

STUDI PERBANDINGAN LAPIS PONDASI ATAS DENGAN CEMENT TRADE BASE (CTB) PADA PROYEK PELEBARAN JALAN NASIONAL TRENGGALEK – BTS. KAB. TULUNGAGUNG

Nama Mahasiswa : Zulfikar Ramadani
NIM : 1110612004
Jurusan : S I Teknik Sipil Unmuh - Jember
Dosen Pembimbing : Irawati, ST, MT.

Abstrak

Pelebaran jalan Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung terdiri dari dua lapis pondasi, yaitu Lapis Pondasi Atas dan Lapis Pondasi Bawah yang memerlukan desain khusus dimana pada ruas jalan tersebut beban sumbu standar kumulatif mencapai angka 77,266,716,83

Oleh karena itu, desain pondasi perkerasan jalan pada ruas tersebut untuk Lapis Pondasi Atas yang biasanya menggunakan Agregat Kelas B dengan harga Rp.256,966.82, diganti menggunakan material CTB dengan harga Rp. 444,563.88. Alasan kami menggunakan material CTB disamping dapat menahan rembesan air dari bawah tanah dasar yang mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan, konstruksi CTB cocok untuk ruas jalan dengan beban sumbu standar kumulatif > 50 juta. Disamping itu, tebal CTB yang diterapkan pada ruas jalan hanya 150mm. Sedangkan material Agregat Kelas B mencapai 350 mm.

Kata Kunci = Perbandingan, Perhitungan Rencana Anggaran Biaya, CESA

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya Teknologi Transportasi khususnya jalur darat yang berbanding lurus dengan Infrastruktur di Negara Indonesia ini masih banyak jalan yang menghubungkan antar kota (jalan Nasional) mengalami kerusakan dan diperlukan biaya yang tidak sedikit untuk memperbaiki atau membangun kembali sarana dan prasarana tersebut. Kerusakan itu terjadi pada umumnya pondasi jalan lama peninggalan zaman Belanda yang tidak lagi mendukung tingginya muatan kendaraan serta banyaknya kendaraan industri yang keluar masuk membawa barang secara besar besaran.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga Cq Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Jawa Timur mengadakan kegiatan Infrastruktur jalan berupa pelebaran jalan Bts. Tulungagung – Trenggalek yang mana kondisi jalan pada ruas jalan tersebut terdapat banyak kerusakan terutama jalan ambles akibat tidak kuatnya lagi pondasi untuk menerima beban kendaraan serta rembesan air yg bersumber dari tanah dasar akibat faktor alam yang tidak dapat diprediksi. Adapun pondasi tersebut harus di ganti dengan kualitas yang lebih baik, efisien ditinjau dari segi biaya dimana dapat mengurangi tebal perkerasan dan fungsi

guna untuk menahan air dari bawah tanah dasar. Dengan menggunakan **Cement Trade Base (CTB)** bisa menjadi solusi dari kasus tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang yg diuraikan di atas, maka rumusan yang diperoleh yaitu :

1. Bagaimana analisa terhadap struktur jalan dengan membandingkan metode flexible pavement tanpa CTB dan dengan flexible pavement menggunakan CTB.
2. Bagaimana waktu ,biaya dan mutu yang digunakan untuk mengerjakan pondasi CTB pada paket Pelebaran Jalan Bts. Tulungagung – Trenggalek.

1.3 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan sebagai pembanding adalah material CTB
2. Kontruksi yang ditinjau hanya pada kontruksi pelaksanaan pembangunan pondasi lapis atas yaitu pondasi CTB pada paket pelebaran tersebut di atas.
3. Analisa metode pelaksanaan yang di batasi hanya pondasi.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui komposisi dan ketebalan pondasi jalan dengan menggunakan material CTB
2. Merencanakan waktu, biaya, dan mutu pondasi CTB pada pelebaran jalan Bts. Kab. Tulungagung – Trenggalek.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Menentukan Tebal Perkerasan

Permukaan tanah pada umumnya tidak mampu menahan beban kendaraan yang bekerja di atasnya, sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas tersebut. Jenis konstruksi tersebut dikenal sebagai perkerasan (*pavement*).

2.1.1 Metoda Analisa Komponen

Metoda ini berdasarkan pada Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metoda Analisa Komponen, SKBI – 2.3.26.1987 Departemen Pekerjaan Umum Tahun 1987.

2.1.1.1 Ekuivalen Beban Sumbu

Kendaraan (E)

Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu standar. Angka ekuivalen masing – masing golongan beban sumbu pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Tabel ekuivalen sumbu kendaraan (E)

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Perencanaan tebal perkerasan lentur

2.1.1.2 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

2.1.1.3 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif (a) masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan,pondasi,

2.1.2 Prosedur Defleksi

Pada umumnya perancangan tebal lapis perkerasan dilakukan berdasarkan prinsip pengukuran lendutan yang terjadi pada permukaan perkerasan. Alat yang digunakan di Indonesia adalah alat FWD (*falling Weight Deflectometer*),

2.1.2.1 Metoda Pd T-05-2005-B

Pedoman perencanaan tebal lapis perkerasan metoda Pd-05-2005-B dibuat oleh Pusat Litbang Prasarana Transportasi.

1. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Tabel 2.2 Umur rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

2. Lalu lintas (i)

Factor pertumbuhan lalu lintas

Tabel 2.3 Nilai pertumbuhan lalu lintas

	2011-2020	>2021-2030
Arteri dan perkotaan %	5	4
Kolektor rural %	3.5	2.5

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

3. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

4. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Tabel 2.4 Nilai pertumbuhan lalu lintas

Jenis kendaraan	Jalan raya	Perkotaan
Mobil penumpang, taxi, pickup, minibus	1	1
Sepeda motor	0,5 - 1	0,2 - 0,5
Bus, truk 2 dan 3 sumbu	3	2
Bus tempel, truk > 3 sumbu	4	3

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

2.2 Waktu Pelaksanaan CTB Menggunakan Metoda Diagram Balok (Bar Chart) dan Konvensional

Tabel 2.5 Jadwal pelaksanaan pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Minggu				
1	Persiapan					
2	Pek. CTB					

Sumber : *Henry Gantt* diagram balok

2.2.1 Analisa Satuan Pekerjaan

Dalam perhitungan analisa pekerjaan CTB adalah :

- Tenaga

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (\text{Tk} \times \text{Q4})/\text{P} \\ \text{Mandor} &= (\text{Tk} \times \text{Q4})/\text{M} \end{aligned}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

- Bahan

$$\begin{aligned} \text{Agregat kelas A} &= 1\text{m}^3 \times \text{Fh1} \\ \text{Semen(PC)} &= s \times 1\text{m}^3 \times \text{D1} \times 1000 \times \text{Fh2} \end{aligned}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

- Alat

1. Wheel Loader

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{V \times \text{Fb} \times \text{Fa} \times 60}{\text{Fh1} \times \text{Ts1}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

2. Dump Truck (DT)

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{V \times \text{Fa} \times 60}{\text{Fh1} \times \text{Ts1}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

3. Motor Grader

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{\text{Lh} \times \text{b} \times \text{t} \times \text{Fa} \times 60}{\text{n} \times \text{Ts3}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

4. Vibrator Roller

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{\text{vx}1000\text{xbx t} \times \text{Fa}(2.8)}{\text{n}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

5. Water Tank Truck

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{V \times \text{n} \times \text{Fa}}{\text{Wc}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

6. Batching Plan

$$\text{Kapasitas prod./jam} = \frac{V \times \text{Fa} \times 60}{1000 \times \text{Ts}}$$

Sumber : Bintek, Analisa EI-541

Dari masing-masing analisa diatas, dapat diketahui volume pekerjaan CTB dalam satu hari kerja efektif adalah :

$$= \text{Q produksi alat} \times \text{jam kerja efektif perhari}$$

2.3 Perhitungan Pelaksanaan CTB

Menurut Abrar Husen,2009.Dalam perhitungan biaya proyek terdapat 2 komponen perhitungan biaya, yaitu biaya langsung dan tidak langsung

2.3.1 Biaya Langsung (Direct Cost)

yaitu biaya yang berhubungan langsung dengan pekerjaan di lapangan.Meliputi :

1. Biaya tenaga kerja
2. Biaya material, dan
3. Biaya peralatan

2.3.2 Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

Dalam perhitungan analisa harga satuan CTB dicantumkan beberapa biaya tak langsung diantaranya sebagai berikut :

- Alat bantu

Kereta dorong,sekop (Ls)

Dimana:

Ls = lump sum

- Overhead & profit

12% x jumlah harga tenaga,bahan dan peralatan

2.4 Mutu CTB

Sebelum melaksanakan pekerjaan Cement Trade Base (CTB) kita harus mengetahui campuran yang diperuntukkan pada suatu kontruksi secara proporsional sesuai dengan desain, ada beberapa desain yang mengacu dalam pekerjaan yaitu *Desain Mix Formula* (DMF) dan *Job Mix Formula* (JMF).

