

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Pengertian Jalan Layang

Jalan layang adalah jenis jalan yang secara sengaja dibangun secara terangkat untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terutus karena adanya hambatan fisik seperti sungai, lembah, danau, pemukiman penduduk, jalur kereta api, dan sebagainya yang masih memanfaatkan lahan tersebut. Jalan layang memiliki makna lain sebagai jalan yang dibangun melayang serta tak sebidang sebagai solusi bagi permasalahan kepadatan lalu lintas (Absari, 2018). Ruang yang terdapat di bawah jalan layang selain fungsional juga dapat menambah nilai estetika dari konstruksi jika di desain dengan baik. Nilai estetika dinilai dapat meminimalisir desain konstruksi yang monoton. Gambar 2.1 merupakan jalan layang dengan menambah unsur estetik di daerah perkotaan



Gambar 2. 1 Jalan Layang Semanggi (PT Surya David Susanto , 2020)

Daerah perkotaan sering sekali ditemukan permasalahan kepadatan lalu lintas. Kepadatan lalu lintas merupakan efek dari kepadatan penduduk, banyak nya jumlah penduduk juga menyebabkan berkurangnya ketersediaan lahan. Hingga terjadi permasalahan lalu lintas dan tidak mungkin untuk dilakukan pelebaran jalan akibat berkurangnya lahan maka jalan layang menjadi sebuah solusi atas permasalahan tersebut.

Sebuah bangunan konstruksi pada umumnya terdiri atas struktur bawah dan struktur atas. Struktur atas dan struktur bawah juga merupakan bagian

konstruksi dari Jalan Layang. Struktur bawah merupakan seluruh bagian konstruksi yang terdapat dibawah tanah yang memiliki fungsi menahan beban. Sedangkan struktur atas adalah seluruh bagian struktur konstruksi yang berada di atas permukaan tanah.

2.1.2 Struktur atas Jalan Layang

Struktur atas jalan layang merupakan seluruh bagian konstruksi yang berada di atas tanah. Memiliki fungsi yang sama dengan struktur bawah sebagai penahan beban, namun jenis beban yang diterima bisa berbeda. Pada bagian struktur bawah, terdapat beban-beban yang harus ditanggung seperti beban pada struktur atas, tekanan tanah, aliran air dan erosi, benturan, gesekan pada penopang, dan faktor lainnya. Sementara itu, struktur atas menanggung beban-beban seperti bobot sendiri, beban mati, beban lalu lintas, dan faktor-faktor lainnya. Beban pada struktur atas kemudian ditransfer ke perletakan maupun struktur bawah. Bagian struktur atas pada jalan layang meliputi pilar penyangga (*pier*), gelagar (*girder*) serta pelat lantai kendaraan (Santoso, 2019)

1. Pilar penyangga (*pier*)

Pilar penyangga adalah elemen konstruksi yang terdiri dari beton bertulang dan didukung oleh pondasi tiang pancang. Fungsinya adalah sebagai penopang antar bentang pada tepi dan tengah jembatan (SNI 2541;2008). Selain itu, pilar juga berperan sebagai pengalir gaya-gaya vertikal dan horizontal dari bangunan ke pondasi.

2. Gelagar (*Girder*)

Gelagar atau girder adalah balok penopang yang ditempatkan di antara dua penyangga, yang dapat berupa pier atau abutment. (Ruhlessin, 2022). *Girder* dapat dibuat dari baja maupun beton dengan bentuk menyesuaikan dengan kebutuhan proyek. *Girder* merupakan komponen yang penting dalam proyek konstruksi, girder berfungsi sebagai penyalur beban ke bagian bawah agar beban dapat diredam untuk menghindari persimpangan beban atau gaya.

3. Pelat lantai kendaraan

Pelat lantai kendaraan adalah elemen konstruksi yang digunakan untuk menopang beban kendaraan dan memberikan lantai yang kuat dan stabil bagi kendaraan yang beroperasi di atasnya. Jika dibandingkan dengan komponen struktur lain, pelat lantai memiliki dimensi yang relatif lebih kecil. Pelat lantai juga dapat didesain miring dengan kepentingan aliran air.

