



Aplikasi Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Beton Mutu Tinggi

¹Etri Suhelmidawati, ²Fauna Adibroto, ³Syaifulah Ali, ⁴Dwina Archenita, ⁵Azri Azhar Musaddiq Zade

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Indonesia

¹etri.sarins@gmail.com

Abstract

Various research in concrete sector has been done as an effort to increase quality of concrete, materials and method, materials technology and implementation techniques obtained from the results of the experiments and experiments are intended to answer the increasing demands on the use of concrete and overcome the constraints that often occur in the implementation of work in the field. One way to increase the strength of concrete is to use a cement replacement that is fly ash. The purpose of this research is to know the influence of partial cement replacement effect with fly ash against concrete compressive strength. The variations of composition in the addition of fly ash is 0%, 10%, 12.5%, 15%, 20% and 25% of the weight of cement. Concrete quality planned is 40 MPa and tested at 7 days and 28 days. This research tested concrete with cylinder test object (diameter 150 mm and height 300 mm) with 30 sample and consist of 6 variation. From this research, optimum compressive strength at 10% variation is 30,770 MPa. The lowest compressive strength is in the 25% variation with 20,046 MPa. The highest compressive strength obtained from the research is 30,770 MPa then used to the planning of rigid pavement with Bina Marga method. The planned rigid pavement is located at STA 0+000 - STA 5+000 Bypass Padang City. From calculation, the thickness of rigid surface is 210 mm with pavement type continued with reinforcement. Total budget cost spent for this rigid pavement planning is Rp.44.194.600.000,00 (Forty four billion one hundred ninety four million six hundred thousand rupiah).

Keyword : concrete, fly ash, compressive strength, rigid pavement, concrete slab

Abstrak

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton, teknologi bahan dan teknik-teknik pelaksanaan yang diperoleh dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan menggunakan pengganti semen yaitu abu terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan abu terbang terhadap mutu kuat tekan beton dalam aplikasinya pada perencanaan tebal perkerasan kaku dengan beton mutu tinggi. Komposisi variasi penambahan abu terbang sebanyak 0%, 10%, 12,5%, 15%, 20% dan 25% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan 40 MPa yang diuji pada umur 7 hari dan 28 hari. Penelitian ini menguji beton dengan benda uji selinder (diameter 150 mm dan tinggi 300 mm) sebanyak 30 sampel dan terdiri dari 6 variasi. Dari penelitian ini didapatkan kuat tekan optimum pada variasi 10% yaitu sebesar 30,770 MPa. Kuat tekan yang terendah terdapat pada variasi 25% yaitu sebesar 20,046 MPa. Kuat tekan tertinggi yang didapat dari penelitian yaitu 30,770 MPa kemudian digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku metoda Bina Marga. Perkerasan kaku yang direncanakan berlokasi di STA 0+000 - STA 5+000 Bypass Kota Padang. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan didapatkan tebal slab beton adalah 210 mm dengan jenis beton bersambung dengan tulangan. Total anggaran biaya yang dikeluarkan dari perencanaan tebal perkerasan kaku ini adalah senilai Rp.44.194.600.000,00 (Empat Puluh Empat Milyar Seratus Sembilan Puluh Empat Juta Enam Ratus Ribu Rupiah).

Kata Kunci : beton, fly ash, kuat tekan, perkerasan kaku, slab beton.

1. Pendahuluan

Dalam dunia konstruksi bangunan, penelitian untuk mendapatkan produk konstruksi yang

lebih baik terus dilakukan. Beton merupakan salah satu material penting dari sebuah bangunan. Pada dasarnya beton terbentuk

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021

dari dua bagian utama yaitu pasta semen dan agregat [3],[4]. Pasta semen terdiri dari semen Portland, air dan bahan campur tambahan (admixture). Sedangkan agregat terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain kuat tekan beton mutu tinggi.

