perhitungan yang spesifik mengenai metode konstruksi. Studi kelayakan menggunakan estimasi biaya ini.
- b. *Semi-detailed Estimate (SE)* adalah adalah estimasi biaya yang dibuat pada tahap rekayasa konseptual proyek, ketika desain dasar sudah selesai tetapi teknik-teknik konstruksi tertentu belum dipertimbangkan. Estimasi

biaya ini, juga dikenal sebagai estimasi anggaran, berfungsi sebagai dasar untuk persiapan keuangan pemilik proyek.

- c. *Definitive Estimate* (DE) adalah estimasi biaya yang dibuat pada tahap rekayasa rinci proyek ketika semua data dan informasi yang diperlukan untuk melaksanakan proyek sudah tersedia.

Ashworth (1995), mengklasifikan jenis estimasi biaya seperti di bawah ini:

1. *Preliminary estimation*: estimasi pertama yang digunakan sebagai dasar atau untuk memulai proyek konstruksi.
2. *Feasibility estimation*: proses memperkirakan biaya untuk memutuskan apakah akan melanjutkan atau tidak dengan proyek.
3. *Viability estimation*: seperti kelayakan, ini adalah proses untuk menentukan apakah suatu proyek dapat dilaksanakan.
4. *Authorization estimation*: estimasi biaya akhir dengan teknik konstruksi dan rincian pelaksanaan yang disertakan.
5. *Final budget estimation*: jenis analisis biaya dari anggaran proyek yang telah diusulkan.
6. *Control estimation*: estimasi biaya yang digunakan untuk melacak kemajuan proyek selama fase konstruksi.

Namun, Phaobunjong (2002) dan Dagostino & Feigenbaum (2003) membagi jenis estimasi biaya menjadi tiga kelompok, yakni:

1. *Conceptual cost estimation* (CCE)
2. *Detailed cost estimation*
3. *Definitive estimation*.

Dari tahap ide atau konsep hingga tahap desain dan konstruksi, penilaian biaya harus menjadi titik awal. Pelanggan harus selalu dimasukkan dalam proses pengambilan keputusan di setiap tingkat penilaian ini, baik mereka memilih untuk menerimanya atau tidak.

Teknik-teknik yang berbeda, seperti data historis atau perkiraan angka, akan menjadi dasar dari persiapan estimasi pertama yang disebut CCE. Estimasi pertama akan berfungsi sebagai rencana biaya awal untuk melacak evolusi desain dan semua penyesuaian yang dilakukan setelah pelanggan menerimanya. Sebagai anggota tim manajemen biaya, tanggung jawab utama QS selama fase pengembangan desain adalah sebagai berikut:

1. Memeriksa dan mendokumentasikan biaya yang terkait dengan solusi desain yang telah dikembangkan atau diperbaiki oleh insinyur.
2. Membuat estimasi perbandingan dari berbagai opsi atau solusi desain dan memberikan saran kepada insinyur.
3. Memperkirakan dan melaporkan dampak biaya dari perubahan yang dimasukkan ke dalam proyek.

Selain itu, harus ada komunikasi yang konstan antara QS dan desainer. Idealnya, keduanya bekerja sama di tempat kerja yang sama selama fase-fase penting pembuatan desain.

Tiga kategori dapat digunakan untuk merangkum tiga jenis estimasi biaya yang berbeda:

## 1. *Conceptual Cost Estimation (CCE)*

CCE memainkan peran strategis dalam perencanaan proyek karena memberikan estimasi biaya konseptual yang diperlukan untuk perencanaan anggaran. Namun, dalam fase awal proyek, informasi rinci tentang proyek masih terbatas, sehingga menyebabkan ketidakpastian dan membuat perkiraan kebutuhan harus dilakukan dalam periode waktu yang singkat. Ketidaktersediaan gambar dapat menjadi masalah saat memperkirakan biaya konseptual karena meninggalkan pemilik proyek dengan pengetahuan yang tidak memadai tentang bagaimana deskripsi proyek akan disusun. Selain itu, sulit untuk mendapatkan akurasi dalam estimasi tahap awal karena kurangnya desain yang presisi dan kenyataan bahwa data biaya tenaga kerja, material, dan peralatan seringkali tidak mencerminkan harga pasar yang paling baru. Akhirnya, biaya tak terduga dapat muncul karena ketidakpastian dalam proses konstruksi. Menurut Akintoye dan Fitzgerald (2000), estimasi biaya konseptual menjadi sulit karena faktor-faktor tersebut.

Oleh karena itu, teknik konseptual seperti *Cost Estimation Model (CEM)* telah diusulkan sebagai solusi untuk masalah ini. CEM adalah proses asumsi yang menggunakan pengetahuan atau analisis data untuk menghasilkan output kerja atau estimasi biaya. Namun, dalam menyusun jenis estimasi ini, *Quantity Surveyor* atau insinyur harus membuat asumsi yang cukup, karena dalam estimasi biaya, evaluasi subyektif dan fakta historis sangat penting (Alkas & Jrade, 2000; Kim dkk., 2012).

## 2. *Detailed Cost Estimation*

Sebagai aspek penting dari perencanaan proyek, estimasi biaya rinci menentukan jumlah dan biaya material yang diperlukan untuk menjalankan usaha tersebut. Koleksi dokumen kontrak yang komprehensif sangat penting bagi seorang Quantity Surveyor (QS) untuk melakukan jenis estimasi rinci ini. QS bertanggung jawab untuk menghitung tenaga kerja, material, peralatan, asuransi, overhead, dan keuntungan untuk menyediakan estimasi rinci. Sebelum dipatok harga, setiap item pekerjaan harus dikategorikan ke dalam bagian estimasi biaya. Namun, ketika subkontraktor terlibat dalam proyek, sebuah perjanjian yang jelas harus ada antara kontraktor utama dan subkontraktor mengenai tugas-tugas yang harus diselesaikan. Ini termasuk perjanjian mengenai penyediaan peralatan pendukung penting untuk pekerjaan di lokasi, seperti perancah dan derek.

Selain itu, nilai proyek ditentukan dengan memperhitungkan biaya-biaya yang disebutkan di atas, serta kompleksitas proyek dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Hal ini mengharuskan QS memperhitungkan semua faktor yang memengaruhi nilai proyek, termasuk modifikasi yang mungkin terjadi sepanjang fase konstruksi, saat melakukan estimasi rinci. Oleh karena itu, ketepatan dalam melakukan estimasi rinci sangat penting untuk menentukan kelayakan implementasi proyek. Dalam hal ini, QS harus mampu menyediakan estimasi biaya yang komprehensif untuk proyek dengan memperhitungkan semua faktor yang relevan.

Di bawah ini merupakan tahap yang diperlukan guna melakukan estimasi terperinci:

- a) Teliti gambar dan spesifikasi untuk memastikan bahwa semua aspek telah diperhitungkan, termasuk elemen tambahan. Jika ada ketidaksesuaian, berkonsultasilah dengan arsitek atau insinyur dan terapkan metode mereka dengan menggunakan spesifikasi yang sama.
- b) Pahami proyek dengan menganalisis gambar. Apa dimensi, bentuk, dan komposisi utamanya? Selain itu, catat tingginya dan detail lain yang relevan yang harus dipahami oleh estimator.
- c) Penyerahan penawaran didasarkan pada spesifikasi dan gambar. Teliti spesifikasi dan pastikan setiap item yang dijelaskan di dalamnya telah diverifikasi.
- d) Setelah tinjauan awal spesifikasi dan gambar, lanjutkan dengan menginspeksi lokasi konstruksi. Temuan dari kunjungan ini akan memengaruhi proposal proyek.
- e) Teliti kondisi umum dan detail tambahan.
- f) Setelah semua prosedur sebelumnya selesai, estimator dapat memulai perhitungan. Setiap objek memerlukan perhitungan yang komprehensif dan teliti. Disarankan bahwa semua item pekerjaan dihitung dengan cara yang sama dan menggunakan satuan pengukuran yang sama.
- g) Dalam melakukan pengukuran kuantitas pada dokumen, estimator dapat melakukan tugas-tugas berikut: (1) Informasikan kepada subkontraktor, pemasok material, dan perwakilan produsen mengenai

niat organisasi untuk mengajukan proposal untuk proyek dan meminta partisipasi mereka dalam proses penawaran; (2) Kumpulkan daftar semua biaya administratif yang diperlukan untuk proyek untuk mempermudah diskusi harga selanjutnya.

h) Detail mengenai persiapan tawaran termasuk dalam dokumen ringkasan. Teliti semua angka dan persyaratan sebelum mengajukan proposal estimasi.