2.1.3 Konsep *design and build*

Konsep *design and build* merupakan inovasi yang dilaksanakan oleh proyek Infrastruktur Kementerian PUPR untuk mempercepat proses pembangunan serta meningkatkan efisiensi dari segi biaya dan waktu. (Kementerian PUPR, 2016). *Design and build* (metode rancang bangun) merupakan sebuah metode konstruksi yang menjelaskan mengenai tahapan konstruksi perencanaan dan pelaksanaan berada pada satu kontrak. Metode rancang bangun memiliki

- kelebihan karena kontraktor sebagai jasa pelaksana proyek dilibatkan sejak awal pada masa perencanaan sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya karena komunikasi sudah terbangun sejak awal proyek direncanakan.

2.1.4 Metode Konstruksi

Metode pelaksanaan konstruksi adalah sebuah teknis tata cara pelaksanaan yang menjelaskan mengenai proses pengerjaan konstruksi secara sistematis dimulai pada saat awal pelaksanaan hingga akhir tahap penyelesaian (Sepulgar Teknik Sipil, 2017). Metode konstruksi diperlukan agar pelaksanaan dapat mencapai tujuan dengan efektif dan efisien. Pemilihan metode konstruksi yang digunakan dapat berbeda pada setiap proyek menyesuaikan dengan jenis proyek yang sedang dikerjakan (Hidayati, 2021).

2.1.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB adalah kependekan dari Rencana Anggaran Biaya. RAB merupakan dokumen yang menyajikan perkiraan biaya keseluruhan suatu proyek konstruksi atau pembangunan. Dokumen ini memuat rincian biaya untuk berbagai komponen pekerjaan seperti bahan, upah tenaga kerja, peralatan, dan

biaya lainnya. RAB digunakan sebagai acuan dalam perencanaan, pengendalian, dan pemantauan biaya proyek konstruksi.

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah suatu perkiraan biaya yang terdiri dari perhitungan rinci berdasarkan gambar-gambar terkait, rencana kegiatan, perincian upah pekerjaan, daftar harga material, serta susunan rencana biaya yang akan digunakan. (Mukomo, 1994). Perhitungan RAB secara umum sesuai dengan persamaan 2.1

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisis Harga Satuan Pekerjaan} \quad (2.1)$$

Setiap kegiatan memiliki langkah pekerjaan yang sistematis agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan, Berikut merupakan langkah perhitungan dalam proses menganalisis RAB yang dijelaskan secara singkat:

1. Menganalisis jenis pekerjaan

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap jenis pekerjaan yang akan dilakukan dalam sebuah proyek infrastruktur.

2. Melakukan perhitungan volume

Pada proses ini adalah melakukan perhitungan pada tiap jenis pekerjaan yang telah ditentukan

3. Menganalisis harga satuan pekerjaan

Pada proses ini adalah melakukan perhitungan terhadap harga satuan setiap jenis pekerjaan yang telah ditentukan

2.1.6 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Memproyeksikan biaya yang akan dikeluarkan untuk membangun suatu proyek adalah suatu aspek yang sangat penting. Prakiraan biaya proyek ini berhubungan erat dengan istilah Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Setiap kontraktor memiliki metode sendiri dalam melakukan estimasi AHSP, namun tetap mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) terbitan Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan proses yang terperinci untuk menghitung harga satuan dari setiap jenis pekerjaan. Dalam analisis ini, dilakukan perhitungan rinci terkait kebutuhan bahan, alat, dan upah pekerjaan

yang dikeluarkan. Terdapat koefisien dalam analisis harga satuan yang berfungsi sebagai faktor pengali untuk menentukan kebutuhan dari setiap komponen bahan, alat, dan upah yang terkait. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017).