2.4.1 Desain Mix Formula (DMF) CTB

Desain Mix Formula (DMF) ialah rancangan campuran yang dibuat di laboratorium sebagai bentuk acuan dasar sebelum *Job Mix Formula* (JMF) dibuat. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan rancangan campuran, yaitu :

- Kuat tekan dari CTB

Menurut spesifikasi teknik bina marga 2010 Rev.2 5.5.3.3,Persyaratan kuat tekan (*unconfine compressive strength*) CTB umur = 7 hari ialah 45 – 55 kg/cm². Dengan menggunakan silinder ukuran 150 mm x 150 mm,Pengujian kuat tekan silinder $\sigma = P/A$

Dimana:

$$\begin{aligned} \sigma &= \text{tegangan tekan (kg/cm}^2\text{)} \\ P &= \text{beban maksimum (kg)} \\ A &= \text{luas penampang benda uji (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

- Kadar semen

Kadar semen ditentukan berdasarkan percobaan laboratorium.

- Kadar air optimum

$$\begin{aligned} \text{Rumus :} \\ W \text{ optimum} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\% \\ \text{Dimana :} \\ W &= \text{kadar air (\%)} \end{aligned}$$

- Berat isi campuran kering pada kadar air optimum

$$\text{Rumus :} \quad Yd \frac{Yw}{100 + W} \times 100\%$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Yd &= \text{berat isi kering (gr/cm}^3\text{)} \\ Yw &= \text{berat isi basah (gr)} \\ W &= \text{kadar air (\%)} \end{aligned}$$

- Agregat

Menurut spesifikasi teknik Bina Marga 2010 Rev.2 5.1.2,Secara keseluruhan Gradasi Agregat harus dalam batasan seperti berikut :

Tabel 2.6 Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan	Persen Berat yang lolos
---------------	-------------------------

ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas S
2"	50		100	
1,5"	37.5	100	88-95	100
1"	25.0	79-85	70-85	89-100
3/8"	9.50	44-58	30-65	55-90
No. 4	4.75	29-44	25-55	40-75
No. 10	2.0	17-30	15-40	26-59
No. 40	0.425	7-17	8-20	12-33
No. 200	0.075	2-8	2-8	4-22

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 Rev.2

2.4.2 Job Mix Formula (JMF) CTB

Job Mix Formula (JMF) ialah rancangan campuran yang dibuat dan diterapkan pada lapangan. Komposisi yang dibuat tidak boleh kurang dari nilai rancangan yang sudah ditetapkan Desain Mix Formula (DMF)

BAB III METODOLOGI

3.1 Start

3.2 Identifikasi

3.3 Parameter

- Manajemen Proyek
- Peraturan CTB
- Peraturan mutu CTB

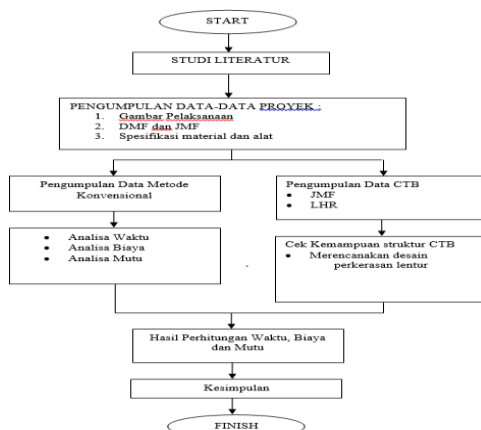
3.4 Pengumpulan Data

- Data primer
 - Gambar pelaksanaan
 - Harga Pekerjaan Satuan (HPS) Tahun 2013
- Data sekunder
 - Bina teknik analisa jalan
 - Manual desain perkerasan jalan
 - Spesifikasi teknik jalan

3.5 Analisa Data

- Waktu
- Biaya
- Mutu

3.6 Kerangka Konsep Penelitian



3.7 Hipotesis Awal

Struktur pondasi jalan dengan menggunakan CTB lebih efisien dibanding agregat. Maka ditinjau dari biaya akan sedikit lebih mahal karena penambahan PC dengan persen tertentu pada campuran material agregat. Tetapi mutu yang dihasilkan CTB akan lebih bagus dan kuat.

BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN TANPA CTB

4.1 Material Agregat Kelas B

4.1.1 Perencanaan Desain Fleksible Pavement tanpa CTB

Merencanakan tebal perkerasan tanpa CTB Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Nomor : 378/KPTS/1987, perhitungannya sebagai berikut :

Menurut P2JN versi IRMS Data – data

LHRT:

- Bus kecil..... 470
- Bus besar 47
- Truck 2 sumbu – ringan 263
- Truck 2 sumbu – medium..... 302
- Truck 4 sumbu – trailer 128

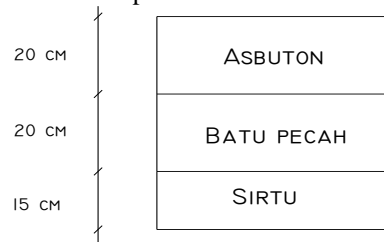
- LHR pada tahun 2013 (awal umur rencana) rumus $(1+i)^n$:
 - Bus kecil $470 \times (1 + 0,05)^4 = 571$
 - Bus besar $47 \times (1 + 0,05)^4 = 57$
 - Truck 2 sumbu – ringan $263 \times (1 + 0,05)^4 = 319$
 - Truck 2 sumbu – medium $302 \times (1 + 0,05)^4 = 366$
 - Truck 4 sumbu – trailer $128 \times (1 + 0,05)^4 = 155$
- LHR pada tahun 2033 (akhir umur rencana) rumus $(1+i)^n$:
 - Bus kecil $571 \times (1 + 0,05)^{20} = 1514$
 - Bus besar $57 \times (1 + 0,05)^{20} = 151$
 - Truck 2 sumbu – ringan $319 \times (1 + 0,05)^{20} = 846$
 - Truck 2 sumbu – medium $366 \times (1 + 0,05)^{20} = 970$
 - Truck 4 sumbu – trailer $155 \times (1 + 0,05)^{20} = 411$
- Menghitung angka E masing - masing kendaraan :
 - Bus kecil = $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
 - Bus besar = $0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
 - Truck 2 sumbu – ringan = $0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
 - Truck 2 sumbu – medium = $0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

- Truck 4 sumbu – trailer = 1,0375 + 2(0,1410) = 1,3195
- Menghitung LEP₂₀ tahun :
 - Bus kecil = 0,5 * 571 * 0,0004 = 0,1142
 - Bus besar = 0,5 * 57 * 0,1593 = 4,54
 - Truck 2 sumbu – ringan = 0,5 * 319 * 1,0648 = 169,83
 - Truck 2 sumbu – medium = 0,5 * 366 * 1,0375 = 189,86
 - Truck 4 sumbu – trailer = 0,5 * 155 * 1,3195 = 102,26
 - LEP = 466,60
- Menghitung LEA₂₀ tahun:
 - Bus kecil = 0,5 * 1514 * 0,0004 = 0,3028
 - Bus besar = 0,5 * 151 * 0,1593 = 12,027
 - Truck 2 sumbu – ringan = 0,5 * 846 * 1,0648 = 450,41
 - Truck 2 sumbu – medium = 0,5 * 970 * 1,0375 = 503,18
 - Truck 4 sumbu – trailer = 0,5 * 411 * 1,3195 = 271,15
 - LEA = 1237,06
- Menghitung LET :
 - LET₂₀ = 1/2 (LEP + LEA 20) = 1/2 (466,60 + 1237,06) = 851,83
- Menghitung LER :
 - LER₂₀ = LET₂₀ * UR/10 = 851,83 * 20/10 = 1703,66
- Mencari ITP :
 - Menurut tabel perhitungan nilai CBR asumsi pada ruas jalan Trenggalek – Tulungagung ialah 4,5%.

Sumber : Hasil perhitungan
 Dari grafik di atas diketahui Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) menunjukkan angka pada mistar tersebut 4,5. Dengan menghubungkan secara korelasi dapat diketahui harga Indeks Tebal Perkerasan (ITP) yang direncanakan sebesar 11,3 dan nilai FR 0,7.