### 3. *Definitive Estimation*

Selain estimasi konseptual dan rinci, tahap-tahap estimasi berikutnya dilakukan seiring dengan proyek semakin jelas dan informasi lebih mudah diakses. Tahap-tahap estimasi ini, yang juga disebut sebagai anggaran, alokasi, kontrol, estimasi semi-rinci, desain, dan rekayasa, bermanfaat untuk menentukan biaya proyek dengan tingkat presisi tertinggi pada saat estimasi dilakukan. Tujuan dari tahapan estimasi ini adalah untuk menentukan anggaran proyek dan mengawasi biaya proyek agar tetap terkendali.

Menilai biaya aktual suatu proyek memerlukan estimasi biaya tidak hanya selama fase pra-konstruksi, tetapi juga selama dan setelah konstruksi selesai. Estimasi definitif mengacu pada tahap estimasi biaya di mana biaya konstruksi aktual diprioritaskan daripada yang diproyeksikan. Estimasi definitif dalam hal ini adalah revisi dari estimasi rinci sebelumnya, yang memiliki beberapa tujuan, termasuk penganggaran untuk proyek dan pemantauan dan pengendalian biaya.

Berbagai perkiraan biaya pada proyek dilakukan secara berurutan dan saling bergantung, di mana estimasi biaya sebelumnya menjadi input untuk estimasi berikutnya. Dengan cara ini, estimasi biaya secara berangsur-angsur disempurnakan dengan memasukkan informasi baru yang tersedia pada setiap tahap, sehingga dalam memantau proyek, yang akan menjadi acuan adalah estimasi biaya terbaru. Seiring berjalannya proyek, tingkat detail dan informasi yang tersedia akan meningkat, sehingga keakuratan estimasi biaya juga akan mengalami kenaikan jika berpindah dari tahap konseptual ke tahap estimasi terperinci.

#### **2.1.1.3. Manfaat dan Tujuan Estimasi**

Menurut Mardana (2012), estimasi biaya proyek memiliki manfaat yang berbeda bagi setiap pihak, yaitu:

1. Estimasi digunakan oleh pemilik untuk mengevaluasi apa proyek tersebut layak atau tidak serta memperoleh gambaran ekonomis agar dapat menetapkan *cashflow* proyek.
2. Estimasi membantu perencana dalam pemilihan material dan menentukan ukuran proyek yang sesuai dengan anggaran pemilik. Sehingga memungkinkan perencana jika hendak melakukan penghematan anggaran.
3. Estimasi biaya proyek membantu kontraktor dalam menentukan nilai tender dan keuntungan yang diharapkan dari pelaksanaan proyek.
4. Bagi manajer proyek, estimasi biaya proyek menjadi parameter untuk menilai keberhasilan pelaksanaan proyek.

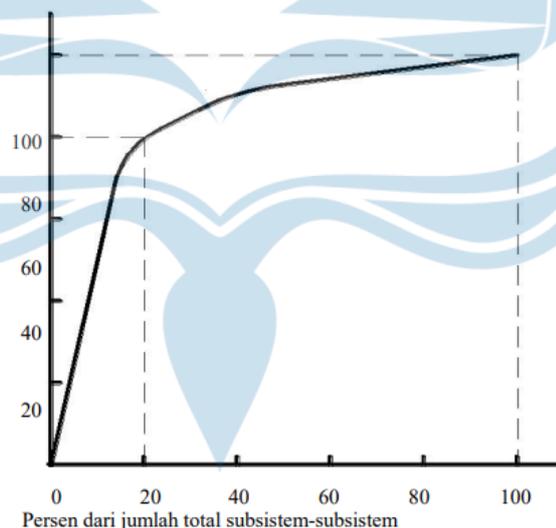
Bari (2012) mendefinisikan estimasi biaya sebagai proses menghasilkan perkiraan anggaran yang rasional; model biaya mencakup metode atau teknik quantity surveyor dalam memperkirakan atau meramalkan biaya. Model biaya menjadi dasar perhitungan perbedaan biaya sebelum dan setelah kontrak, selain berfungsi sebagai elemen dari sistem perencanaan dan pengendalian biaya (Poh dan Horner, 1995). Setiap fase pelaksanaan proyek harus mencakup prosedur estimasi biaya, dimulai dari studi kelayakan dan berlanjut melalui fase penawaran. Namun, setiap fase dari proyek memerlukan model biaya yang berbeda karena tingkat ketepatan estimasinya yang bervariasi. Tingkat ketepatan estimasi ini tergantung pada ketersediaan data. Karena keterbatasan ketersediaan data dan informasi dalam fase awal proyek, estimasi biaya mungkin tidak akurat. Seiring dengan kemajuan proses perencanaan, tingkat detail dalam data desain meningkat, yang dapat menghasilkan estimasi biaya yang lebih tepat.

### **2.1.2. Hambatan Dalam Estimasi Biaya Proyek**

Estimasi biaya dapat mengalami beberapa hambatan yang muncul akibat keterbatasan waktu. Indrawan (2011) menjabarkan beberapa hambatan yang dapat terjadi, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Terlewatnya unsur-unsur biaya penting, seperti biaya pemeriksaan dan biaya perengkayasaan, yang dapat berdampak pada akurasi estimasi biaya.
2. Kurangnya rincian pekerjaan yang memadai, sehingga tidak memperhitungkan seluruh sub sistem dan upaya yang dibutuhkan dalam proyek.

3. Kesalahan dalam melakukan menafsirkan data proyek sehingga biaya yang didapatkan menjadi terlalu rendah atau sebaliknya, terlalu tinggi.
4. Penggunaan teknik penaksiran yang tidak tepat, seperti penggunaan statistik biaya yang tidak relevan dengan proyek yang sedang dikerjakan.
5. Kegagalan untuk mengenali dan fokus pada komponen utama biaya. Menurut aturan distribusi Pareto, telah ditunjukkan melalui analisis statistik bahwa dua puluh persen dari subsistem dalam setiap proyek akan bertanggung jawab atas delapan puluh persen dari keseluruhan biaya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemungkinan mendapatkan estimasi biaya yang akurat, quantity surveyor harus memusatkan waktu dan energi mereka pada subsistem dan kategori operasi berbiaya tinggi yang disebutkan di atas.

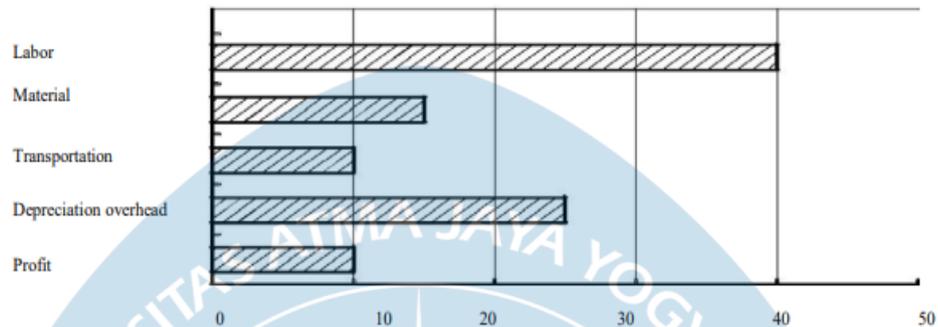


**Gambar 3 Hukum Pareto tentang Distribusi**

### **2.1.3. Prosentase Komponen Biaya Bangunan**

Gambar 4 menunjukkan bahwa biaya total proyek dalam proyek konstruksi meliputi sumber daya manusia, material dan peralatan bangunan, serta keuntungan

dan biaya tidak langsung. Semua komponen biaya ini harus dihitung dan dijumlahkan untuk mendapatkan biaya total proyek yang akurat.