1. Harga Satuan Bahan

Bahan atau material merupakan komponen penyusun dari sebuah bangunan atau infrastruktur yang akan dibangun. Sebelum menghitung harga satuan bahan, penting untuk mengenal karakteristik bahan yang akan digunakan. Karakteristik bahan bergantung pada jenis pekerjaan yang sedang dilaksanakan, namun pada dasarnya terdapat dua jenis bahan yang digunakan dalam proyek konstruksi, yaitu bahan dasar dan bahan jadi.

Bahan dasar adalah bahan yang pada pembuatannya dilaksanakan pada lokasi proyek konstruksi, sedangkan bahan jadi merupakan bahan siap pakai sehingga pada lokasi proyek hanya perlu dilakukan pemasangan. Pada proses memperhitungkan bahan, baik bahan dasar maupun bahan jadi perlu mempertimbangkan faktor *waste*. Faktor *waste* adalah faktor kehilangan bahan yang terjadi akibat proses pelaksanaan konstruksi. Nilai faktor *waste* dari bahan yang digunakan dapat dijadikan sebagai nilai koefisien bahan, selain itu Persamaan 2.2 merupakan perhitungan koefisien bahan menurut (Camilia, 2017)

$$\text{Koefisien Bahan} = \frac{\text{Produksi bahan perhari}}{\text{Total kebutuhan bahan}} \quad (2.2)$$

Maka, Analisis Harga Satuan Bahan sudah dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.3

$$\text{Bahan} = \text{Kofisien} \times \text{Harga Bahan} \quad (2.3)$$

2. Harga Satuan Alat

Peralatan merupakan sebuah teknologi yang diciptakan untuk mempermudah sebuah pekerjaan. Dalam dunia konstruksi, peralatan yang dilakukan analisis penggunaannya secara terperinci adalah alat berat. Hal tersebut dikarenakan alat berat merupakan teknologi yang tidak dapat dipergunakan dengan sembarangan. Penggunaan alat berat

yang kurang tepat akan menyebabkan berkurangnya produksi bahkan kerugian pada proyek konstruksi yang sedang berjalan (Dinas PUPR Banda Aceh, 2020)

Produktivitas merupakan dasar dalam perhitungan harga satuan alat, produktivitas adalah kemampuan dari sebuah alat dalam bekerja dengan menggunakan satuan waktu. Perhitungan produktivitas alat bergantung pada pengadaan alat yang digunakan. Berikut merupakan langkah perhitungan nilai produktivitas alat menyesuaikan dengan alat yang digunakan:

a. *Crane on Track*

Pada proses analisis produktivitas *Crane on Track* hal yang pertama dilakukan adalah menghitung cycle time dari penggunaan alat mengacu pada (Kementerian PUPR, 2022) Persamaan 2.4 digunakan untuk menghitung durasi pengangkutan

$$\text{Durasi angkat} = \frac{\text{Tinggi hoisting}}{\text{kec. angkat} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}}\right) \times \text{efisiensi}} \quad (2.4)$$

Persamaan 2.5 digunakan untuk menghitung durasi swing

$$\text{Durasi swing} = \frac{\text{Sudut swing}}{\text{kec. swing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}}\right) \times \text{efisiensi}} \quad (2.5)$$

Persamaan 2.6 digunakan untuk menghitung durasi swing

$$\text{Durasi Penurunan} = \frac{\text{Sudut swing}}{\text{kec. swing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}}\right) \times \text{efisiensi}} \quad (2.6)$$

Maka, Perhitungan cycle time dapat dilakukan dengan menjumlahkan keseluruhan durasi, lalu perhitungan kapasitas produksi (Kap. Prod./jam) dapat dilakukan dengan Persamaan 2.7

$$\text{Kap. Prod. / jam} = \frac{\text{Efisiensi alat} \times \text{berat total} \times 60}{\text{total cycle time}} \quad (2.7)$$

b. *Concrete Pump*

Concrete pump adalah salah satu peralatan pada proses pekerjaan pengecoran, berikut adalah perhitungan produktivitas *concrete pump* mengacu mengacu pada (Camilia, 2017). Hal yang pertama dilakukan adalah menghitung efisiensi alat berdasarkan Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai efisiensi Alat