- Menetapkan tabel perkerasan
 Dari tabel 4.2 dapat diambil nilai koefisien kekuatan tiap – tiap bahan yang akan dipakai
 Asbuton A1 = 0,35
 Batu pecah (CBR 100) A2 = 0,14
 Sirtu (CBR 50) A3 = 0,12
 UR = 20 tahun
 $ITP_{20} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$
 $11,3 = 0,35D_1 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot 15 = 0,35D_1 + 4,6$
 $D_1 = 19,12 = 20 \text{ cm (tebal minimum)}$
 Susunan Perkerasan _____
 Asbuton = 20 cm, Batu Pecah CBR 100 = 20 cm, Sirtu CBR 50 = 15 cm

Gambar 4.3 Susunan perkerasan



Sumber : Hasil perhitungan

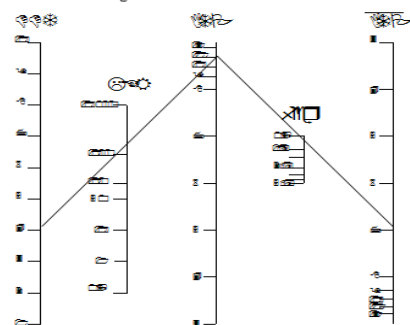
Tabel 4.1 Koefisien kekuatan relatif

Koefisien Kekuatan Relatif		Kekuatan Bahan		CBR (%)	Jenis Bahan
A1	A2	A3	X ₁₀ (kg)		
0,40	-	-	744	-	Lautan
0,35	-	-	590	-	
0,32	-	-	454	-	
0,30	-	-	340	-	Lautan Atas
0,28	-	-	340	-	
0,26	-	-	340	-	
0,25	-	-	340	-	Mencadam LAPEN (Mekasis) LAPEN (Manual)
0,24	-	-	340	-	
0,23	-	-	340	-	
-	0,28	-	390	-	Lautan Atas
-	0,24	-	340	-	
-	0,19	-	340	-	
-	0,15	-	-	-	LAPEN (Sikamar) LAPEN (Manual)
-	0,13	-	-	-	
-	0,11	-	-	-	
-	0,15	-	-	-	Stab tanah dengan semen
-	0,13	-	-	-	
-	0,11	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	Stab dengan kapur
-	0,14	-	-	18	
-	0,12	-	-	100	
-	0,13	-	-	80	Batu pecah (Kelas A)
-	0,12	-	-	60	Batu pecah (Kelas B)
-	0,13	-	-	70	Batu pecah (Kelas C)
-	0,12	-	-	30	Batu pecah (Kelas D)
-	0,11	-	-	30	Batu pecah (Kelas E)
-	0,10	-	-	20	Tanah Tempung Kapasitas

Sumber: Perencanaan tebal perkerasan lanjut metode analisa komponen

- Mncari ITP
 Grafik 4.2 Nomogram

Grafik 4.2 Nomogram



Sumber: Hasil perhitungan

4.4.2 Perhitungan Waktu

4.4.2.1 Metode Konvensional

perhitungan waktu yang dikerjakan dalam menyelesaikan item pekerjaan Agregat Kelas B adalah:

- Volume = 600 m³
- Tenaga kerja per hari
 - Mandor = 1 orang
 - Pekerja = 8 orang
 - Whell Loader = 1 unit
 - Dump Truck (DT) = 2 unit
 - Motor Graider = 1 unit
 - Vibrator Roller = 1 unit
 - Water Tanker = 1 unit
 - Batching Plan = 1 unit

- Kapasitas Produksi Tenaga

$$1. \text{Mandor} = \frac{7 \text{ jam} \times 269,75 \text{ m}^3/\text{jam}}{1 \text{ orang}} = 1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu yang diperlukan

$$t = \frac{600 \text{ m}^3}{1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,31 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

$$2. \text{Pekerja} = \frac{1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ orang}} = 236,031 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu yang diperlukan

$$t = \frac{600 \text{ m}^3}{236,031 \text{ m}^3/\text{hari}} = 2,54 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$$

- Kapasitas Produksi Alat

1. Wheel Loader
perhitungan pemindahan material sebagai berikut :

Waktu muat (T1) : 0,5 menit
Lain-lain (T2) : 1 menit
Ts = 0,5menit + 1 menit = 1,5 menit

• Perhitungan
= $\frac{1,80m^3 \times 0,9 \times 0,83 \times 60}{1,5 \times 7 \text{ jam}} = 313,74 m^3/\text{hari}$

Waktu yang diperlukan
t = $\frac{600m^3}{313,74m^3/\text{hari}} = 1,9\text{hari} \sim 2 \text{ hari}$

2. Dump Truck

• Waktu siklus pemindahan material
Adapun perhitungan waktu tempuhnya sebagai berikut :

- Jarak dari Plant menuju lokasi pekerjaan (L)= 7 km
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 25 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 45 km/jam

Waktu tempuh isi (T1) = $(7 \text{ km} : 25 \text{ km/jam}) \times 60 = 16,80 \text{ menit}$

Waktu tempuh kosong (T2)= $(7 \text{ km} : 45 \text{ km/jam}) \times 60 = 9,33 \text{ menit}$

Lain – lain (T3) = 1 menit
Ts = 16,80menit + 9,33menit + 1menit = 27,13 menit

• Perhitungan
= $\frac{10m^3 \times 0,83 \times 60}{27,13 \text{ jam}} = 180,93 m^3/\text{hari}$
= $180,93 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 361,86 m^3/\text{hari}$
= $361,86 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 723,72 m^3/\text{hari}$
= $723,72 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 1447,44 m^3/\text{hari}$
= $1447,44 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 2894,88 m^3/\text{hari}$

Waktu yang diperlukan
t = $\frac{600m^3}{214,06m^3/\text{hari}} = 2,8\text{hari} \sim 3 \text{ hari}$

3. Motor Graider

• Waktu siklus pemindahan material
Adapun perhitungan waktu yang dihasilkan untuk menghampar adalah :

- Panjang hamparan (Lh) = 80 m
- Kecepatan alat (v) = 4 km/jam

Perataan 1 lintasan (T1) = $\frac{80\text{meter}}{4 \text{ km/jam} \times 1000} \times 60 = 0,48 \text{ menit}$

Lain – lain (T2) = 0,25 menit
Ts = 0,48 menit + 0,25 menit = 0,73 menit

• Perhitungan
= $\frac{80m \times 1,6m \times 0,25m \times 0,83 \times 60}{0,73 \text{ jam}} = 363,84 m^3/\text{hari}$
= $363,84 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 727,68 m^3/\text{hari}$
= $727,68 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 1455,36 m^3/\text{hari}$
= $1455,36 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 2910,72 m^3/\text{hari}$
= $2910,72 m^3/\text{hari} \times 2 \text{ unit} = 5821,44 m^3/\text{hari}$

Waktu yang diperlukan
t = $\frac{600m^3}{2546,88m^3/\text{hari}} = 0,24 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$

4. Vibrator Roller

Tabel 4.21 jadwal pelaksanaan pekerjaan

Setelah penghamparan CTB pada penampang selesai, segera di padatkan dengan menggunakan alat Vibrator Roller.

• Perhitungan
= $\frac{(4 \text{ Km/jam} \times 1000) \times 1,3m \times 0,25m \times 0,83}{4 \text{ lintasan}} \times 7 \text{ jam} = 1888,25 m^3/\text{hari}$

Waktu yang diperlukan

t = $\frac{600m^3}{1888,25m^3/\text{hari}} = 0,31\text{hari} \sim 1 \text{ hari}$

5. Water Tanker

Fungsi dari Water Tanker ialah sebagai finishing dari rentetan pelaksanaan CTB dimana perawatan (Curring) dilakukan dengan cara menyiramkan air pada permukaan CTB yang sudah dipadatkan dengan volume air ±2% tiap meter persegi.

• Perhitungan
= $\frac{3m^3 \times 0,94 \text{ kali} \times 0,83}{0,015m^3} \times 7 \text{ hari} = 1097,04 m^3/\text{hari}$

Waktu yang diperlukan

t = $\frac{600m^3}{1097,04m^3/\text{hari}} = 0,54\text{hari} \sim 1 \text{ hari}$

4.4.3.2 Metode Diagram Balok

Diagram balok dibuat dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai dan penyelesaian.