Beton merupakan material yang kuat dalam kondisi tekan dan lemah dalam kondisi tarik, merupakan elemen struktur yang paling banyak digunakan dalam bangunan karena bahannya yang mudah didapat, mudah dibuat dan harganya murah. Kualitas beton tergantung pada bahan-bahan penyusunnya, namun untuk membuat beton mutu tinggi yang sesuai dengan yang diinginkan tidak serta merta diperoleh dengan hanya mencampurkan semen portland atau jenis semen yang lain, agregat kasar, agregat halus, dan air.

Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton mutu tinggi. Pemakaian beton mutu tinggi dan berkinerja tinggi merupakan material bangunan yang sudah banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan bertingkat tinggi. Kualitas yang baik pada campuran beton dengan bahan tambah (admixture), bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton yang baik dalam keadaan segar maupun setelah keras, seperti bahan tambah abu terbang atau *fly ash* [2],[5],[6],[8],[15].

Abu terbang atau *fly ash* adalah produk sampingan dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar, berupa butiran

halus ringan, bundar, tidak porous serta bersifat pozzolanik. Penambahan abu terbang (*fly ash*) pada campuran beton bersifat *pozzolan*, sehingga bisa menjadi additive mineral yang baik untuk beton [11]. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung silika atau silika dan alumunium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious* [11].

Penelitian ini mencoba memanfaatkan kondisi alam Indonesia maupun pemanfaatan bahan-bahan lokal yang memungkinkan dilaksanakannya pembuatan beton bermutu tinggi. Usaha penelitian perlu dilakukan untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi beton, dengan menggunakan semen yang seefisien mungkin yaitu dengan menggantikan sebagian semen dengan abu terbang (*fly ash*) sehingga pemakaian abu terbang (*fly ash*) diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi [9],[12],[13].

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya [1].

Sesuai dengan perkembangan teknologi beton yang demikian pesat, ternyata kriteria beton

Informasi Artikel

mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa, dan 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi [11].

2. Metoda Penelitian

Penelitian Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*) ini dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang, yang meliputi pengujian pendahuluan dan pengujian lanjutan.

2.1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan bahan material berupa semen Portland tipe I, air, agregat kasar yang digunakan adalah jenis batu pecah, agregat (halus (pasir) dan abu terbang (fly ash) kelas F. Fly ash kelas F ini memiliki kandungan CaO kurang dari 10%, sehingga dapat memperlambat waktu ikat dalam campuran beton. Fly ash kelas F juga memiliki ketahanan sulfat yang tinggi karena permeabilitasnya yang rendah.

Rincian bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ; Semen Portland tipe I merek PT. Semen Padang. Agregat kasar berasal dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang. Agregat kasar yang digunakan

adalah jenis batu pecah. Agregat halus berasal dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang. Air diambil dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang. Abu terbang (*fly ash*) tipe F berasal dari PLTU Sijantang Kota Sawahlunto.

Jumlah sampel dan kadar Fly Ash yang terdapat didalamnya bisa dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 Jumlah Benda Uji

Jenis Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Jumlah Benda Uji	
		Umur Rencana	
		7 hari	28 hari
BN	0	3	3
BMT 1	10	3	3
BMT 2	12,5	3	3
BMT 3	15	3	3
BMT 4	20	3	-
BMT 5	25	3	-
Total Benda Uji		18	12
		30	

2.2 Tahapan Pengujian Laboratorium

Pengujian pendahuluan dimaksudkan untuk menguji karakteristik dari material dasar yang digunakan dalam pembuatan beton, apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Kemudian data-data tersebut digunakan dalam perhitungan rencana campuran beton (*mix design*).

Perencanaan campuran (*mix design*) sesuai dengan standar ACI 211.4R-93 [1] dengan variasi penggantian semen dengan bahan pozzolan (*fly ash*) yang digunakan adalah sebesar 10%, 12,5%, 15%, 20%, dan 25% dari total volume semen.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada beton segar (*fresh concrete*) yaitu pengujian Slump Test. Selain pengujian pada beton segar juga dilakukan pengujian pada beton keras (*hardened concrete*) yaitu pengujian kuat tekan beton dengan sampel 15 x 30 cm pada umur 7 dan 28 hari.