Kondisi Operas Alat	Pemeliharaan alat				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Analisis (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, 1984

Selanjutnya adalah analisis nilai kondisi pemeliharaan alat yang dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel Nilai Kemampuan Operator

Kualifikasi	Identitas	Nilai
Terampil	1. Pendidikan STM/ sederajat 2. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) (atau) 3. Pengalaman < 6000 jam	0,80
Cukup	1. Pendidikan STM/ sederajat 2. Sertifikasi SIMP/SIPP (II) (atau) 3. Pengalaman 4000 - 6000 jam	0,70
Sedang	1. Pendidikan STM/ sederajat 2. Sertifikasi SIMP/SIPP (II) (atau) 3. Pengalaman 2000 - 4000 jam	0,65
Kurang	1. Pendidikan STM/ sederajat 2. Sertifikasi SIMP/SIPP (I) (atau) 3. Pengalaman jam >3000 jam	0,50

Sumber: Analisis (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, 1984

Selanjutnya adalah analisis nilai kondisi cuaca yang dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Nilai Kondisi Cuaca

Kondisi Cuaca	Faktor	
	Menit/jam	%
Terang, segar	55/60	0,90
Terang, panas, berdebu	50/60	0,83
Mendung	45/60	0,75

Gelap	40/60	0,66
-------	-------	------

Sumber: Analisis (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, 1984

Maka, nilai efisiensi alat dapat dihitung dengan Persamaan 2. 8

$$\text{Efisiensi alat} = \text{efisiensi alat} \times \text{kondisi pemeliharaan} \times \text{kondisi cuaca} \quad (2. 8)$$

Setelah menghitung nilai efisiensi alat, maka dapat dianalisis nilai *output piston side concrete pump* dengan Persamaan 2. 9

$$\text{output piston side concrete pump} = \text{Kapasitas} \times \text{nilai efisiensi alat} \quad (2. 9)$$

Selanjutnya menghitung kebutuhan truck mixer dengan Persamaan 2.10

$$\text{Jumlah truck mixer} = \frac{\text{volume pengecoran}}{\text{kapasitas mixer}} \quad (2. 10)$$

Selanjutnya adalah menghitung durasi pengecoran dan produktivitas alat perhari dengan Persamaan 2.11

$$\text{Produktivitas perhari} = \frac{\text{volume pengecoran}}{\text{Jumlah hari}} \quad (2. 11)$$

c. *Trailer Tronton*

Trailer tronton merupakan alat berat untuk mengangkut barang berkapasitas besar, untuk menghitung kapasitas produksi *trailer tronton* dilakukan perhitungan durasi pengiriman barang yang terdiri dari durasi tempuh dengan isi pada Persamaan 2. 12 dan durasi tempuh kosong pada Persamaan 2. 13, maka perhitungan kapasitas produksi dapat dianalisis dengan Persamaan 2. 14

$$\text{Durasi tempuh dengan isi} = \frac{\text{jarak pabrik-lokasi}}{\text{kecepatan rata-rata bermuatan}} \times 60 \quad (2. 12)$$

$$\text{Durasi tempuh kosong} = \frac{\text{jarak pabrik-lokasi}}{\text{kecepatan rata-rata bermuatan}} \times 60 \quad (2. 13)$$

$$\text{Kapasitas Produksi / Jam} = \frac{\text{Kapasitas bak} \times \text{Faktor efisiensi alat} \times 60}{\text{Total durasi}} \quad (2. 14)$$

Angka produktivitas alat dapat mempengaruhi nilai koefisien alat itu sendiri, perhitungan koefisien alat mengacu pada penelitian (Camilia, 2017) terdapat pada Persamaan 2. 15. Selain itu untuk perhitungan

koefisien untuk peralatan angkut barang seperti *Crane on Track* dan *Trailer Tronton* mengacu pada (Kementerian PUPR, 2022) terdapat pada Persamaan 2. 16