Tabel 4.20 jadwal pelaksanaan pekerjaan

No	Kegiatan Pekerjaan	volume	sat	Minggu ke 1									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Persiapan			1									
2	Agregat Kelas B	600	M ³	1	2	3							

Sumber : Hasil perhitungan penjadwalan

Cara perhitungan :

Pada jadwal pelaksanaan yang sudah ditentukan nilai volume yang direncanakan di bagi kemampuan produksi pekerjaan di bagi kemampuan produksi pekerjaan sebagai dasar acuan kemampuan produksi CTB yaitu kapasitas produksi alat Batching Plan.
= $\frac{600m^3}{232,4m^3/\text{hari}} = 3 \text{ hari}$

4.5 Perhitungan Pelaksanaan tanpa CTB

4.5.1 Biaya Langsung (Direct Cost)

Pada pekerjaan pelebaran jalan Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung biaya 1 m³ Agregat Kelas B sebagai berikut

No	Uraian	Sat	Harga Satuan (Rp)
Harga dasar satuan upah			
1	Pekerja	jam	6,800
2	Mandor	jam	9,250
Harga dasar satuan bahan			
1	Agregat Kelas A	m ³	164,610
2	Agregat Kelas B	m ³	130,095
3	Semen (PC)	kg	1,450
Harga dasar satuan alat			
1	Wheel loader	jam	606,184.19
2	Dump truck	jam	675,187.71
3	Motor Graider	jam	809,009.25
4	Vibrator Roller	jam	573,879.19
5	Water Tanker	jam	285,784.13
6	Batching Plan	jam	325,000
7	Tandem Roller	jam	573,879
8	Alat bantu	ls	14,48

Sumber : HSD BBJN V

Sebagai pembanding biaya material Agregat Kelas B per 1 m³ sebagai berikut :

Perhitungan :

- Tenaga

• Pekerja = $\frac{7 \text{ jam} \times 8 \text{ orang}}{1888,25 \text{ m}^3}$
= 0,0370 jam $\frac{1888,25 \text{ m}^3}{1888,25 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,0297 jam x 6,800 = 251.44

• Mandor = $\frac{7 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{1888,25 \text{ m}^3}$
= 0,0092 jam $\frac{1888,25 \text{ m}^3}{1888,25 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,0092 jam x 10,700 = 98.91

Jumlah harga tenaga Rp. 350.35

- Bahan

• Agregat Kelas B = $1 \times 1,27$
= 1,27 m³
Jumlah harga Bahan = 1,27 m³ x 130,095 = 165,220

- Alat

• Wheel Loader = $\frac{1}{108.18 \text{ m}^3}$
= 0,0092 jam $\frac{108.18 \text{ m}^3}{108.18 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,0092 jam x 606,184 = 5,603.65

• Dump Truck = $\frac{1}{6.21 \text{ m}^3}$
= 0,1611 jam $\frac{6.21 \text{ m}^3}{6.21 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,1611 jam x 321,378 = 51,771.07

• Motor Graider = $\frac{1}{608.67 \text{ m}^3}$
= 0,0016 jam $\frac{608.67 \text{ m}^3}{608.67 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,0016 jam x 809,009 = 1,329.15

• Tandem Roller = $\frac{1}{200 \text{ m}^3}$
= 0,0050 jam $\frac{200 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3}$
Jumlah harga = 0,0050 jam x 573,879 = 2,869.40

$\frac{1}{250 \text{ m}^3}$

• Water Tanker =
= 0,0040 jam
Jmlh harga = $0,0040 \text{ jam} \times 285,784 = 1,143.14$

Jumlah harga peralatan Rp. 62,766.20

Jumlah harga tenaga, alat dan bahan :
Rp. 350.35 + Rp 165.220 + 62,766.20 =
Rp. 256,966.82

4.5.2 Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

- Alat bantu

• Kereta dorong = 2 buah

• Sekop = 3 buah

Jumlah harga = 1 x 14,48 = Rp. 14,48

- Over head & profit

12% x 444,563.88 = Rp. 53,347.66

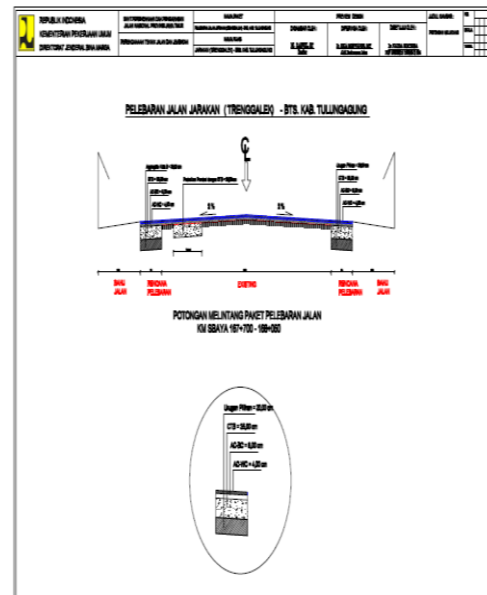
BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN CTB

5.1 Material CTB

5.1.2 Perencanaan Desain Flexible Pavement dengan CTB

Pada pekerjaan Pelebaran Jalan Trenggalek-Bts. Kab. Tulungagung desain yang digunakan dalam pelaksanaan dengan menggunakan CTB tertuang pada Gambar 4.4

Gambar 5.1 Gambar pelaksanaan



efisien, aman dan nyaman. Maka dari itu merencanakan tebal pondasi perkerasan Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor : 22.2/KPTS/Db/2012, Tanggal 30 Maret 2012, menentukan desain tebal CTB ialah:

5. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Diketahui umur rencana perkerasan lentur dengan elemen lapis aspal dan lapisan berbutir dan CTB ditetapkan (UR) = 20 tahun.

6. Lalu lintas (i)
Perhitungan :

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i}$$

$$R = \frac{(1 + 5\%)^{20} - 1}{5\%}$$

$$R = 33,07$$

7. Angka LHRT setiap jenis kendaraan

Sebelum menghitung nilai beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* terlebih dahulu mencari nilai LHRT dikalikan dengan factor ekuivalen beban tiap golongan.

Tabel 5.2 Tabel nilai LHRT

Urut survey	Direction	Go1	Go2	Go3	Go4	Go5A	Go5B	Go6A	Go6B	Go7A	Go7B	Go7C	TRUCK	TRAILER
08-07	T	852	156	181	108	12	2	48	8	3	3	4	1	40,08
07-08	T	758	187	258	182	14	3	83	14	5	8	8	2	47,82
08-08	T	688	188	241	183	18	3	78	14	3	4	8	1	47,83
08-10	T	875	212	283	174	14	3	82	18	4	8	4	1	48,47
10-11	T	827	210	283	171	17	1	78	18	4	8	8	5	48,79
11-12	T	846	202	244	184	18	1	72	18	4	8	3	9	48,18
12-13	T	831	203	244	185	18	2	85	15	4	4	2	7	48,11
13-14	T	827	235	279	188	17	2	88	18	6	7	5	8	48,72
14-15	T	819	240	280	187	14	1	82	18	6	5	7	8	48,58
15-16	T	578	257	312	219	15	2	83	18	8	8	8	10	48,87
16-17	T	482	235	285	182	15	0	84	18	8	3	4	11	48,88
17-18	T	374	238	281	185	12	2	84	12	5	8	3	12	47,80
18-19	T	318	182	188	133	15	1	48	15	5	4	3	13	48,38
19-20	T	210	142	172	117	8	0	38	12	4	0	1	14	44,12
20-21	T	281	118	140	84	8	0	42	18	3	2	0	15	48,88
21-22	T	215	88	118	78	8	1	38	5	3	1	0	16	48,88
22-23	T	118	81	75	58	6	0	28	3	0	0	0	17	52,88
23-24	T	75	38	48	38	4	0	17	2	2	0	1	18	58,48
08-01	T	51	31	38	28	5	0	22	5	2	0	0	19	61,42
10-02	T	32	31	37	28	4	0	18	3	0	0	2	20	57,88
08-03	T	31	22	27	17	5	0	21	4	0	0	0	21	68,44
08-04	T	38	18	25	14	5	0	18	5	0	0	0	22	68,88
04-05	T	88	30	38	24	8	0	28	8	0	0	2	23	68,88
08-06	T	284	74	81	82	8	0	37	8	3	0	2	24	62,44
08-07	T	625	138	184	118	12	0	82	8	2	1	1	25	68,88
07-08	T	743	188	237	188	18	4	88	12	5	3	2	26	68,84
08-08	T	848	188	231	188	18	4	88	17	1	4	4	27	68,88
08-10	T	815	212	288	174	13	4	88	17	8	8	4	28	68,88
10-11	T	860	225	272	184	18	1	72	18	8	7	4	29	62,74
11-12	T	578	188	238	181	14	0	82	18	6	4	4	30	68,78
12-13	T	527	210	284	171	14	2	82	18	2	4	7	31	68,31
13-14	T	838	210	280	178	15	3	82	17	7	8	8	32	68,34
14-15	T	623	288	312	211	13	1	87	17	8	5	3	33	68,83
15-16	T	578	280	318	213	14	0	84	18	8	8	8	34	68,81
16-17	T	642	280	304	205	14	2	88	18	8	8	8	35	62,38
17-18	T	484	280	300	204	12	1	88	18	8	7	8	36	58,77
18-19	T	437	188	238	184	12	0	48	18	4	3	8	37	48,78
19-20	T	344	188	188	138	15	0	42	18	4	3	1	38	61,88
20-21	T	317	138	181	101	8	0	48	8	3	2	0	39	68,88
21-22	T	288	88	138	88	7	1	27	8	7	1	1	40	47,71