2.3 Perencanaan Campuran

Pengujian material untuk pembuatan beton dilakukan hanya untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam perencanaan campuran beton. Metoda pembuatan campuran yang digunakan pada prinsipnya adalah dari pemeriksaan yang pernah dilakukan. Pada penelitian ini digunakan metoda campuran berdasarkan ACI 211.4R-93 yang mengatur tentang “*Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Kekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang*” [1]. Material-material yang digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah air, semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split) dengan bahan *pozzolan (fly ash)*.

2.4 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang dengan kuat tekan beton rencana (f_c') adalah sebesar 40 Mpa. Perlakuan yang diberikan sesuai dengan kondisi yang telah dijelaskan sebelumnya. Sedangkan pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari.

Standar yang digunakan pada pengujian ini adalah *ASTM C 617-94* dan *ASTM C 39-93a*.

Alat yang digunakan pada test kuat tekan beton ini adalah *Compression Test Machine*. Pembebanan diberikan sampai sampel runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Beban maksimum dicatat sebagai P_{max} .

2.5 Tahapan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Konsep dari perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) cara Bina Marga 1985 adalah ketahanan plat dalam menerima beban lalu – lintas. Dengan demikian yang menjadi pembatas utama bukanlah kekuatan pelat dalam menerima repetisi tegangan yang timbul akibat beban. Untuk mengatasi repetisi pembebanan lalu – lintas sesuai dengan konfigurasi dan bebam sumbunya, dalam perencanaan tebal plat ditetapkan prinsip kelelahan (*fatigue*). Prinsip tersebut didasarkan anggapan bahwa apabila perbandingan tegangan perbandingan antara tegangan lentur beton yang terjadi akibat beban roda dengan kuat tekan lentur beton (MR) menurun, maka jumlah repetisi pembebanan sampai runtuh (*failure*) akan meningkat.

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti [7]. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut, perkerasan beton semen harus mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu–lintas) sampai batas–batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan / lendutan yang dapat merusak perkerasan dan mampu

Informasi Artikel

mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan [7].

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Hasil Uji Laboratorium

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan dengan mesin uji tekan sampai kondisi beton

uji rusak. Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian dari material penyusun beton, analisa saringan, perhitungan *mix design* dan hasil dari kuat tekan beton (Tabel 2 s/d Tabel 5). Hasil penelitian yang berupa data-data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh bahan pengganti sebagian semen dengan menggunakan *fly ash* yang berasal dari PLTU Sijantang Kota Sawahlunto terhadap kuat tekan beton. Untuk data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan *mix design*, dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Nilai Slump Pada Tiap Variasi

No	Jenis Benda Uji	Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Nilai <i>slump</i> rata-rata	
			7 hari	28 hari
1	BN	0	6,30	6,25
2	BMT 1	10	6,75	-
3	BMT 2	12,5	7,00	-
4	BMT 3	15	5,33	5,50
5	BMT 4	20	5,83	5,33
6	BMT 5	25	7,33	6,00

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Rata-rata (7 hari)

Jenis Benda Uji	Kadar <i>Fly Ash</i> (%)	Ukuran Benda Uji		Berat Volume rata-rata (kg/m ³)
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	
BN	0	15	30	11,800
BMT 1	10	15	30	12,200
BMT 2	12,5	15	30	12,230
BMT 3	15	15	30	11,430
BMT 4	20	15	30	11,530
BMT 5	25	15	30	11,583

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Berat Volume Rata-rata (28 hari)

Jenis Benda Uji	Kadar Fly Ash (%)	Ukuran Benda Uji		Berat Volume rata-rata (kg ³)
		Diameter (cm)	Tinggi (cm)	
BN	0	15	30	11,700
BMT 1	15	15	30	11,733
BMT 2	20	15	30	11,233
BMT 3	25	15	30	11,500