**Gambar 4 Total Program Cost Distribution**

#### 1. Sumber Daya Manusia

Estimasi biaya untuk komponen sumber daya manusia yang dipekerjakan dalam proyek menjadi salah satu aspek paling kompleks yang harus dipertimbangkan. Hal ini karena, sumber daya manusia memiliki dinamika yang tinggi yang dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, termasuk di dalamnya seperti lingkungan kerja, *skill*, pengalaman kerja, tingkat persaingan, indeks biaya hidup wilayah setempat serta tingkat produktivitas. Pengukuran yang paling rumit dalam hal ini adalah menentukan tingkat produktivitas SDM karena hal itu dipengaruhi oleh lama kerja dan keterampilan individu yang berbeda dan bervariasi (Bakar, 2014).

#### 2. Material

Dalam analisis biaya konstruksi, dilakukan perhitungan untuk material perlu ditentukan volume dan biaya setiap item bangunan, baik yang termasuk pekerjaan utama ataupun penunjangnya. Cara menghitung

biaya material adalah dengan melihat dari harga satuan item yang dibeli. Harga satuan tersebut juga harus tetap memperhatikan biaya lainnya seperti biaya pengangkutan, penanganan, pengemasan, penyimpanan, dan penyusutan di gudang serta biaya lain yang terkait (Bakar, 2014).

### 3. Peralatan

Untuk memperkirakan biaya peralatan, perlu diperhatikan harga pembelian atau penyewaannya, pengiriman, perakitan, pembongkaran, dan operasional selama proses konstruksi. Dalam memutuskan penggunaan biaya penggunaan peralatan, kontraktor harus mempertimbangkan ketersediaan peralatan tersebut. Namun, meskipun peralatan tersebut tersedia, masih harus diperhatikan aspek lain dari peralatan tersebut seperti kesiapan penggunaan, kondisi peralatan baik atau tidaknya dan juga biaya pengiriman peralatan. Tidak jarang kontraktor lebih memilih untuk membeli baru atau menyewa karena dirasa lebih efisien dalam segi biaya (Bakar, 2014)

### 4. Keuntungan

Untuk mengetahui margin keuntungan yang harus dihitung adalah persentase keuntungan jika dibandingkan dengan biaya pinjaman. Biasanya untuk proyek yang lebih kecil, margin keuntungan yang diperoleh akan lebih tinggi, begitu pula sebaliknya, proyek yang lebih besar akan memperoleh margin keuntungan yang lebih rendah. Penghitungan margin ini juga harus mempertimbangkan biaya risiko dan hambatan selama proyek (Bakar, 2014).

## 5. Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung dibagi menjadi dua kategori, yaitu overhead dan biaya proyek. (1) Gaji staf tetap di lapangan dan kantor pusat; (2) biaya kantor pusat (telepon, sewa, dll.); (3) perjalanan dan penginapan; (4) biaya administrasi; (5) bunga bank; (6) biaya notaris; dan (7) peralatan kecil dan bahan habis pakai adalah contoh biaya overhead. Namun, biaya yang termasuk dalam kategori biaya proyek tidak dapat dimasukkan dalam biaya tenaga kerja, material, atau peralatan (Bakar, 2014)

### **2.1.4. Pembangunan Jalan**

#### **2.1.4.1. Pengertian Pembangunan Jalan**

Pembangunan memiliki makna yang bervariasi tergantung dari perspektif yang digunakan dan periode waktu yang dituju. Pembangunan dilaksanakan karena adanya kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi, baik itu berupa pembangunan infrastruktur seperti jembatan, jalan, bangunan ibadah, dan sarana transportasi. Pembangunan juga selalu berkaitan erat dengan aspek ekonomi. Menurut pandangan sosiologi dari Soerjono Soekanto, pembangunan diartikan sebagai suatu proses perubahan yang dilakukan secara sengaja berdasarkan rencana tertentu di semua bidang kehidupan. Tujuan utama dari proses pembangunan adalah meningkatkan kualitas hidup masyarakat, baik secara material maupun spiritual (Soekanto, 2013).

Undang-Undang No. 38 tahun 2004, menyatakan bahwa jalan sebagai prasarana untuk moda transportasi darat yang berada di permukaan tanah dengan mengecualikan jalan kabel dan jalur kereta api, yang mana di dalamnya mencakup

semua komponen yang digunakan untuk mengkonstruksi jalan tersebut. Komponen yang ikut dipertimbangkan termasuk ruang milik jalan, manfaat jalan serta pengawasan jalan.

#### **2.1.4.2. Sistem Jaringan Jalan**

Alamsyah (2001) mengemukakan bahwa sistem jaringan jalan dapat diklasifikasikan berdasarkan:

- 1) Jaringan jalan utama menghubungkan node layanan distribusi dan diatur sesuai dengan regulasi tata ruang nasional dan kerangka kerja pembangunan regional. Dalam satu wilayah pengembangan, jaringan jalan utama ini terdiri dari kota-kota tingkat satu, dua, dan tiga serta kota-kota tingkat lebih rendah hingga tingkat lahan. Tempat-tempat penting termasuk industri skala regional, bandara, pasar grosir, dan pusat perdagangan skala regional harus terhubung melalui jaringan jalan utama ini, yang berjalan tanpa putus melalui kota-kota dan menghubungkan kota-kota tingkat satu dengan wilayah pengembangan.
- 2) Jaringan jalan sekunder yakni jalan yang menghubungkan daerah residensial dengan daerah tujuan utama. Adapun fungsinya yaitu fungsi sekunder yang diatur sesuai dengan regulasi tata ruang perkotaan.

#### **2.1.4.3. Bagian-Bagian Jalan**

Jalan memiliki bagian-bagian yang disebut dengan badan jalan yang diartikan sebagai segmen yang memiliki jalur lalu lintas dan bahu baik dengan maupun tanpa pemisah. Badan jalan ini memiliki banyak komponen yang diatur

oleh RSNI T-14-2004 yakni jalur lajur, jalur kendaraan, jalur pejalan kaki, jalur hijau, jalur tepian, bahu jalan, trotoar dan median yang dijelaskan di bawah ini.

1. Jalur dan lajur

Jalur lalu-lintas pada jalan adalah area yang diperuntukkan sebagai prasarana lalu-lintas. Jalur lalu lintas ini dibatasi oleh bahu jalan, median dan trotoar. Lajur, pada sisi lain, adalah bagian dari jalur yang memanjang dan cukup lebar untuk kendaraan bermotor tunggal. Lebar jalan tergantung pada lebar bahu dan lajur jalan, biasanya berkisar antara 3 hingga 4,2 meter. Lebar lajur standar untuk jalan raya adalah 3,6 meter.

Jumlah lajur ditetapkan berdasarkan perencanaan lalu lintas dan pertimbangan lainnya. Menggunakan lebar lajur kurang dari 3,6 meter dapat meningkatkan risiko kerusakan pada bahu jalan dan pinggir perkerasan. Dalam jalan raya satu arah, kebanyakan jalan memiliki 3 lajur, tetapi bisa memiliki 4 lajur dalam situasi tertentu. Untuk mengukur lebar lajur jika dibatasi oleh garis putus-putus yakni dengan menghitung garis tengah marka jalan dari tepi hingga pembatas arah. Namun, ketika lajur dibatasi oleh garis terus, pengukuran dimulai dari tepi marka jalan masing-masing. Lebar jalur minimal adalah 4,5 meter, yang memungkinkan dua kendaraan dengan lebar maksimum 2,1 meter untuk berpapasan. Gambar 2.4 dalam RSNI T-14-2004 menunjukkan lebar lajur dan bahu jalan yang disarankan untuk setiap kelas jalan.