Tabel 5.3 Kalkulator VDF

Jenis Kendaraan	Kategori	Alternatif	Urutan kendaraan	Barang yang diangkat	Faktor ekivalensi beban (VDF = ESA / kendaraan)		DATA PEKERJAAN		
					Pangkat	Pangkat ⁴	LHRT per jenis kendaraan	Hitungan VDF * LHRT	Hitungan VDF * ANGK
5a	5a	Bus Kecil			0,3	0,81	470	181	84
5b	5b	Bus Besar			1	1	47	47	47
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu - ringan	umum		0,3	0,81	263	789	582
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu - ringan	berat, pasak, baja		0,8	0,64	0	0	0
6b.1	7.1	Truk 2 sumbu - medium	umum		0,7	0,49	302	289	1382,4
6b.2	7.2	Truk 2 sumbu - medium	berat, pasak, baja		1,4	1,96	0	0	0
6b.3	8.1	Truk 2 sumbu - berat	umum		0,8	0,64	0	0	0
6b.4	8.2	Truk 2 sumbu - berat	berat, pasak, baja		2,8	7,84	0	0	0
7a.1	9.1	Truk 3 sumbu	umum		7,8	60,84	0	0	0
7a.2	9.2	Truk 3 sumbu	berat, pasak, baja		28,1	789,61	0	0	0
7a.3	9.3	Truk 3 sumbu	berat, pasak, baja		28,9	835,21	0	0	0
7b	10	Truk 4 sumbu dan trailer	umum		38,9	1513,21	0	0	0
7c.1	11	Truk 4 sumbu - trailer	umum		13,8	190,44	178	1748,6	3492
7c.2	12	Truk 5 sumbu - trailer	umum		19	361	0	0	0
7c.3	13	Truk 5 sumbu - trailer	umum		38,3	1466,89	0	0	0
7c.4	14	Truk 6 sumbu - trailer	umum		41,8	1747,24	0	0	0
TRAFFIC MULTIPLIER UNTUK JALAN 2 LAJUR YANG DIGUNAKAN DALAM DESAIN PERKERASAN							ESA hari per hari survey lain	3460,1	

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2011

1. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Cara perhitungan nilai ESA :

$$ESA = (\sum \text{jenis kend. LHRT} \times \text{VDF}) \times \text{DL} = 3460,14$$

Dari nilai ESA dapat diketahui beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)*.

Cara perhitungan nilai ESA :

$$CESA_4 = ESA \times 365 \times R = 3460,14 \times 365 \times 33,07 = 41,765,792.88 \text{ juta}$$

Traffic Multiplier (TM) atau kerusakan pada lapisan permukaan aspal yang disebabkan oleh lalu lintas yang dinyatakan dalam ESA_4
Kerusakan lapisan aspal = $ESA_{\text{aspal}} = ESA_5 = TM_{\text{lapisan aspal}} \times ESA_4$

Dimana :

ESA_{aspal} = jumlah pengulangan sumbu standar untuk desain lapisan aspal total lebih besar dari 50 mm (tidak berlaku untuk lapisan yang tipis)

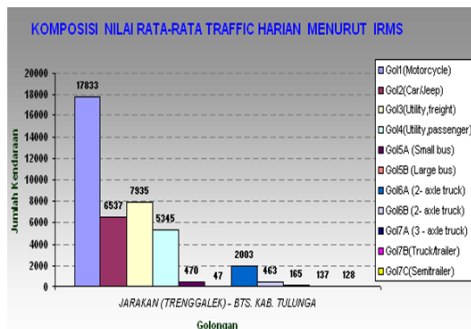
ESA_4 = jumlah pengulangan sumbu standar dihitung dengan menggunakan rumus pangkat 4 yang digunakan untuk desain Pondasi jalan.

Nilai $TM_{\text{kelelahan lapisan aspal}}$ ($TM_{\text{lapisan aspal}}$) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 – 2.

Perhitungan nilai $CESA_5$:

$$CESA_5 = TM \times CESA_4 = 1,85 \times 41,765,792.88 = 77,266,716.83 \text{ juta}$$

Tabel 5.4 Desain Perkerasan



Sumber : Survey P2JN menurut IRMS

Tabel 5.4 Desain perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ESA20(tahun (guta) (Pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 - 0.5	0.1 - 4	4 - 10	10 - 30	>30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4					2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A					
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB(pangkat 5)	3					1,2
AC dengan CTB (pangkat 5)	3					1
AC tebal > 100mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A					1,2
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3					
Burda atau butru dengan LFA kelas A atau natuan asli	Gambar 6					
Lapis pondasi soil	6					

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

 Solusi yang diutamakan karena murah

 Alternatif

Catatan : tingkat kesulitan

1. Kontraktor kecil – medium
2. Kontraktor besar dengan sumber daya memadai
3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli kusus

Berdasarkan tabel diatas terdapat 4 alternatif yang diutamakan (lebih murah) :

1. Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat
2. AC dengan CTB
3. AC dengan tebal > 100 mm dengan lapis pondasi berbutir
4. AC WC dengan modifikasi atau SMA dengan modifikasi CTB.

Oleh karena itu menentukan Subgrade yang seragam dan daya dukung Subgrade terlihat pada tabel 4.8 dan 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.8 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Jenis kendaraan	Jalan raya	Perkotaan
Mobil penumpang, taxi, pickup, minibus	1	1
Sepeda motor	0,5 - 1	0,2 - 0,5
Bus, truk 2 dan 3 sumbu	3	2
Bus tempel, truk > 3 sumbu	4	3

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Table 5.5 Tabel LHRT

Tabel 5.5 Tabel LHRT

No.	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	SMP	LHRT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) x (4)
1.	Light bus	470	3	1410
2.	Heavy bus	47	3	141
3.	2-Axle truck-light	2631	3	7893
4.	2-Axle truck-light			
5.	2-Axle truck-medium			
6.	2-Axle truck-medium			
7.	2-Axle truck-heavy			
8.	2-Axle truck-heavy			
9.	3-Axle truck			
10.	3-Axle truck			
11.	3-Axle truck twin steer axle	302	3	906
12.	2-Axle truck and 2 axle towed trailer			
13.	4 Axle truck trailer	128	4	512
14.	5 Axle truck trailer			
15.	5 Axle truck trailer			
16.	6 Axle truck trailer			
	Total LHRT			10862

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Pada pekerjaan Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung sebelum pelaksanaan pekerjaan pelebaran, harus diketahui nilai CBR, adapun nilai CBR asumsi yang ditentukan pada tabel 5.6 berikut :

Table 5.6 perkiraan nilai CBR tanah dasar

Tabel 5.6 Perkiraan nilai CBR tanah dasar

Jenis Tanah	PI	LHRT <2000			LHRT >2000		
		Di bawah standar desain minimum	standar desain minimum	>1200 mm di bawah formasi	Di bawah standar desain minimum	standar desain minimum	>1200 mm di bawah formasi
Lempung gemuk	50-70	2	2	2	2	2	2
Lempung lemas	40	2,5	2,7	3	2,5	2,8	3
	30	3	3,3	4	3,5	3,8	4
Lempung pasiran	20	4	4,3	5	4,5	4,8	5,5
	10	5	5,5	6,5	5	5,5	6
Leras		1	1,3	2	1	1,3	2
Tanah berbutir							

Dunakan CBR Laboratorium (%)

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Dengan nilai LHRT 10862 > 2000 SMP, FSL < 1000 mm. asumsi struktur tanah berupa lempung kepasiran, dan asumsi nilai CBR tanah dasar = 4,5%.