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{\text{Durasi pekerjaan}}{\text{Produktivitas alat perhari}} \quad (2. 15)$$

$$\text{Koefisien Peralatan Angkut} = \frac{1}{\text{Kap. Prod/jam}} \quad (2. 16)$$

Maka, Analisis Harga Satuan Alat sudah dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.17

$$\text{Alat} = \text{Koefisien} \times \text{Harga Alat} \quad (2. 17)$$

3. Harga Satuan Upah

Upah pekerja adalah imbalan dalam satuan uang yang diberikan oleh kontraktor kepada pekerja sebagai tanda jasa yang telah dilakukan sedangkan Analisis harga satuan upah merupakan proses perhitungan dengan output jumlah kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan serta banyaknya biaya yang dikeluarkan. Kebutuhan tenaga kerja dengan menyesuaikan volume pada pekerjaan tersebut. Setelah menentukan volume pekerjaan, maka dapat ditentukan koefisien tenaga kerja dengan Persamaan 2.18

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja} = \frac{\text{Jumlah Tenaga Kerja} \times tk}{Qt} \quad (2. 18)$$

Dengan keterangan:

Tk = Jumlah jam kerja satu hari

Qt = Produksi pekerjaan satu hari

Tenaga kerja pada proyek konstruksi sendiri memiliki tingkatan. Dimulai dari Pekerja merupakan jenis tenaga kerja yang berada pada tingkatan terbawah yang bertugas membantu persiapan bahan. Tingkatan selanjutnya adalah tukang yang merupakan pekerja dengan keahlian khusus dalam mempekerjakan suatu pekerjaan tertentu. Selanjutnya adalah pengelola dari beberapa tukang dengan masing-masing keahlian kusus disebut dengan kepala tukang. Hingga tingkatan paling tinggi pada tenaga kerja proyek konstruksi adalah mandor yang bertugas mengawasi jalannya pekerjaan yang dilakukan. Maka, Analisis Harga Satuan Alat sudah dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.19

$$\text{Tenaga} = \text{Koefisien} \times \text{Upah tenaga} \quad (2.19)$$

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan oleh para peneliti sebagai cara untuk mencari perbandingan dan referensi terkait penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, melalui penelitian terdahulu, peneliti juga dapat menemukan inovasi baru dalam topik tersebut dan memperluas pemahaman dalam ilmu pengetahuan yang lebih lanjut. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang ditemukan oleh penulis dan dijadikan sebagai inspirasi penelitian:

Penelitian yang dilakukan oleh Miftachul Rozi merupakan tesis yang merupakan bagian dari program pascasarjana di Institut Teknologi Nasional Malang. Penelitian dilakukan pada tahun 2022 membahas mengenai penerapan konsep *Value Engineering* digunakan untuk memaksimalkan desain perencanaan dan implementasinya dalam proyek konstruksi jalan baru di Jalur Lintas Selatan Pulau Jawa. Penelitian dilakukan dengan metode kualitatif dan kuantitatif. Data yang diolah berupa data perencanaan dalam bentuk gambar kerja, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) melibatkan perhitungan rinci mengenai biaya bahan dan alat yang digunakan dalam pekerjaan tersebut, serta Rencana Anggaran Biaya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditemukan ketidaksesuaian antara gambar perencanaan dengan aktual yang terjadi karena terjadi permasalahan di lapangan. Ketimpangan yang terjadi senilai (Rp. 71.024.407.368,20) namun setelah desain menerapkan konsep *Value Engineering* berubah menjadi Rp. (63.117.780.442,51). Hal tersebut menunjukkan adanya pengurangan biaya setelah implementasi dari konsep *Value Engineering*. Dari penjabaran penelitian tersebut maka dapat disimpulkan persamaan yang dapat diambil dalam penelitian yang dilakukan oleh Miftachul Rozi adalah dengan membandingkan Anggaran Biaya yang terjadi pada perencanaan serta pelaksanaan dilapangan. Namun terdapat perbedaan yang cukup terlihat, yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Miftachul Rozi dilakukan pada proyek yang sedang berjalan hingga dapat dicari penyelesaian atas ketimpangan RAB yang terjadi dengan menggunakan konsep *Value Engineering*