Kelas Jalan	Lebar lajur (m)		Lebar bahu sebelah luar (m)			
	Disarankan	Minimum	Tanpa Trotoar		Dengan Trotoar	
			Disarankan	Minimum	Disarankan	Minimum
I	3,60	3,50	2,50	2,00	1,00	0,50
II	3,60	3,00	2,50	2,00	0,50	0,25
IIIA	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
IIIB	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
IIIC	3,60	*	1,50	0,50	0,50	0,25

Sumber : RSNI T-14-2004

### Gambar 5 Lebar Lajur dan Bahu Jalan

Jalur lalu lintas harus memiliki bagian miring yang melintang datar untuk memberikan ruang untuk aliran air, kemiringan tersebut ditentukan oleh RSNI T-14-2004. Pada umumnya, kemiringan yang normal pada perkerasan aspal adalah sebesar 2-3%. Sedangkan jika jalannya memiliki dua lajur maka derajat kemiringannya ditambah sebesar 1%. Tingkat kemiringan ini berbeda-beda dan harus disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

#### 2. Jalur kendaraan

Jalur kendaraan merupakan jalan yang diperuntukkan khusus untuk kendaraan bermotor.

#### 3. Jalur hijau

Sesuai dengan namanya, jalur hijau khusus digunakan untuk memberikan ruang bagi tanaman seperti pohon, perdu, atau rumput. Jalur hijau ini biasanya ditempatkan sejajar dengan trotoar, jalur sepeda, bahu jalan, atau median jalan.

4. Jalur tepian

Pada setiap jalan terdapat jalan tepian yakni bagian jalan yang sengaja ditinggikan atau diberikan ruang kosong, ini bertujuan untuk memberikan ruang bebas untuk kendaraan.

5. Bahu jalan

Bahu jalan berada di sebelah perkerasan jalan fungsinya yakni digunakan untuk memberikan tempat bagi kendaraan yang berhenti dalam kondisi darurat. Peran bahu jalan sangat penting karena juga digunakan untuk menyokong lateral pada pondasi permukaan jalan, sehingga perancangannya tepat dan kuat agar dapat menahan beban kendaraan tapi tidak mengakibatkan kerusakan pada alur dan tidak menyebabkan distorsi berlebihan. RSNI T-14-2004 mengatur bahwa ketinggian permukaan harus sejajar dengan perkerasan jalan dengan kemiringan melintang sebesar sebesar 3-5%.

6. Kereb

Kereb adalah elemen pembatas yang dipasang di tepi jalan. Fungsi kereb adalah sebagai pembatas untuk melindungi agar kendaraan tidak keluar jalur serta melindungi pejalan kaki, kereb juga bisa menambahkan poin estetika jalan. Selain itu, kereb juga dapat digunakan sebagai bagian dari sistem drainase.

7. Trotoar

Trotoar diperuntukkan sebagai jalur khusus untuk pejalan kaki. Rancangan trotoar, dibuat lebih tinggi darip perkerasan jalan dan tetap sejajar dengan sumbu jalan.

8. Median

Median adalah bagian jalan yang berada di tengah jalan yang berbentuk memanjang sepanjang jalan. Fungsi dari median adalah pemisah arus yang berlawanan. Jalan ini tidak bisa dilalui kendaraan. Median yang ditinggikan dapat digunakan sebagai jalur tepian.

#### 2.1.4.4. Jenis Pengerasan

Pembangunan jalan umumnya melibatkan melewati medan yang curam dan berkelok-kelok dengan panjang jalan yang sangat besar, mulai dari beberapa kilometer hingga ratusan kilometer, di antara kesulitan lainnya. Untuk mengurangi biaya konstruksi, gaya konstruksi perkerasan yang dipilih harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari setiap tempat atau daerah di mana jalan akan dibangun.

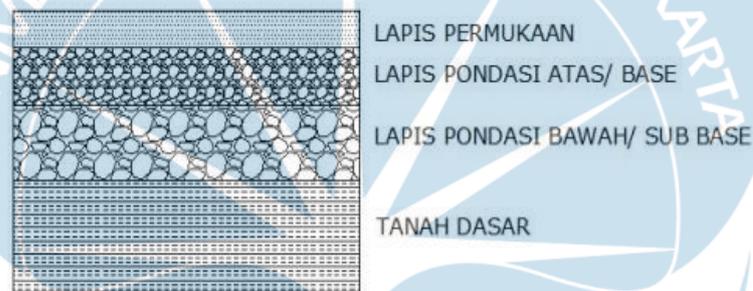
Menurut Sukirman (1999), ada tiga kategori konstruksi jalan berdasarkan bahan pengikat yang digunakan:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Perkerasan aspal yang juga dikenal sebagai konstruksi perkerasan fleksibel, adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat antara berbagai material yang membentuk jalan. Lapisan perkerasan ini dirancang untuk menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas ke lapisan pondasi, yang merupakan dasar dari perkerasan. Ada

beberapa lapisan yang membentuk perkerasan fleksibel. Lapisan-lapisan ini termasuk lapisan subgrade, lapisan subbase course, lapisan base course, dan lapisan surface course. Untuk memenuhi kebutuhan konstruksi perkerasan fleksibel, susunan lapisan-lapisan ini telah diciptakan dalam pola yang optimal.

Seperti yang terlihat pada Gambar 6, struktur yang membentuk perkerasan jalan standar terdiri dari tiga lapisan yang ditempatkan di atas subgrade.



**Gambar 6 Susunan perkerasan lentur.**  
**Sumber : Bina Marga No.03/MN/B/1983**

a. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan teratas dari perkerasan fleksibel disebut lapisan permukaan, dan terletak di atas konstruksi trotoar. Selain itu, ada dua lapisan yang membentuk lapisan permukaan. Lapisan-lapisan ini adalah lapisan aus (*wearing course*) dan lapisan binder. Baik lapisan aus maupun lapisan binder terdiri dari campuran aspal, tetapi kualitas campuran yang digunakan dalam lapisan aus lebih unggul daripada yang digunakan dalam lapisan binder. Ini adalah perbedaan utama antara kedua jenis lapisan. Pada perkerasan tipis, lapisan aspal

memiliki kualitas yang memastikan bahwa lapisan tersebut kuat dan tahan terhadap air.

Lapisan permukaan perkerasan memiliki beberapa fungsi. Fungsi-fungsi ini termasuk ketahanan terhadap gaya lateral yang disebabkan oleh beban kendaraan yang lewat, perlindungan jalan dari kerusakan yang disebabkan oleh cuaca, berfungsi sebagai lapisan aus, dan mendistribusikan beban ke lapisan-lapisan di bawahnya yang memiliki kapasitas dukung yang lebih rendah. Secara umum, bahan yang digunakan untuk lapisan permukaan sama dengan yang digunakan untuk lapisan dasar; namun, standar untuk lapisan permukaan lebih ketat. Bahan aspal diperlukan untuk lapisan permukaan agar tahan air dan memberikan dukungan tegangan tarik untuk memperkuat kapasitas dukung lapisan terhadap beban roda. Hal ini dicapai melalui penggunaan bahan aspal. Saat memilih bahan untuk lapisan permukaan, penting untuk mempertimbangkan kegunaannya, umur yang diinginkan, dan tahapan konstruksi untuk mengoptimalkan manfaat yang dihasilkan dari biaya yang dikeluarkan.

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Pada perkerasan jalan, di antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah terdapat lapisan pondasi atas yang memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- 1) Menyebar beban kendaraan yang melintas dengan lapisan lain di bawahnya sehingga jalan dapat menopang beban kendaraan secara melintang.
- 2) Berfungsi sebagai lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- 3) Lapisan pondasi atas juga berfungsi sebagai bantalan dari lapisan permukaan. Untuk lapisan ini, bahan material harus dipilih dengan seksama agar dapat mengoptimalkan manfaat dan biaya yang dikeluarkan. Selain itu, pemilihan material juga harus mempertimbangkan dengan baik terkait dengan umur rencana, penggunaan, serta tahapan konstruksi.