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Penelitian

Jenis Benda Uji		Kadar Fly Ash (%)	Umur Benda Uji (MPa)		Kuat Tekan rata-rata pada 28 hari (MPa)
			7 Hari	28 Hari	
BN	BN (1)	0	21,745	29,426	28,134
	BN (2)		22,133	25,258	
	BN (3)		29,385	29,718	
BMT 1	BMT 1 (1)	10	21,324	32,810	30,770
	BMT 1 (2)		21,981	33,820	
	BMT 1 (3)		16,683	25,690	
BMT 2	BMT 2 (1)	12,5	13,351	20,540	28,040
	BMT 2 (2)		19,972	30,730	
	BMT 2 (3)		21,355	32,850	
BMT 3	BMT 3 (1)	15	18,408	25,263	25,839
	BMT 3 (2)		16,712	26,657	
	BMT 3 (3)		16,930	25,596	
BMT 4	BMT 4 (1)	20	15,157	23,951	24,601
	BMT 4 (2)		15,447	24,529	
	BMT 4 (3)		16,204	23,658	
BMT 5	BMT 5 (1)	25	14,291	18,716	20,046
	BMT 5 (2)		15,912	21,241	
	BMT 5 (3)		14,923	21,847	

3.2 Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan

Lokasi perkerasan kaku yang akan di design berada di Jalan Bypass Kota Padang yaitu STA 0+000 – STA 5+000 atau Teluk Bayur sampai Lubuk Begalung. Perkerasan kaku yang berada pada STA 0+000 - STA 5+000 memiliki lebar permukaan 20 m yang memiliki median dengan lebar 2,5 m. Pada Ruas Jalan Bypass km 0 – km 5 ini, struktur perkerasannya terdiri atas 4 lapisan yaitu:

- a) Lapis permukaan (*surface*) slab beton tebal 28 cm,
- b) Lapis beton kurus (*lean concrete*) tebal 10 cm,
- c) Lapis pondasi bawah (*sub base course*) agregat kelas A tebal 15 cm,
- d) Lapis tanah dasar (*subgrade*)

Jalan raya Bypass Kota Padan ini termasuk dalam jalan kelas I (Arteri) dengan data-data fisik sebagai berikut :

Informasi Artikel

- a) Jalan arteri 4 lajur 2 arah, kelas 1
- b) Lebar lajur kiri 7 m
- c) Lebar lajur kanan 7 m
- d) Lebar median 2,5 m
- e) Lebar bahu kiri 3 m
- f) Lebar bahu kanan 3 m

3.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan nilai kuat tekan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, nilai kuat tekan yang diambil adalah nilai kuat tekan pada sampel BMT 1 dengan komposisi fly ash 10 % yaitu ($f_c' = 30$

MPa atau K-368). Dari data lalu lintas yang telah diperoleh dapat dimulai untuk perhitungan tebal lapis perkerasan. Berikut tahapan-tahapan perencanaan lapisan perkerasan beton. Menghitung tegangan yang terjadi ($30 \text{ MPA} = K 368$)

$$30 \text{ Mpa} = (30/0,83) \times (100/9,81) = 368,446 \\ = K. 368$$

$$MR = \frac{bk}{11} + 9 = \frac{368}{11} + 9 = 42,45 \text{ (CBR 6\%)}$$

Menghitung perbandingan tegangan ($MR = 42,45 \text{ kg/cm}^2$) dengan ketebalan pelat 210 mm.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021

3.4 Menganalisa perbandingan tegangan dan jumlah repetisi beban yang diizinkan, dengan asumsi tebal slab 210 mm untuk $f_c' = 30$ MPa

A. Menghitung jumlah repetisi izin tegangan yang terjadi

$$\text{Perbandingan} = 0,52 = 300000$$

$$\text{Perbandingan} = 0,58 = 57000$$

B. Menghitung jumlah persentase fatigue

$$\begin{aligned} \text{Teg } 0,52 &= (85726,032/300000) \times 100\% \\ &= 0,28 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Teg } 0,58 &= (3091155,012/57000) \times 100\% \\ &= 54,23 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\text{Total persentase} = 54,51 \text{ \%}$$

Jadi persentase fatigue yang terjadi

$$54,51 \text{ \%} < 100\% = \text{CBR} = 6\%$$

Mutu beton = K-368

C. Perkerasan beton bersambung dengan tulangan ($L = 20\text{m}$)

F_s = Kuat tarik ijin tulangan, biasanya $0,6 \times$ tegangan leleh (f_y)