5. Membuat Desain Jalan Minimum

Dengan nilai CBR 4,5% dapat diketahui solusi desain minimum untuk menekan anggaran yang berlebih. pada tabel 5.6 dijelaskan tiap-tiap pengelompokan struktur sesuai dengan nilai CBR yang dihasil. Untuk lebih jelasnya lihat tabel dibawah

Tabel 5.7 solusi desain jalan minimum

Tabel 5.7 Uraian dan jenis minimum

CBR Tanah Dasar (hal 39)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur Desain Pondasi	Uraian Struktur Pondasi Jalan	Lalu Lintas Lahir Dengan Umur Rencana 40 tahun (Jala CESA)			
				< 2	2 - 4	> 4	
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pembuatan beragreg <200 mm tebal lepas)	Tebal minimum peningkatan tanah dasar			
5	SG5			Tidak perlu peningkatan			
4	SG4			100	150	200	
3	SG3			150	200	300	
2.5	SG2.5			175	250	350	
Tanah ekspansif (potential swell > 5%)				AE	400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ²		SG1 alternatif ¹	B	Lapis penopang (capping layer) ^{2(a)}			
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum - peraturan lain digunakan)				D	Atau lapis penopang dari geogrid ^{2(b)}		
					1000	1100	1200
					650	750	850
					1000	1250	1500

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Pada tabel diatas penentuan prosedur desain pondasi tergantung pada nilai CBR tanah dasar, nilai CBR tanah dasar pada pekerjaan Pelebaran Jalan Nasional Tulungagung - Bts. Kab. Trenggalek ditetapkan 4,5%. Uraian yang dihasilkan pada struktur pondasi meliputi perbaikan tanah dasar dengan bahan stabilitas kapur atau timbunan pilihan tebal minimum 20 mm.

Table 5.8 desain Perkerasan Lentur

Tabel 5.8 Desain perkerasan lentur

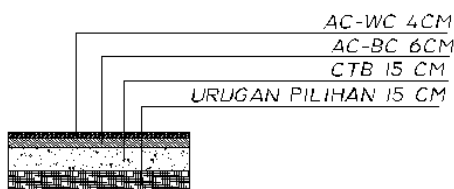
	STRUKTUR PERKERASAN							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun rekorsional (pangkat D) (10 ⁶ CESA)	< 0.5	0.5 - 2.0	0.5 - 4	4 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500
Jenis permukaan yang umum	HRS, SS, atau Permac	HRS	AC atau AC ₁	AC ₂	AC ₃	AC ₄	AC ₅	AC ₆
Jenis lapis Pondasi dari lapis Pondasi bawah	Berbutir A (2)				Demam Treated base (CTB) (= cement treated base A (2))			
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS WC	30	30	30	40	40	40	50	50
HRS Base	35	35	35	45	45	45	55	55
AC binder lapis 1				40	40	40	50	50
AC binder lapis 2				40	40	40	50	50
AC binder lapis 3				40	40	40	50	50
AC binder lapis 4				40	40	40	50	50
CTB				150	150	150	150	150
Base A lapis 1	150	150	125	150	150	150	150	150
Base A lapis 2				150	150	150	150	150
Base B lapis 1				150	150	150	150	150
Base B lapis 2				150	150	150	150	150
Base A, Base B atau kerikil alam asli (distribusi dengan CBR > 10%)	150	125	125					

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2012

Berdasarkan bagan di atas dengan nilai CESA 5 = 53.271.277,4 diperoleh struktur perkerasan A6 dengan ketebalan CTB minimal = 150 mm.

Pada pekerjaan Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek - Bts. Kab. Tulungagung desain susunan perkerasan jalan pada gambar di bawah ini



Gambar 5.9 Desain Perkerasan jalan Trenggalek -bts. Kab. Tulungagung

5.2 Tabel Perbandingan Desain Perkerasan dengan CTB vs tanpa CTB

Perbandingan desain pondasi menggunakan CTB lebih efisien dari pada

tanpa CTB.untuk lebih jelasnya lihat tabel 5.10 dibawah ini.

Tabel 5.10 Susunan Perkerasan Jalan

Susunan Perkerasan dengan CTB	Susunan Perkerasan tanpa CTB
AC - WC 4 cm AC - BC 6 cm CTB 15 cm Base A Lapis II/Base B 15 cm	ASBUTON 20 cm Batu Pecah 20 cm Sirtu 15cm

Sumber : Perhitungan

Pada tabel diatas, desain CTB dengan tebal 150 mm dapat menerima beban 50jt - 100jt ESA. Sedangkan dengan beban dan susunan yang sama perkerasan tanpa CTB menggunakan ASBUTON tebal perkerasan mencapai 20cm yang mana susunan kontruksi tersebut lebih boros 10 cm.

5.3 Tabel Perbandingan Quality CTB vs Agregat kelas B (SIRTU)

Adapun hasil laboratorium dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah ini.

Tabel 5.11 Perbandingan Quality

No.	Keterangan	Sat	CTB	Agregat Kelas B
1.	Abrasi	%	39	34
2.	Berat Jenis dan Penyerapan air	%	Agregat halus 1. Berat Jenis = 2,74 2. Penyerapan Air = 2,55 Agregat kasar 1. Berat Jenis = 2,79 2. Penyerapan Air = 2,77	Agregat Halus 1. Berat jenis = 2,65 2. Penyerapan Air = 2,78 Agregat kasar 1. Berat Jenis = 2,73 2. Penyerapan Air = 2,54
3.	Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg	%	-	Batas Cair LL = 26,68 Batas Plastis PL = 18,02 Indeks Plastis = 8,66
4.	Percobaan Pematatan dan CBR	%	W optimum = 10,24 CBR = -	W optimum = 11,47 CBR optimum = 67,34%
5.	Pengujian Kuat Tekan	Kg/cm ²	PC 7% = 81,63	-

Sumber: Tabel Design mix laboratorium jalan DinasPekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

Sumber : Tabel Design mix laboratium jalan DinasPekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Jawa Timur

5.4 Pelaksanaan Cemen Trade Base (CTB)

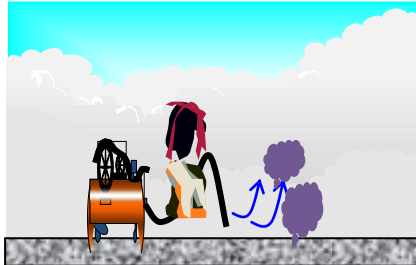
Menurut Eka Yongtono,ST Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (CTB) ini meliputi penyediaan material, pencampuran dengan alat campur berpengerak sendiri (Self propelled mixer), pengangkutan, penghamparan, pemadatan dengan roller, pembentukan permukaan (shaping), perawatan (curing), dan penyelesaian (finishing) daan kegiatan insidental yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan lapis pondasi agregat semen, sesuai dengan Spesifikasi, garis

kelandaian, ketebalan dan penampang melintang.

5.4.1 Metode Pelaksanaan

Adapun metode pelaksanaan CTB pada pekerjaan Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung ialah

1. Pembersihan lokasi kerja



Gambar 5.12 Pembersihan menggunakan compressor

2. Produksi CTB Plant

Percobaan campuran (trial mix) dan percobaan dilapangan (field trial) dilakukan sebelum CTB di produksi untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya dengan volume yang sesuai dengan area penghamparan.



Gambar 5.13 Stone Crusher pemecahan dan pemisahan batu

3. Pengangkutan CTB dari Plant menuju Lokasi

4. Penghamparan CTB

Material dituang dari dump truck ke lahan yang sudah siap dan dihampar sesuai dengan ketebalan rencana dengan menggunakan *Excavator* dan dibantu dengan *Motor Grader*



Gambar 5.14 Penghamparan CTB pada pelebaran jalan Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung

5. Pemadatan CTB dan Curing

CTB yang sudah dihampar segera dipadatkan. Pemadatan dilakukan dalam tiga tahap yaitu :

Penggilasan awal, Penggilasan sekunder dan Penggilan akhir.