Penelitian yang dilakukan oleh Ratri Kumala Sari merupakan tugas akhir untuk memenuhi prasyarat gelar sarjana pada Universitas Islam Indonesia. Penelitian

dilaksanakan pada tahun 2018 membahas mengenai analisa perbandingan RAB perencanaan, RAB pelaksanaan dan RAB yang dihitung ulang dengan menyesuaikan Permen PUPR. Penelitian dilakukan dengan metode kualitatif dengan mengamati pekerjaan di lapangan. Terdapat selisih RAB Permen PUPR dengan RAB proyek adalah sebesar 4,0706% sedangkan selisih antara RAB proyek dengan RAB pelaksanaan di lapangan sebesar 34,54%. Dari penjabaran tersebut maka persamaan terhadap penelitian yang dilakukan adalah topik penelitian yang membahas mengenai perbandingan RAB perencanaan dengan RAB pelaksanaan. Serta perbedaan yang dapat terlihat adalah penelitian yang dilakukan oleh Ratri Kumala Sari tidak disebutkan studi kasus yang diambil dari penelitian tersebut.

Penelitian yang ditulis oleh Deny Nofyanto merupakan Tesis yang diajukan untuk mendapatkan gelar magister pada Universitas Trisakti. Penelitian dilakukan pada tahun 2019 dengan *output* mendapatkan penyebab terjadi perpanjangan waktu dengan strategi dalam menyelesaikan perpanjangan waktu tersebut. Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan menyebarkan kuesioner kepada responden kepada kelompok penyedia jasa. Dari penjabaran tersebut persamaan yang diambil pada penelitian tersebut adalah studi kasus yg diambil merupakan proyek yang sama, yaitu proyek jalan tol Jakarta-Cikampek II *Elevated*.

Penelitian lainnya yang membahas mengenai analisis terhadap perbandingan biaya konstruksi tahap perencanaan dengan biaya konstruksi *Detail Engineering Design* (DED) yang diteliti oleh Joko Riyatno pada tahun 2023 terhadap pembangunan Gedung Rumah Sakit Daerah (RSUD) Sayang Ibu Balikpapan. Dijelaskan hasil pada detail awal dengan desain alternatif tiga (A3) yang direkomendasikan oleh peneliti memiliki perbandingan biaya penghematan hingga sebesar Rp. 3.064.068.634,72 dari total Rencana Anggaran Biaya. Dijelaskan pada penelitian tersebut bahwa total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada desain awal perencanaan (A0) sebesar Rp. 167.130.650.992,20 dan total RAB pada desain alternatif tiga (A3) sebesar Rp. 164.066.582.357,48, sehingga didapatkan perbandingan persentase penghematan sebesar 1,83% antara total Rencana Anggaran Biaya A0 dengan total Rencana Anggaran Biaya A3.

Penelitian tugas akhir yang ditulis oleh Budi Wijaksana, Wateno Oetomo, dan Agus Toha di tahun 2017 yang menggunakan objek penelitian pada kegiatan pembangunan Gedung Graha Mojokerto Service City memiliki perubahan gambar kerja desain struktur desain pondasi pada tahap pelaksanaan konstruksi. Desain konstruksi yang direncanakan awalnya menggunakan tiang pancang dengan panjang 12 m berdiameter 30 cm yang membutuhkan total volume tiang pancang sebesar 3.996 m^3 , sedangkan perubahan desain struktur pondasi pada tahap pelaksanaan konstruksi ialah penggunaan tiang pancang dengan Panjang 9 m berdiameter 30 cm yang membutuhkan total volume tiang pancang sebesar 2.997 m^3 . Didapatkan hasil selisih total biaya pekerjaan struktur pondasi yang dikarenakan faktor perubahan gambar desain kerja sebesar Rp. 349.650.000,00 dengan rasio perbandingan biaya sebesar 25%.