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Sementara lapisan subgrade berada di antara lapisan fondasi atas dan lapisan fondasi bawah, lapisan fondasi bawah merupakan komponen paling penting dari konstruksi perkerasan. Berikut ini adalah beberapa fungsi penting dari lapisan pondasi bawah:

- 1) Menyebar beban roda dari kendaraan ke tanah dasar dengan merata.
- 2) Mengoptimalkan penggunaan bahan dengan mengurangi ketebalan lapisan di atasnya untuk menghemat biaya.
- 3) Berfungsi sebagai lapisan peresapan untuk menghindari akumulasi air di bawah perkerasan.

- 4) Menjadi lapisan awal dari struktur perkerasan untuk memastikan kelancaran seluruh proyek konstruksi.
- 5) Berperan sebagai penghalang untuk menghindari partikel-partikel kecil dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

d. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah isi, tanah alami, atau tanah yang telah digali adalah komponen-komponen yang ditempatkan di lapisan subgrade, yang merupakan lokasi di mana komponen-komponen perkerasan ditempatkan. Sifat dan daya dukung tanah subgrade memiliki dampak signifikan pada kekuatan dan umur konstruksi perkerasan jalan dan oleh karena itu sangat penting. Namun, ada beberapa masalah yang umumnya terkait dengan tanah dasar, yaitu :

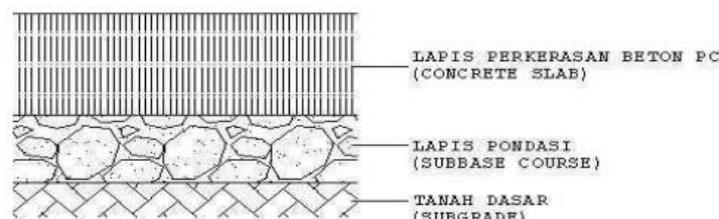
- a. Akibat beban lalu lintas, jenis tanah tertentu mengalami deformasi permanen.
- b. Sifat-sifat ekspansi dan penyusutan yang ada pada jenis tanah tertentu akibat variasi kadar kelembaban dalam tanah.
- c. Daya dukung tanah subgrade yang tidak merata, sulit untuk dihitung secara tepat di lokasi dan jenis tanah yang berbeda, atau karena pelaksanaan tanah subgrade.
- d. Deformasi permanen dapat disebabkan oleh variasi penurunan yang terjadi akibat adanya lapisan tanah lunak di bawah subgrade.

Terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi oleh tanah dasar (*sub grade*), yaitu:

- a. Dibutuhkan agar kepadatan lapangan tidak kurang dari 95% dari kepadatan kering maksimum, dan harus setidaknya 100% dari kepadatan kering maksimum untuk 30 sentimeter teratas langsung di bawah lapis perkerasan.
- b. Dalam kasus timbunan tanah dasar, ruang udara yang tersisa setelah proses pemadatan tidak boleh melebihi 10%, sementara dalam kasus lapisan 60 cm paling atas, tidak boleh melebihi 5%.
- c. Proses pemadatan harus dilakukan ketika kadar air tanah berada dalam kisaran kurang dari tiga persen hingga lebih dari satu persen dari kadar air optimal. T99 dari AASHTO.

## 2. Kontruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Salah satu jenis perkerasan dikenal sebagai perkerasan kaku, dan itu dibedakan oleh penggunaan semen sebagai bahan pengikat antara komponennya. Seperti yang terlihat pada Gambar 7, metode konstruksi ini melibatkan penempatan pelat beton pada subgrade, dengan atau tanpa lapisan subbase. Pelat bisa diperkuat atau tidak, tergantung pada jenis struktur. Setelah itu, beban lalu lintas ditransfer ke pelat beton. Meskipun struktur ini tidak digunakan sangat sering karena biaya yang relatif mahal, sering digunakan dalam proyek flyover.



**Gambar 7 Lapis Rigid Pavement**  
**Sumber: Bina Marga No.03/MN/B/1983**

Setelah beton dituangkan ke perkerasan kaku atau perkerasan kaku, beton akan segera mengeras, dan pembangunan beton tidak dapat dilanjutkan. Karena itu, perkerasan tersebut mengandung sendi yang terbuat dari beton atau sendi. Karena pelat beton juga akan bertanggung jawab untuk menahan beban roda dalam bentuk perkerasan ini, kualitas beton membantu menentukan kualitas perkerasan kaku.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*).

Salah satu konfigurasi yang mungkin untuk kombinasi perkerasan kaku dengan perkerasan fleksibel adalah pembentukan perkerasan fleksibel di atas perkerasan kaku. Perkerasan komposit adalah campuran struktur perkerasan kaku dengan lapisan perkerasan fleksibel di atasnya. Dalam bentuk perkerasan ini, kedua jenis perkerasan bekerja sama untuk menahan tekanan yang diberikan oleh kendaraan bermotor. Untuk melakukan hal ini, harus ada persyaratan bahwa ketebalan perkerasan aspal harus cukup agar tidak terjadi retak reflektif dari perkerasan beton yang berada di bawahnya.

Tabel berikut memberikan gambaran tentang beda perkerasan kaku dan fleksibel:

**Tabel 1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku**

No	Item Perbedaan	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul Rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan

No	Item Perbedaan	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
4	Perubahan temperature	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

### **2.1.5. Cost Significant Model**

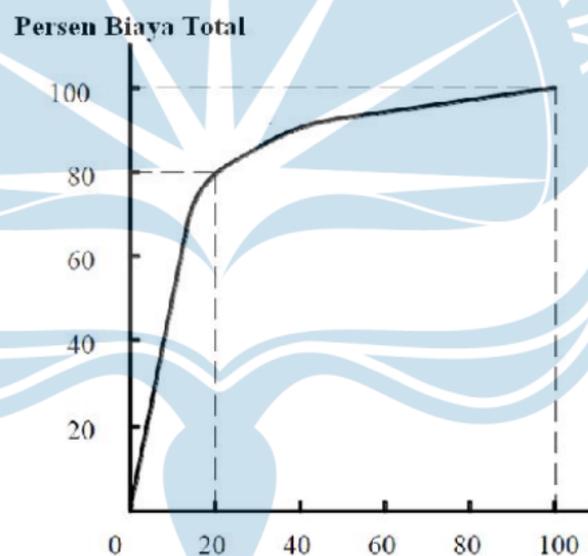
#### **2.1.5.1. Pengertian Cost Significant Model**

Menurut (Firmansyah dkk., 2018) *Cost Significant Model* merupakan metode untuk memperkirakan biaya konstruksi. Metode ini menggunakan beberapa komponen konstruksi bangunan atau konstruksi lainnya sebagai indikator. Komponen tersebut diperlukan untuk memperkirakan biaya yang diperlukan dalam proyek. Seperti yang dinyatakan oleh Poh dan Horner (1995), Model Signifikan Biaya didasarkan pada fakta yang telah tercatat dengan baik, yang menyatakan bahwa delapan puluh persen dari total biaya proyek terkandung dalam dua puluh persen item pekerjaan termahal. Ketika datang ke inisiatif yang memiliki fitur serupa, biaya item yang signifikan biasanya sama. Dengan menggunakan berbagai metode, hal-hal yang signifikan dalam biaya dapat dikelompokkan menjadi jumlah item pekerjaan yang signifikan dalam biaya yang sama. Hal ini dapat dilakukan untuk memprediksi perkiraan biaya secara tepat yakni sebesar 80%. Dengan menggunakan cost significant model, perkiraan biaya yang dihasilkan lebih akurat, tingkat akurasi tersebut juga dapat ditingkat jika penafsiran data diperbaiki (Kuhartini, 2002).