F_y = Tegangan Leleh

F = Nilai faktor keamanan sesuai dengan klasifikasi jalan yang direncanakan

Tebal slab beton = 21 cm

$$F_s = 2400$$

$$F_y = 4000 \text{ (BJ TD 40)}$$

$$F = 1.1$$

a. Tulangan memanjang

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan AS} &= \frac{1200 \cdot F \cdot L \cdot h}{F_s} \\ &= \frac{1200 \cdot 1.1 \cdot 20 \cdot 0.21}{2300} \\ &= 2,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As min} &= 0.1\% \times \text{Luas Permukaan} \\ &= 0.1\% \times 20 \times 100 \\ &= 2 \text{ cm}^2/\text{m} < 2,31 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan } \phi 12 &= 1/4 \text{ nd} = 1/4 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \\ &= 0.942 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dipakai

$$N = \frac{AS}{L.tulangan} = \frac{2,31}{0.942} = 3 \text{ btg}$$

Jarak tulangan

$$L = \frac{100 - 10}{3 - 1} = \frac{90}{2} = 45 \text{ cm}$$

Jadi tulangan memanjang $\phi 12 - 45$

b. Tulangan melintang

$$\begin{aligned} AS &= \frac{1200 \cdot F \cdot L \cdot h}{F_s} \\ &= \frac{1200 \cdot 1.1 \cdot 7 \cdot 0.21}{2300} = 0,809 < \text{Asmin} \end{aligned}$$

$$\text{Tul } \phi 12 = \frac{1,8}{0,809} = 2 \text{ btg}$$

$$\text{Jarak} = \frac{100 - 10}{2 - 1} = \frac{90}{1} = 90 \text{ cm}$$

Jadi tulangan $\phi 12 - 90$

c. Dowel (ruji)

Dari analisa dan perhitungan perkerasan kaku dengan metoda Bina Marga yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa hasil yaitu :

Design dengan mutu beton 30 Mpa (K-368)

Tebal perkerasan : 210 mm

Tulangan :

- memanjang : $\phi 12 - 45$
- melintang : $\phi 12 - 90$
- dowel : $\phi 25 - 30$

Informasi Artikel

3.5 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah salah satu dokumen kelengkapan yang dibutuhkan dalam suatu operasional pelaksanaan proyek, sebagai acuan/ pedoman operasional pelaksanaan proyek. Khususnya dalam pengelolaan yang berhubungan dengan hasil usaha proyek, yaitu sebagai pedoman dalam mencapai pendapatan proyek dan mengendalikan biaya proyek, agar minimal tercapai seperti yang direncanakan [10].

Rekapitulasi harga pembangunan merupakan bagian dari perhitungan rencana anggaran biaya yang berfungsi untuk merekap hasil perhitungan analisa harga satuan sehingga mudah dibaca dan dipahami, sebelum membuat rekapitulasi harga pembangunan terlebih dahulu dihitung tiap-tiap item pekerjaan. Rekapitulasi Harga Pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Harga Pekerjaan

Nama Proyek : Padang Bypass Capacity Expansion Project (STA 0+000 – STA 5+000)
 Prop/Kab/Kodya : Padang

NO MATA PEMBAYARAN	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga Penawaran (Rp.)
A	B	C	D	E	F=D x E
DIV 1	UMUM				
1.20 (1)	Laboratorim & Pekerjaan Persiapan	Ls	1,00	3.963.439.500	3.963.439.500
1.20 (2)	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1,00	1.330.980.000	1.330.980.000
TOTAL HARGA PENAWARAN UNTUK DIV 1					5.294.419.500
DIV 4	PEKERJAAN TANAH				
4,09	Pasir Urug	M3	5.445,00	194.140,42	1.057.094.586,09
TOTAL HARGA PENAWARAN UNTUK DIV 4					1.057.094.586,09
DIV 8	LAPIS PONDASI AGREGAT (SUBBASE)				
8.01 (1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	12.802,5	435.577,00	5.576.483.526,37
TOTAL HARGA PENAWARAN UNTUK DIV 8					5.576.483.526,37
DIV 9	PERKERASAN				
9.08 (1)	Perkerasan Beton (t=21 cm)	M3	14.700,00	1.545.992,46	22.726.089.224,90
9.09 (2)	Lean Concrete (t=10 cm)	M3	7.000,00	747.474,70	5.232.322.916,53
TOTAL HARGA PENAWARAN UNTUK DIV 9					27.958.412.141,43
DIV 10	STRUKTUR BETON				
10.02 (2)	Batang Baja Tulangan Ulir BJTD-40	Kg	20.976,00	13.849,45	290.506.063,20
TOTAL HARGA PENAWARAN UNTUK DIV 10					290.506.063,20
A	JUMLAH HARGA				40.176.915.817,90
B	PPN (10%)				4.017.691.581,79
C	JUMLAH BIAYA SETELAH PPN (C+D)				44.194.607.399,69
D	DIBULATKAN (KONTRAK)				44.194.600.000,00

