

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN RIGID PAVEMENT (STA 140 + 000 s/d STA 140+400) PADA RUAS JALAN TOL BAKAUHENI – TERBANGGI BESAR PROVINSI LAMPUNG

Gustaf Gautama

Jurusan Teknik Sipil Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai
Jl. Imam Bonjol No. 468 Langkapura Bandar Lampung
Email : gustafgautama70@gmail.com

Beton merupakan suatu campuran yang berisi pasir, kerikil dan agregat lainnya yang dicampurkan dengan semen serta air sehingga membentuk suatu massa yang menyerupai batu. Dalam bidang transportasi, beton dapat digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan yang dikenal dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Rigid pavement ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam mengatasi keadaan tanah dasar yang kurang baik dan besarnya beban yang bekerja. Dalam hal ini dibutuhkan bahan konstruksi beton yang mampu menahan beban tersebut. Oleh karena itu, pada pelaksanaan pembangunan jalan tol Bakauheuni – Terbanggi Besar (sta 140+000 s/d sta 140+400) sangat efektif menggunakan konstruksi perkerasan jalan *Rigid Pavement* baik pada tahapan pekerjaan, kekuatan maupun dari segi ekonomisnya.

Kata kunci : efektivitas perkerasan beton, rigid pavement, jalan tol

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial, budaya dan meningkatkan aktivitas masyarakat suatu daerah dalam memenuhi kebutuhan, baik untuk pendistribusian barang atau jasa maupun informasi bagi masyarakat.

Pembangunan jalan tol ini merupakan program Pemerintah dalam hal perbaikan infrastruktur untuk menunjang distribusi barang dan jasa Lintas Jawa-Sumatera sekaligus sebagai akses untuk menyambut Asean Games tahun 2018 yang akan dilaksanakan di Kota Palembang. Selain mempermudah konektivitas antar provinsi, pembangunan jalan tol ini akan meningkatkan minat investor untuk menanamkan modal di Sumatera maupun di Jawa.

Jalan Tol Bakauheni – Bandar Lampung Terbanggi Besar adalah jalan tol sepanjang 140,41 kilometer yang sedang dalam tahap pembangunan dan rutenya dimulai dari Pelabuhan Bakauheni (Lampung Selatan) hingga Terbanggi Besar (Lampung

Tengah). Jalan tol ini merupakan jaringan dari Jalan Trans-Sumatera.

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, maka dapat diberikan gambaran bagaimana pelaksanaan pekerjaan *Rigid Pavement* dan analisa teknik perkerasan beton (*rigid pavement*) yang efektif digunakan pada ruas jalan tersebut

LANDASAN TEORI

Pengertian Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah lapisan beton, dimana lapisan tersebut berfungsi sebagai *base course* sekaligus sebagai *surface course*. Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Perkerasan kaku terdiri dari 3 lapisan yaitu, tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), pelat beton (*concrete slab*).

Jenis-Jenis Perkerasan Kaku

Perkerasan Beton Semen

1. Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan
2. Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan
3. Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan
4. Perkerasan Beton Semen Pratekan

Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan dari perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekuatan yang cukup serta mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

Karakteristik Perkerasan (*Rigid Pavement*)

Karakteristik Agregat

Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran yang berupa berbagai jenis butiran atau pecahan yang termasuk di dalamnya abu (debu) agregat.

Agregat dalam campuran perkerasan pada umumnya merupakan komponen utama yang mengandung 90 – 95 % agregat berdasarkan presentase (%) berat atau 75 – 85 % agregat berdasarkan presentase (%) volume.

Jenis-jenis Agregat

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang lolos pada saringan $\frac{3}{4}$ (19,1 mm) dan tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm) terdiri dari batu pecah atau koral (kerikil pecah) berasal dari alam yang merupakan batu endapan.

Sifat-sifat Agregat Kasar adalah :

Kekuatan dan Kekerasan

Stabilitas mekanis agregat harus mempunyai suatu kekerasan untuk menghindari terjadinya suatu kerusakan akibat beban lalu lintas dan kehilangan kestabilan.

Bentuk dan Tekstur Agregat

Bentuk dan tekstur agregat mempunyai kestabilan dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Karakteristik dari lapisan perkerasan dapat dipengaruhi dari bentuk dan tekstur dari agregat tersebut.

Partikel agregat kasar dapat berbentuk : Bulat (*Rounded*)

Agregat yang dijumpai pada umumnya berbentuk bulat, partikel agregat bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan daya interceling yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

Lonjong (*Elongated*)

Partikel berbentuk lonjong dapat ditentukan di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan panjang jika ukuran terpanjang 1,8 kali diameter rata-rata indeks kelonjongan (*Elongated Indeks*) adalah perbandingan dalam persen dari berat agregat lonjong terhadap berat total.

Kubus

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah (*Stone Crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih halus, berbentuk bidang rata sehingga memberi *Intercoling* (saling mengunci yang lebih besar).

Pipih

Agregat berbentuk pipih mudah retak pada waktu pencampuran, pemadatan serta akibat beban lalu lintas. Oleh karena itu banyak agregat pipih dibatasi dengan menggunakan nilai indeks kepipihan yang di syaratkan.

Tidak beraturan (*Irregular*)

Besarnya gesekan dipengaruhi oleh jenis permukaan jenis permukaan

agregat yang dapat dibedakan atas agregat yang permukaannya keras, permukaan licin dan mengkilap (*Classy*) agregat yang permukaannya berpori.

Halus

Yang termasuk dalam fraksi agregat halus adalah yang lolos saringan No. 8 (2,38 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm) terdiri bahan-bahan berbidang kasar bersudut tajam dan bersih dari kotoran atau bahan-bahan yang tidak dikehendaki.