#### **2.1.5.2. Kelebihan Cost Significant Model**

Dengan menggunakan *Cost Significant Model*, estimasi biaya dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Ini

adalah salah satu keuntungan menggunakan model ini. Statistik dan informasi yang menjadi dasar *Cost Significant Model* adalah sebagai berikut: dua puluh persen item pekerjaan yang paling mahal menyumbang delapan puluh persen dari total biaya proyek. Ini adalah konsep yang biasanya disebut sebagai Prinsip Pareto atau aturan 80/20. Dalam penjelasannya tentang Prinsip Pareto, Victor G. Hajek (1994) menyatakan bahwa prinsip tersebut menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, sekitar dua puluh persen dari penyebabnya bertanggung jawab atas delapan puluh persen dari hasilnya. Ilustrasi dari Prinsip Pareto dapat dilihat dalam Gambar 8, yang merupakan representasi grafis.



**Gambar 8 Diagram Prinsip Pareto Dasar *Cost Significant Model***

Jika mengandalkan data dari proyek-proyek yang memiliki karakteristik yang mirip dengan proyek saat ini, dimungkinkan untuk memiliki item biaya kunci yang sama. Metode ini cukup umum digunakan dengan cara mengalikan harga total dari harga item-item inti dari proyek. Terdapat variasi dalam elemen-elemen ini berdasarkan kategori dan studi data historis. Kelebihan menggunakan *cost significant model*, yakni biaya proyek dapat diantisipasi secara langsung, lebih cepat,

lebih mudah, dan lebih akurat. Ketika suatu proyek masih dalam tahap awalnya, seperti saat memikirkan konsep, melakukan studi kelayakan, atau merancang proyek dalam tahap awalnya, pendekatan ini dapat digunakan.

Menurut (Wulandari dkk., 2019) *Cost Significant Model* efektif digunakan untuk estimasi biaya konstruksi di Asia Tenggara karena proses tender di negara ASEAN terlalu dipengaruhi oleh budaya local dan didasarkan pada kepercayaan antara pelanggan (*Client*) dengan kontraktor sehingga dalam proses estimasi tidak terlalu membutuhkan perhitungan yang detail. Kontraktor mengidentifikasi dan menggambarkan secara kasar kebutuhan proyek dan melakukan negosiasi harga. Selain itu, (Poh & Horner, 1995; Wulandari dkk., 2019) juga menyatakan bahwa *Cost Significant Model* efektif digunakan dalam estimasi biaya konstruksi karena *Cost Significant Model* dapat mengestimasi 80% dari total nilai proyek dengan tepat sehingga dianggap lebih dapat mencerminkan pelaksanaan lapangan dan dapat dijadikan sebagai pertimbangan pada proyek lainnya dikarenakan untuk proyek yang memiliki karakteristik serupa, item mahal yang digunakan diperkirakan akan sama.

### **2.1.5.3. Tahapan *Cost Significant Model***

Menurut Poh dan Horner (1995), estimasi biaya pekerjaan dapat disusun dengan mengandalkan hasil yang telah tercatat dengan baik dan berasal dari delapan puluh persen dari total biaya proyek. Dua puluh persen dari hal-hal dalam proyek yang memiliki pengeluaran terbesar atau paling signifikan dibandingkan dengan total biaya proyek. Ada kemungkinan bahwa komponen biaya besar ini akan mencerminkan jumlah yang sesuai dari total anggaran, yang sering kali melebihi 80

persen. Dalam kebanyakan kasus, total biaya proyek dapat ditentukan dengan mengalikan total biaya paket biaya signifikan dengan faktor yang tepat, yang seringkali berada di sekitar 1,25. Kategorisasi dan studi data historis keduanya mempengaruhi besarnya nilai-nilai ini. Melalui penggunaan *Cost Significant Model*, adalah mungkin untuk menyempurnakan estimasi biaya sebesar 5% dan perhitungan akhir sebesar 1%. Dapat ditingkatkan atau dikurangi akurasi dengan melakukan perbaikan pada model dan berdasarkan data yang disediakan.

Teknik ini, yang dikenal sebagai *Cost Significant Model*, didasarkan pada pemeriksaan data dari proyek-proyek sebelumnya dan terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Mengecualikan dari pertimbangan setiap bagian pekerjaan yang kadang-kadang memiliki jumlah yang besar tetapi tidak mencakup seluruh pekerjaan.
2. Mengklasifikasikan item pekerjaan yang termasuk dalam unit pengukuran yang sama, memiliki biaya unit yang tidak jauh berbeda satu sama lain, atau dapat digunakan untuk menggambarkan aktivitas pekerjaan lapangan.
3. Menentukan pengaruh dari nilai waktu uang terhadap penetapan harga item pekerjaan dengan memperhitungkan persentase inflasi.

*Time value* masa depan dapat dihitung karena penurunan nilai uang akibat faktor inflasi setiap tahun di area terkait. Perhitungan menggunakan *Future Value Factor* (FVF) dapat ditunjukkan dengan rumus berikut (Ostwald, 2001):

$$F = P(1 + i)^2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

F = nilai harga pada tahun proyeksi yang ditentukan;

P = harga sebelum proyeksi;

i = faktor inflasi di area penelitian;

n = tahun proyeksi.

4. Item dengan biaya signifikan perlu diidentifikasi secara optimal. Item signifikan ini didefinisikan sebagai item-item dengan biaya paling tinggi yang menyumbangkan 80% dari total biaya proyek. Dapat diperoleh item biaya signifikan dengan menghitung perbandingan antara item dari variabel independent dibandingkan (biaya tugas) dengan item variabel dependen (biaya pekerjaan). Persentase item paling tinggi yang sama dengan atau lebih dari 80% dari total biaya merupakan faktor paling penting dalam menentukan item biaya mana yang dianggap signifikan.

5. Menentukan Rata-rata Faktor Model Biaya (*Cost model factor/ CMF*)  
Caranya adalah dengan nilai proyek yang diestimasi dengan nilai proyek yang terealisasi.

Koefisien model biaya dihasilkan dengan membandingkan perbedaan antara estimasi biaya yang dibuat oleh model regresi dan biaya sebenarnya dari proyek. Untuk mendapatkan estimasi biaya dari model regresi, Anda harus pertama-tama memasukkan elemen biaya utama ke dalam model yang telah dihasilkan. Ini ditunjukkan oleh persamaan yang disajikan di bawah ini:

$$CMF = M' x CSI / Y \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

CMF = Nilai *Cost Model Factor*

M' = Nilai pemodelan yang didapatkan dari analisis regresi linier

CSI = Nilai *Cost Significant Item* yang berpengaruh secara signifikan dalam suatu proyek konstruksi

Y = Biaya total proyek konstruksi

6. Untuk menghitung perkiraan biaya proyek menggunakan Model Signifikan Biaya, diestimasi dari model dengan CMF rata-rata. Untuk menghasilkan estimasi melalui penggunaan CSM, pertama-tama memasukkan nilai CSI ke dalam model regresi kemudian membagi nilai tersebut dengan CMF rata-rata yang berasal dari sejumlah set data yang berbeda. Perhitungan untuk Model Signifikan Biaya dapat ditampilkan dalam persamaan yang disajikan di bawah ini:

$$CSM = M' \times CSI / CMF \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

CSM = Nilai *Cost Significant Model*

M' = Nilai pemodelan yang didapatkan dari analisis regresi linier

CSI = Nilai *Cost Significant Item* yang paling mempengaruhi dalam pekerjaan/proyek konstruksi

CMF = Nilai rerata *Cost Model Factor*

7. Membuat model biaya dari *cost significant items*.

Untuk mendapatkan Nilai Rencana Perkiraan atau estimasi biaya proyek Model Biaya Signifikan, langkahnya adalah dengan mengalikan hasil model regresi linear berganda dengan batu bata dan kemudian membaginya dengan CMF rata-rata, sesuai persamaan berikut:

$$Ev = \frac{(Mb \times V_{pb})}{CMF \text{ Rata-Rata}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Ev = Nilai Rencana Perkiraan (estimasi biaya proyek Model Biaya Signifikan);

Mb = Produk model biaya dari model regresi linear berganda;

Vpb = Volume parameter yang ditinjau;

CMF rata-rata = Nilai CMF rata-rata.