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021

4. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan yaitu nilai kuat tekan tertinggi pada sampel beton dengan campuran *fly ash* variasi 10 % dengan nilai kuat tekan 30 MPa. Kuat tekan rencana ($f_c' = 40$ MPa) tidak tercapai. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ketelitian atau *human error* dan beberapa hal lainnya, seperti kurangnya pengawasan dalam pemilihan material, penimbangan, dan pelaksanaan. Setelah dilakukan perhitungan tebal perkerasan kaku dengan metoda Bina Marga, didapatkan tebal slab beton untuk beton mutu $f_c 30$ MPa atau K 368 adalah 210 mm. Dibandingkan dengan tebal slab beton yang dipakai di perkerasan kaku pada jalan Bypass STA 0+000-STA 5+000 saat ini adalah 280 mm dengan mutu K 350. Dari perhitungan Analisa Harga Biaya didapatkan jumlah total harga pekerjaan adalah sebesar Rp.44.194.600.000,00 (empat puluh empat milyar seratus sembilan puluh empat juta enam ratus ribu rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Concrete Institute (ACI) No.211.4R-93, 1993. *Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete With Portland Cement and Fly Ash*, ACI Committee 211.
- [2] Budi, Aswin, 2008. *Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Mutu Tinggi dengan Fly Ash sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen dengan $f_c 45$ MPa*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, 1989. Peraturan Beton Bertulang Indonesia, (PBI, 1989), Direktorat penyelidikan masalah Bangunan, Bandung.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, 2002. SNI 03-2834-1993, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta
- [5] Ervianto, Mochammad, Fadillaway dan Hakas Prayuda, 2016. *Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan zat aditif (Bestmittel)*. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [6] Gunaedi dan Rahmat Hidayat, 2013. *Pengaruh Fly Ash pada Kuat Tekan Campuran Beton menggunakan Expanded Polystyrene sebagai Substitusi Parsial Pasir*. Jakarta : Universitas Binus.
- [7] Hendarsin L.Sherley, 2000. "Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya," Cetakan Pertama, Penerbit Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- [8] Lincolen, Kevin, 2017. *Pengaruh Abu Terbang sebagai Bahan Pengganti Semen pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- [9] Mardiono, 2010. *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dalam Beton Mutu Tinggi*. Jakarta : Universitas Gunadharma Jakarta.
- [10] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No. 28/PRT/M/2016, *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- [11] R. E. Davis, R. W. Carlson, J. W. Kelly dan H. E. Davis, 1937. *Properties of Cements and Concretes containing Fly Ashes*. American Concrete Institute Journal, 33 : pp. 577-612.
- [12] Rommel, Erwin dan Yusman Rusdianto, 2012. *Pemakaian Fly Ash sebagai Cementitious pada Beton Mutu Tinggi dengan sistem Steam Curing*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- [13] Suhelmidawati Etri, 2003. *Penelitian Beton Mutu Sangat Tinggi (Ultra High Strength Concrete)*. Padang : Universitas Andalas.
- [14] Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-6468-2000 Pd T-18-1999-03, 2010. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi Dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [15] Umbroh, Alfian Hendri, 2014. *Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (Fly Ash) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton*. Manado : Universitas Sam Ratulangi.

Informasi Artikel

iterima Redaksi : 15-10-2020 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 15-04-2021