Gambar 5.15 Pemadatan dan curing CTB pada pelebaran jalan Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung

5.4.2 Perhitungan Waktu

5.4.2.1 Metode Konvensional

Pada proyek Pelebaran Jalan Trenggalek – Kab. Tulungagung perhitungan waktu yang dikerjakan dalam menyelesaikan item pekerjaan CTB adalah:

- Volume = 600 m³

- Tenaga kerja per hari

- Mandor = 1 orang
- Pekerja = 8 orang
- Wheel Loader = 1 unit
- Dump Truck (DT) = 2 unit
- Motor Graider = 1 unit
- Vibrator Roller = 1 unit
- Water Tanker = 1 unit
- Batching Plan = 1 unit

- Kapasitas Produksi Tenaga

$$3. \text{ Mandor} = \frac{7 \text{ jam} \times 269,75 \text{ m}^3/\text{jam}}{1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1 \text{ orang}$$

Waktu yang diperlukan

$$\frac{600 \text{ m}^3}{1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$t = \frac{236,031 \text{ m}^3/\text{hari}}{7 \text{ jam} \times 269,75 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,31 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

4. Pekerja = $\frac{1 \text{ orang}}{236,031 \text{ m}^3/\text{hari}}$

Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{236,031 \text{ m}^3/\text{hari}} = 2,54 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$

- Kapasitas Produksi Aiat

6. Wheel Loader

- Waktu siklus pemindahan material Untuk pemindahan material dari stock plan menuju batching plan dibutuhkan alat angkut.
Waktu muat (T1) : 0,5 menit
Lain-lain (T2) : 1 menit
Ts = 0,5menit + 1 menit = 1,5 menit
- Perhitungan
= $\frac{1,80 \text{ m}^3 \times 0,9 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 1,5 \text{ menit}}$
= 44,82 m³ x 7jam = 313,74 m³/hari
Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{313,74 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1,9 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$

7. Batching Plan

- Waktu siklus pemindahan material
Waktu muat (T1) : 0,45 menit
Waktu mengaduk (T2) : 0,30 menit
Waktu menuang (T3) : 0,25 menit
Waktu menunggu,dll (T4) : 0,20 menit
Ts = 0,45menit + 0,30 menit + 0,25 menit + 0,20 menit = 1,20 menit
- Perhitungan
= $\frac{800 \text{ liter} \times 0,83 \text{ kali} \times 0,83}{1000 \times 1,20 \text{ menit}}$
= 33,20 m³ x 7 jam = 232,4 m³/hari
Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{232,4 \text{ m}^3/\text{hari}} = 2,5 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$

8. Dump Truck

- Waktu siklus pemindahan material Material yang sudah di campur siap dituangkan ke dalam bak truck dan segera di bawa ke lokasi tujuan untuk digelar. Jarak dari Plant menuju lokasi pekerjaan (L)= 7 km

- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 25 km/jam

- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 45 km/jam

Waktu tempuh isi (T1) = $(7 \text{ km} : 25 \text{ km/jam}) \times 60 = 16,80 \text{ menit}$

Waktu tempuh kosong (T2) = $(7 \text{ km} : 45 \text{ km/jam}) \times 60 = 9,33 \text{ menit}$

Lain – lain (T3) = 1 menit

Ts = 16,80menit + 9,33menit + 1menit = 27,13 menit

- Perhitungan

= $\frac{10 \text{ m}^3 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 27,13 \text{ menit}}$

= 15,29 m³ x 7 jam = 107,03 m³/hari

= 107,03 m³/hari x 2 unit = 214,06 m³/hari

Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{214,06 \text{ m}^3/\text{hari}} = 2,8 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$

9. Motor Graider

- Waktu siklus pemindahan material

- Panjang hamparan (Lh) = 80 m

- Kecepatan alat (v) = 4 km/jam

Perataan 1 lintasan (T1) = $\frac{80 \text{ meter}}{(4 \text{ km/jam} \times 1000) \times 60} = 0,48 \text{ menit}$

Lain – lain (T2) = 0,25 menit

Ts = 0,48 menit + 0,25 menit = 0,73 menit

- Perhitungan

= $\frac{80 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,83 \times 60}{6 \text{ lintasan} \times 0,73 \text{ menit}}$

= 363,84 m³ x 7 jam = 2546,88 m³/hari

Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{2546,88 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,24 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$

10. Vibrator Roller

Setelah penghamparan CTB pada penampang selesai, segera di padatkan dengan menggunakan alat Vibrator Roller.

- Perhitungan

= $\frac{(4 \text{ Km/jam} \times 1000) \times 1,3 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,83}{4 \text{ lintasan}}$

= 269,75 m³ x 7 jam = 1888,25 m³/hari

Waktu yang diperlukan = $\frac{600 \text{ m}^3}{1888,25 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,31 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$

11. Water Tanker

Fungsi dari Water Tanker ialah sebagai finishing dari rentetan pelaksanaan CTB dimana perawatan (Curring) dilakukan dengan cara menyiramkan air pada permukaan CTB yang sudah dipadatkan

dengan volume air ±2% tiap meter persegi.

- Perhitungan

$$\frac{3m^3 \times 0,94 \text{ kali} \times 0,83}{0,015m^3}$$

$$= 156,72 m^3 \times 7 \text{ hari} = 1097,04 m^3/\text{hari}$$

Waktu yang diperlukan

$$t = \frac{600m}{1097,04m^3/\text{hari}} = 0,54\text{hari} \sim 1 \text{ hari}$$

5.4.2.2 Metode Diagram Balok

Diagram balok dibuat dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai dan penyelesaian.

Tabel 5.16 jadwal pelaksanaan pekerjaan

No	Kegiatan Pekerjaan	volume	s a t	Minggu ke 1									
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Persiapan			1									
2	CTB	600	M ³	1	2	3							

Sumber : Hasil perhitungan penjadwalan

Cara perhitungan :

Pada jadwal pelaksanaan yang sudah ditentukan nilai volume yang direncanakan di bagi kemampuan produksi pekerjaan dalam satu hari kerja (jam kerja). Sebagai dasar acuan kemampuan produksi CTB yaitu kapasitas produksi alat Batching Plan.

$$= \frac{600m}{232,4m^3/\text{hari}} = 3 \text{ hari.}$$

5.5 Perhitungan Pelaksanaan CTB

5.5.1 Biaya Langsung (Direct Cost)

Pada pekerjaan pelebaran jalan Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung biaya 1 m³ CTB sebagai berikut :

Table 5.17 jadwal pelaksanaan pekerjaan

Tabel 5.17 jadwal pelaksanaan pekerjaan

No	Uraian	Sat	Harga Satuan (Rp)
Harga dasar satuan upah			
1	Pekerja	jam	6,800
2	Mandor	jam	9,250
Harga dasar satuan bahan			
1	Agregat Kelas A	m ³	164,610
2	Agregat Kelas B	m ³	130,095
3	Semen (PC)	kg	1,450
Harga dasar satuan alat			
1	Wheel loader	jam	606,184.19
2	Dump truck	jam	675,187.71
3	Motor Graider	jam	809,009.25
4	Vibrator Roller	jam	573,879.19
5	Water Tanker	jam	285,784.13
6	Batching Plan	jam	325,000
7	Tandem Roller	jam	573,879
8	Alat bantu	ls	14,48

Sumber : HSD BBJN V

Sumber : HSD BBJN V

Perhitungan :

$$\begin{aligned} & \text{- Tenaga} && \frac{7 \text{ jam} \times 8 \text{ orang}}{=} \\ & \bullet \text{ Pekerja} && = \frac{1888,25m^3}{=} \\ & && = 0,0297 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah harga} = 0,0297 \text{ jam} \times 6,800 = 201.67$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Mandor} && \frac{7 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{=} \\ & && = \frac{1888,25m^3}{=} \\ & && = 0,0037 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah harga} = 0,0037 \text{ jam} \times 9,250 = 39.67$$

$$\text{Jumlah harga tenaga} \quad \text{Rp. 241.33} \quad +$$

- Bahan

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Agregat Kelas A} = 1 \times 1,2 \\ & && = 1,2 m^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah harga} = 1,2 m^3 \times 164,610 = 197,532$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Semen PC} = 7\% \times 1m^3 \times 1,6 \text{ ton}/m^3 \times 1000 \times 1,05 \\ & && = 117,6m^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah harga} = 117,6m^3 \times 1,450 = 170,520$$

$$\text{Jumlah harga bahan} \quad \text{Rp 368.052.00} \quad +$$

- Alat

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Wheel Loader} = \frac{1}{44,82 m^3} \\ & && = 0,0223 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah harga} &= 0,0223 \text{ jam} \times 606,184 \\ &= 15,524.86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Batching Plan} = \frac{1}{33,20 m^3} \\ & && = 0,0301 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah harga} &= 0,0301 \text{ jam} \times 325,000 = \\ &= 9,789.16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Dump Truck} = \frac{1}{15,29 m^3} \\ & && = 0,0654 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah harga} &= 0,0654 \text{ jam} \times 675,187 = \\ &= 44,144.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{ Motor Graider} = \frac{1}{363,84 m^3} \\ & && = 0,0027 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jumlah harga = 0,0027 jam x 809,009 = 2,223.56