8. Akurasi model ditentukan dengan membagi selisih antara harga yang diproyeksikan dan harga yang sebenarnya dengan harga yang sebenarnya. Ini menghasilkan persentase untuk mewakili akurasi model.

$$\text{Akurasi} = \left( \frac{Ev - Av}{Av} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

Ev = harga prediksi (*Estimated bill value*)

Av = harga sebenarnya (*Actual bill value*)

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Subbab penelitian terdahulu ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang kajian-kajian yang telah dilakukan sebelumnya dalam bidang yang relevan. Dalam sub bab ini, peneliti mengumpulkan dan menganalisis penelitian terdahulu

yang berkaitan dengan topik penelitian yang sedang diteliti. Berikut ini adalah dua kalimat pembuka untuk Tinjauan Penelitian Terdahulu:

**Tabel 2 Penelitian Terdahulu**

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan dan Analisis	Hasil penelitian
1.	Yuliana, C., Ulimaz, A. Z., & Kertadipura, R. H. (2020).	Estimasi Biaya Dengan Menggunakan <i>Cost Significant Model</i> Pada Pekerjaan Pemeliharaan Jalan Di Kota Banjarbaru.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yuliana dkk (2020) ini menggunakan <i>cost significant model</i> untuk memperkirakan dan mengetahui komponen apa saja yang mempengaruhi total biaya proyek, serta mengetahui tingkat akurasi model tersebut dalam memprediksi biaya proyek.</li> <li>- Aplikasi yang digunakan adalah SPSS 20.0. Model estimasi yang didapatkan yaitu <math>Y = 1,042(X7) + 0,763(X6) + 551633,980</math>, dengan CMF sebesar 1,11.</li> </ul>	Tingkat keakuratan model estimasi dengan nilai akurasi minimal - 21,65 % dan maksimal 37,84 % yang tersebar di beberapa kelas dan dapat diasumsikan bahwa secara umum tingkat keakuratan estimasi <i>Cost Significant Model</i> berada di kelas 1 Klasifikasi AACE Internasional yang memiliki batas bawah - 3% sampai -10% dan batas atas 3% sampai 15%. Sehingga model estimasi layak digunakan untuk periksa perkiraan maupun penawaran/tender.
2.	Bakar, A. (2014).	Estimasi Biaya Dengan Menggunakan <i>Cost Significant Model</i> Pada Pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk mencapai tujuan studi ini, komponen-komponen pekerjaan yang memiliki</li> </ul>	Temuan dari penelitian mengungkapkan bahwa biaya pembangunan jembatan rangka baja dipengaruhi secara signifikan oleh pengadaan bangunan dan

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan dan Analisis	Hasil penelitian
		Jembatan Rangka Baja Di Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan Provinsi Jawa Timur.	dampak besar pada total biaya proyek akan diidentifikasi, sebuah model estimasi biaya proyek akan dikembangkan dengan menggunakan pendekatan "Cost significant model," dan kebenaran model tersebut akan dievaluasi. Analisis dilakukan dengan bantuan SPSS 20.0. Dengan koefisien determinasi sebesar 1,11, persamaan untuk model estimasi yang dihasilkan adalah $Y = 1,042 (X7) + 0,763 (X6) + 551633,980$ .	instalasi tinggi, pekerjaan penguatan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan beton. Semua faktor ini termasuk dalam proses konstruksi. Diperkirakan bahwa operasi-operasi ini bertanggung jawab atas 85,39 persen dari total biaya pembangunan jembatan, sedangkan 14,61% sisanya ditentukan oleh variabel-variabel lain. Persamaan berikut adalah representasi dari model estimasi biaya yang digunakan untuk pembangunan Jembatan Penyeberangan Jawa Timur Selatan menurut "Model Signifikan Biaya": $y = 75.709.920,922 + 0,709 X7 + 0,573 X5 + 0,917 X3$ . Akurasi model estimasi biaya pembangunan jembatan yang menggunakan pendekatan "Model Signifikan Biaya" bervariasi dari -3,47% hingga +27,26%, dengan rata-rata +1,17%, menunjukkan bahwa ada rentang nilai yang mungkin.
3.	Nurpa'i, I., Susanto, D. A., & Nugroho, N. S. (2020).	Estimasi Biaya Menggunakan Metode <i>Cost Significant</i>	- Tujuan penelitian ini adalah untuk Menemukan model estimasi	Hasil penelitian ini menunjukkan komponen pekerjaan Perkerasan bebutir dan D.Perkerasan aspal berpengaruh

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan dan Analisis	Hasil penelitian
		<i>Model</i> Pada Pembangunan Peningkatan Jalan.	biaya pembangunan jembatan rangka baja dengan metode “ <i>Cost Significant Model.</i> ” - Analisis data yang dimaksud dalam penelitian ini adalah analisis regresi linear berganda menggunakan Aplikasi komputer. Analisis regresi bertujuan mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas.	signifikan terhadap total biaya Pembangunan Peningkatan Jalan di Kabupaten Sukabumi dengan nilai sebesar 84,70% sedangkan sisanya sebesar 15,30% dipengaruhi oleh pekerjaan lainnya. Didapatkan model estimasi biaya pembangunan peningkatan jalan adalah $Y = 202258072,776 + 1495143,128 (X3) + 588811,776 (X4)$ . Dan selisih biaya menggunakan model berkisar Rp. - 34 732 491,22 sampai dengan Rp. 13 970 802,80 atau - 8,30% sampai dengan - 3,79% dengan rata-rata error -1,06%
4.	Tahapari, Y., Nugroho, A. S. B., & Suparna, L. B. (2021).	Model Estimasi Biaya Dengan <i>Cost Significant Model</i> Dan <i>Artificial Neural Network</i> Proyek Peningkatan Jalan Aspal Di Yogyakarta.	- Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan model estimasi biaya berdasarkan metode <i>Cost Significant Model</i> (CSM) dan <i>Artificial Neural network</i> (ANN) dengan dua pendekatan pemodelan,	Hasil analisis menunjukkan bahwa model ANN-2 memberikan tingkat validasi terbaik dibandingkan dengan model ANN-1 ataupun model CSM. Nilai <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) pada model ANN-1 dengan skema jaringan 3-8-1 mendapatkan nilai sebesar 12,687% sedangkan ANN Model-2

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan dan Analisis	Hasil penelitian
			ANN-1 dan ANN-2. - Analisis <i>time value of money</i> dilakukan untuk melakukan penyeragaman nilai biaya pekerjaan pada proyeksi tahun anggaran yang sama. Identifikasi variabel <i>Cost Significant Item</i> (CSI) dilakukan berdasarkan 80% nilai signifikansi bobot kumulatif pekerjaan divisi dan sub-sub pekerjaan yang terdapat pada divisi.	dengan skema jaringan 10-15-1 adalah sebesar 8,132% sementara nilai MAPE Model CSM menghasilkan nilai sebesar 14,757%.
5.	Khamistan, K. (2019).	Analisis Estimasi Biaya Dengan Metode <i>Cost Significant Model</i> Sebagai Dasar Perhitungan Konstruksi Jembatan Beton Bertulang Di Kabupaten Aceh Tamiang.	- Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan model estimasi biaya pada pembangunan jembatan beton bertulang terhadap biaya actual proyek. - Metode estimasi yang digunakan adalah <i>Cost Significant</i>	Dengan hasil yang didapatkan berupa persamaan model estimasi yaitu $Y = -19.832.201,418 + 1,948X1 + 0,889X2 + 4,274X3$ , dengan <i>Cost Model Factor</i> sebesar 0,9844. Tingkat keakuratan hasil estimasi berkisar antara -3,37% sampai +1,69%. Dilihat dari persentase keakuratan hasil estimasi tersebut, AACE International menunjukkan model ini dapat digunakan untuk

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan dan Analisis	Hasil penelitian
			<p><i>Model</i>, model ini menggunakan biaya pekerjaan yang secara signifikan berpengaruh terhadap biaya total proyek. Dalam penelitian ini analisis data yang digunakan adalah regresi berganda dengan bantuan program SPSS, yaitu pengujian Koefisien korelasi (R), Koefisien determinasi, Uji ANOVA atau uji F dan Uji t.</p>	<p>pengecekan perkiraan penawaran.</p>

Berdasarkan penelusuran literatur, tidak ada penelitian yang telah melihat bagaimana Model Signifikan Biaya diterapkan pada proyek konstruksi jalan baru di Daerah Istimewa Yogyakarta. Namun, model ini telah secara eksplisit dibahas dalam beberapa penelitian sebelumnya. Ambil contoh makalah "Estimasi Biaya Menggunakan Model Signifikan Biaya dalam Proyek Pemeliharaan Jalan di Kota Banjarbaru," karya Yuliana dkk. (2020). Tujuan studi ini adalah untuk menentukan elemen-elemen pekerjaan mana yang secara signifikan memengaruhi biaya keseluruhan proyek, membuat model estimasi biaya proyek menggunakan

pendekatan Model Signifikan Biaya, dan mengevaluasi akurasi model tersebut. Persamaan model yang diestimasi yang diperoleh menggunakan aplikasi SPSS 20.0 adalah sebagai berikut: Dengan nilai CMF sebesar 1,11,  $Y = 1.042 (X7) + 0,763 (X6) + 551.633.980$ . Diklasifikasikan sebagai kelas 1 dalam Klasifikasi Internasional AACE, dengan batas bawah -3% hingga -10% dan batas atas 3% hingga 15%, hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi model estimasi berjalan dari -21,65% hingga 37,84%. Sebagai hasilnya, perkiraan dan lelang/tender dapat kedua-duanya mendapatkan manfaat dari penerapan model estimasi ini. Fokus objek penelitian inilah yang paling membedakan penelitian ini dari penelitian sebelumnya. Sementara penelitian ini lebih fokus pada proyek jalan baru di Daerah Istimewa Yogyakarta, penelitian ini terutama berkaitan dengan pemeliharaan jalan di Kota Banjarbaru.

*Kedua*, model estimasi biaya untuk konstruksi jembatan rangka baja menggunakan metode "Model Signifikan Biaya" dalam Proyek Jalan Lintas Selatan Provinsi Jawa Timur berhasil dikembangkan oleh Bakar (2014) dalam sebuah studi berjudul "Estimasi Biaya Menggunakan Model Signifikan Biaya dalam Proyek Konstruksi Jembatan Rangka Baja di Provinsi Jawa Timur". Menurut penelitian ini, biaya konstruksi jembatan rangka baja diketahui sangat dipengaruhi oleh pembelian dan pemasangan bangunan atas, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, pekerjaan tulangan, dan pekerjaan beton, yang masing-masing menyumbang 85,39% dari total biaya konstruksi jembatan. Model "Model Signifikan Biaya" ini menghasilkan model estimasi biaya berikut untuk konstruksi jembatan:  $y = 75.709.920,922 + 0,709 X7 + 0,573 X5 + 0,917 X3$ . Dengan rata-rata +1,17%, akurasi model estimasi

biaya konstruksi jembatan yang menggunakan metode ini berkisar dari -3,47% hingga +27,26%. Perbedaan utama antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya adalah konsentrasi objek penelitian, dengan penelitian sebelumnya lebih fokus pada proyek jalan baru di Daerah Istimewa Yogyakarta dan penelitian ini lebih fokus pada Proyek Jalan Lintas Selatan di Provinsi Jawa Timur.

*Ketiga*, sebuah penelitian oleh Nurpa'i dkk. (2020) berjudul "Estimasi Biaya Menggunakan Metode Model Signifikan Biaya dalam Proyek Peningkatan Jalan" menjelaskan bagaimana metode "Model Signifikan Biaya" digunakan secara efektif untuk membangun model estimasi biaya dalam proyek peningkatan jalan. Dengan menggunakan program komputer, analisis regresi linear berganda digunakan untuk menganalisis data. Berdasarkan temuan studi ini, diketahui bahwa, pada 84,70% dari total biaya proyek pengembangan jalan di Kabupaten Sukabumi, komponen-komponen pekerjaan untuk aspal dan perkerasan granular memiliki dampak besar; sisa bagian ditentukan oleh elemen-elemen lain. Untuk proyek peningkatan jalan, model estimasi biaya yang ditemukan adalah  $Y = 202.258.072,776 + 1.495.143,128 (X3) + 588.811,776 (X4)$ . Dengan kesalahan rata-rata -1,06%, perbedaan biaya menggunakan model estimasi berkisar antara -34.732.491,22 dan 13.970.802,80 rupiah, atau antara -8,30% dan -3,79%. Fokus objek penelitian adalah perbedaan utama antara studi ini dan penelitian sebelumnya; yang pertama lebih fokus pada proyek peningkatan jalan secara umum, sementara yang terakhir lebih fokus pada proyek jalan yang baru selesai di Daerah Istimewa Yogyakarta.

*Keempat*, tujuan dari sebuah studi oleh Tahapari dkk. (2021) berjudul "Model Estimasi Biaya dengan Model Signifikan Biaya dan Jaringan Saraf Tiruan

untuk Proyek Peningkatan Jalan Aspal di Yogyakarta" adalah untuk membandingkan, dalam konteks proyek peningkatan jalan aspal di Yogyakarta, model estimasi biaya berdasarkan metode Model Signifikan Biaya (CSM) dan Jaringan Saraf Tiruan (ANN) dengan pendekatan pemodelan ANN-1 dan ANN-2. Nilai biaya pekerjaan untuk tahun anggaran yang sama dinormalisasi menggunakan teknik nilai waktu uang. Analisis Berbobot Item Signifikan Biaya (CSI) dari 80% divisi dan sub-pekerjaan saat ini digunakan untuk mengidentifikasi variabel-variabel. Temuan studi menunjukkan bahwa, bila dibandingkan dengan model ANN-1 dan CSM, model ANN-2 memiliki tingkat validasi tertinggi. Model ANN-1 dengan skema jaringan 3-8-1 menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 12,687%; model ANN-2 dengan skema jaringan 10-15-1 menghasilkan MAPE sebesar 8,132%; model CSM menghasilkan MAPE sebesar 14,757%. Fokus objek penelitian adalah perbedaan utama antara studi ini dan studi sebelumnya; yang pertama terutama berkaitan dengan proyek peningkatan jalan, sedangkan studi saat ini memeriksa proyek jalan baru.

*Kelima*, tujuan dari sebuah studi oleh Khamistan (2019) berjudul "Analisis Estimasi Biaya Menggunakan Metode Model Signifikan Biaya sebagai Dasar Perhitungan Konstruksi Jembatan Beton Bertulang di Kabupaten Aceh Tamiang" adalah untuk mengevaluasi berapa biaya yang diperlukan untuk membangun jembatan beton bertulang di Kabupaten Aceh Tamiang menggunakan metode Model Signifikan Biaya (CSM). Tujuan utama studi ini adalah menilai akurasi model estimasi biaya dibandingkan dengan biaya aktual proyek. Untuk menentukan elemen-elemen pekerjaan mana yang memiliki dampak besar pada biaya

keseluruhan proyek, diterapkan pendekatan CSM. Dalam penelitian ini, data dianalisis menggunakan regresi ganda menggunakan uji t, uji ANOVA, uji koefisien korelasi (R), dan koefisien determinasi dengan menggunakan perangkat lunak SPSS. Faktor model biaya adalah 0,9844, dan hasil penelitian menampilkan persamaan model estimasi biaya dengan variabel X1, X2, dan X3. Estimasi ini memiliki akurasi antara -3,37% hingga +1,69%. Model ini dapat digunakan untuk memverifikasi estimasi untuk penawaran berdasarkan akurasi estimasi%. Perbedaan utama antara studi ini dan studi sebelumnya adalah objek penelitian; studi sebelumnya terutama berkonsentrasi pada konstruksi jembatan beton bertulang di Kabupaten Aceh Tamiang, sementara studi ini memeriksa konstruksi jalan yang baru selesai di Daerah Istimewa Yogyakarta.