- Vibrator Roller = $\frac{1}{269,75 \text{ m}^3} = 0,0037 \text{ jam}$

Jumlah harga = 0,0037 jam x 573,879 = 2,127.45

- Water Tanker = $\frac{1}{156,72 \text{ m}^3} = 0,0064 \text{ jam}$

Jmlh harga = 0,0064 jam x 285,784 = 1,823.48

Jumlah harga peralatan Rp. 76,270.55
 Jumlah harga tenaga, alat dan bahan :
 Rp. 241.33 + Rp 368,052,00 + 76,270.55 =
 Rp. 444,563.88

5.5.2 Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

- Alat bantu
 - Kereta dorong = 2 buah
 - Sekop = 3 buah
- Over head & profit
 - 12% x 444,563.88 = Rp. 53,347.66

5.6 Mutu CTB

5.6.1 Desain Mix Formula (DMF) CTB

- Kuat Tekan dari CTB
 Desain Mix Formula (DMF) CTB ialah
 Table 5.18 Hasil uji trial mix kuat tekan silinder

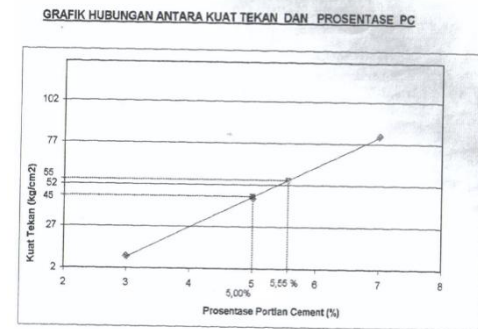
No.	Campuran	luasan		Beban Max		Tegangan	
		Cm ²	Kg	Kg	Kg/ Cm ²		
1	I (PC : 3 %)	176,79	1,665		9,42		
2		176,79	1,606		9,09		
3		176,79	1,626		9,20		
			Rata-rata		9,24		
1	II (PC : 5 %)	176,79	7,772		43,96		
2		176,79	7,812		44,19		
3		176,79	7,752		43,85		
			Rata-rata		44,00		
1	III (PC 7 %)	176,79	14,411		81,52		
2		176,79	14,431		81,63		
3		176,79	14,451		81,74		
			Rata-rata		81,63		

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim.

Gambar 5.19 Hasil Uji trial mix kuat tekan silinder

Gambar 5.19 Hasil uji trial mix kuat tekan silinder



Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim.

Dari hasil tabel dan grafik diatas percobaan dengan menggunakan kadar semen 3%, 5%, 7% yang masuk dalam kuat tekan silinder mengacu pada spesifikasi kerja 45 – 55 kg/cm² adalah 5%. Adapun Perhitungan tabel kuat tekan CTB diatas diperoleh dari :

$$\sigma = P/A$$

$$\text{Silinder I} = \frac{7,772 \text{ kg}}{176,79 \text{ cm}^2}$$

$$= 43,96 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Silinder II} = \frac{7,812 \text{ kg}}{176,79 \text{ cm}^2}$$

$$= 44,19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Silinder III} = \frac{7,752 \text{ kg}}{176,79 \text{ cm}^2}$$

$$= 43,85 \text{ Kg/cm}^2$$

Rata-rata hasil dari hasil uji silinder diatas :
 = ((silinder I + silinder II + silinder III) / 3)
 = ((43,96+44,19+43,85)/3)
 = 44,00 Kg/cm²

- Kadar Semen

- Kadar Air Optimum

Tabel 5.20 Hasil uji trial mix kadar air

No.	Uji	Unit	Nilai 1	Nilai 2
1	Berat tin box	(gr)	13,68	11,68
2	Berat tanah basah tin box	(gr)	49,81	50,27
3	Berat tanah basah tin box	(gr)	46,46	46,68
4	Berat air (2) - (3)	(gr)	3,35	3,59
5	Berat tanah kering (2) - (1)	(gr)	32,78	35,00

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

Perhitungan kadar air optimum :

$$\text{benda uji I} \quad \text{Berat air} \quad \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{3,35}{10,22} \times 100\%$$

$$= 32,78\%$$

$$\text{benda uji II} \quad \text{Berat air} \quad \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

W optimum =

$$= \frac{3,59}{35,00} \times 100\%$$

= 10,26 %

Rata-rata hasil dari hasil benda uji diatas :

$$= ((\text{benda uji I} + \text{benda uji II}) / 2)$$

$$= ((10,22 + 10,26) / 2)$$

$$= 10,24 \%$$

- Berat isi campuran kering pada kadar air optimum

Tabel 5.21 Hasil uji trial mix berat isi

1	Berat cetakan	(gr)	1,745
2	Berat tanah basah + cetakan	(gr)	3,828
3	Berat tanah basah	(gr)	2,083
4	Isi cetakan	(gr/cm)	943,3
5	Berat isi basah (3) / (4)		2,21

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

Perhitungan berat isi campuran kering :

$$Yd \frac{Yw}{100 + W} \times 100\%$$

$$= 2,21 \times 100\%$$

$$= 2,00 \text{ gr/cm}^3$$

- Agregat
Hasil *Desain Mix Formula* (DMF) agregat klas A sebagai acuan ialah

Tabel 5.22 Hasil uji trial mix agregat kasar

Ukuran Ayakan		% lolos	
ASTM	(mm)	"A"	Spek
2"	50	100	100
1,5"	37.5	100	100
1"	25.0	82,95	79-85
3/8"	9.50	49,93	44-58

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

Tabel 5.23 Hasil uji trial mix agregat halus

Ukuran Ayakan		% lolos	
ASTM	(mm)	"A"	Spek
No. 4	4.75	43,24	29-44
No. 10	2.0	29,32	17-30
No. 40	0.425	11,24	7-17
No. 200	0.075	3,85	2-8

Sumber : Laboratorium jalan Bina Marga Provinsi Jatim

5.6.2 Job Mix Formula (JMF) CTB

Desain Mix Formula (DMF) CTB yang terdiri dari Agregat Klas A, Semen dan air dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan *Job Mix Formula* (JMF). setelah selesai hasil dari *Job Mix Formula* (JMF)

Tabel 5.24 Hasil uji Job Mix Formula CTB

No	Jenis material	% Campuran
1	Agregat Klas A	93,00
2	Semen	7

Sumber : Laboratorium konstruksi PT. Moderna Tehnik

Tabel 5.25 Hasil uji kuat tekan silinder

No	Campuran	luasa	Beba	Teganga
		n	n	n
		Cm ²	KN	Kg/ Cm ²
1	I (PC : 7	176,7	96	55,44
	0%)	176,7	93	53,71
		176,7	92	53,13
		Rata-rata		54,09

Sumber : Laboratorium konstruksi PT. Moderna Tehnik

Tabel 5.26 hasil kombinasi campuran CTB

No.	1,5	1"	3/8"	#4	#1	#4	#2
Gradasi	10	80	50	34	21	9,	2,
asi	0	,8	,5	,5	,7	5	17
campuran		8	8	2	3	6	
spesi	10	79	44	29	17	7-	2-
filiasi	07					1	8

Sumber : Laboratorium konstruksi PT. Moderna Tehnik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan beban lalu lintas yang sama, desain material CTB hanya membutuhkan ketebalan pondasi = 15 cm dan tebal perkerasan hanya = 10 cm, sedangkan desain tanpa material CTB membutuhkan ketebalan pondasi = 35 cm dan tebal perkerasan mencapai = 20 cm.
2. Pelaksanaan pekerjaan material CTB pada Paket Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung menggunakan metode konvensional dimana volume yang tersedia 600m³ dapat terselesaikan selama 3 hari kalender kerja dengan rata-rata volume

produksi mencapai 232,4 m³/hari. Biaya untuk memproduksi 1 m³ CTB sampai dengan terpasang ialah Rp. 444,563.88. Sedangkan untuk memproduksi 1 m³ material Agregat Kelas B sampai dengan terpasang ialah Rp. 256,966.82. lebih mahal CTB tetapi kualitas yang dihasilkan lebih unggul. Struktur lapis pondasi atas perkerasan jalan pada Paket Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung menggunakan material CTB dengan persentase PC 7% per meter kubik hasil kuat tekan mencapai 54,09 kg/cm² sangat menguntungkan ditinjau dari segi desain yang berpengaruh pada tebal perkerasan.

5.2 Saran.

1. Dalam Pengawasan di pelebaran Pelebaran Jalan Nasional Trenggalek – Bts. Kab. Tulungagung dibutuhkan pengendalian lalu-lintas dengan system buka tutup untuk menunjang pekerjaan tanpa menghambat kelancaran pengguna jalan.
2. Dalam hasil perhitungan ITP maupun CTB hendaknya dibutuhkan anggaran yang sesuai dengan kebutuhan lapangan, supaya optimasi pengguna jalan dapat dipergunakan secara maksimal.