Filler

Filler yang artinya sebagai filler dapat dipergunakan debu, batu kapur, debu dolomite, atau semen dan harus bebas dari setiap benda yang harus dibuang. Filler mempunyai ukuran yang lolos 100 % lolos dari 0,60 mm dan tidak kurang dari 75 % berat partikel yang lolos saringan 0,075 mm (saringan basah).

Jenis-jenis filler

Jenis filler yang dipergunakan adalah abu batu, semen Portland, debu dolomite dan kapur dan lain-lain.

Syarat-syarat filler

1. Bahan filler terdiri dari abu batu, semen Portland, abu terbang, debu dolomite, kapur,dan lain-lain.
2. Harus kering dan bebas dari pengumpulan dan bila diuji dengan pengayakan basah harus mengandung bahan yang lolos saringan No. 200 tidak kurang dari 70 % beratnya.
3. Penggunaan kapur sebagai bahan pengisi dapat memperbaiki daya tahan campuran, membantu penyelimutan dari partikel agregat.

Kriteria Desain Dan Pelaksanaan Perkerasan Kaku

Kecepatan Rencana

Berdasarkan ketentuan Teknik, Tata Cara Pembangunan dan Pemeliharaan Jalan Tol Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No. 353/KPTS/M/2001 Pasal 7, bahwa kecepatan Rencana Jalan Tol harus memenuhi kriteria:

- a. Untuk daerah datar yang mempunyai lereng melintang rata-rata antara 0% sampai dengan 2,9% adalah 120 km/jam di luar kota, dan 80 km/jam di dalam kota.
- b. Untuk daerah perbukitan yang mempunyai lereng melintang rata-rata antara 3% - 24,9% adalah 100 km/jam di luar kota, dan 80 km/jam di dalam kota.
- c. Untuk daerah pegunungan yang mempunyai lereng melintang rata-rata 25% atau lebih adalah 80 km/jam di luar kota, dan 60 km/jam di dalam kota.

Dikarenakan Rencana Jalan Tol **Ruas Bakauheni-Terbanggi Besar** melalui daerah datar dan pegunungan, maka desain rencana yang digunakan adalah 80 km/jam untuk daerah pegunungan yaitu pada STA 0+000 s/d 20+000 dan 100 km/jam untuk daerah datar yaitu pada STA 20+000 s/d akhir. Rencana Jalan Tol ini merupakan jalan Tipe 1 Kelas 1 seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Kecepatan Rencana

Tipe	Kelas	Kecepatan Rencana (Km/Jam)
Tipe 1	Kelas 1	100, 80
	Kelas 2	80, 60*
Tipe 2	Kelas 1	60
	Kelas 2	60, 50
	Kelas 3	40, 30
	Kelas 4	30, 20

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan, Maret 1992 Direktorat Jendral Bina Marga Hal-11

Tabel 2. Kriteria Desain Geometrik Jalur Utama-Jalan Tol

No	Parameter Geometrik	Satuan	Usulan Kriteria Desain		Sumber referensi (*)
1	Kecepatan Rencana	Km/jam	80	100	No. 4
2	Parameter potongan melintang				
	Lebar Lajur Lalu Lintas *)	m	3,60	3,60	No. 4
	Lebar Bahu Luar	m	3,60	3,60	No. 4
	Lebar Bahu Dalam	m	1,50	1,50	No. 4
	Lebar Median (Termasuk Bahu Dalam)	m	5,50	5,50	No. 4
	Kemiringan Melintang Normal Jalur Lalu Lintas	%	2,00	2,00	No. 4
	Kemiringan Melintang Normal Bahu Luar Super Elevasi Maksimum	%	4,00	4,00	No. 4
	Tinggi Ruang Bebas Vertikal Minimum	%	8,00	8,00	No. 4
	Tinggi Ruang Bebas Diatas Jalan Rel Kereta Api	m	5,10	5,10	No. 4
	Tinggi Ruang Bebas Vertikal Sahuran Udara Tegangan Tinggi/Extra Tinggi - PLN:	m	6,50	6,50	No. 12
	SUTT 66 Kv	m	8,00	8,00	No. 9
	SUTT 150 Kv	m	9,00	9,00	No. 9
	SUTET 500 Kv	m	15,00	15,00	No. 9
3	Jarak Pandang Pandang Heati Minimum	m	110	185	No. 4
4	Parameter Alimemen Horizontal				
	Jari-Jari Tikungan Minimum	m	230	400	No. 4
	Jari-Jari Tikungan Minimum Yang Disarankan	m	400	700	No. 4
	Jari-Jari Tikungan Minimum Dengan Kemiringan Normal	m	3.500	5.000	No. 4
	Panjang Minimum Lengkung	m	140	170	No. 4
	Panjang Lengkung Peralihan Minimum	m	70	85	No. 4
	Jari-Jari Tikungan Minimum Tanpa Lengkung Peralihan	m	1.000	5.000	No. 4
	Kemiringan Permukaan Relatif Maksimum Bagian Lurus Maksimum	-	1/200	1/227	No. 4
			3.350	4.200	No. 4
5	Parameter Alimemen Vertikal				
	Landai Maksimum	%	4,00	3,00	No. 4
	Panjang Landai Kritis	m	7,00	800	No. 4
	Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal : Cembung	m	4.500	10.000	No. 4
	Cekung	m	3.000	4.500	No. 4
Panjang Minimum Lengkung Vertikal	m	70	85	No. 4	

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan perkerasan kaku :

1. Peran dan tingkat pelayanan Lalu Lintas
 - a. Volume lalu lintas
 - b. Konfigurasi sumbu dan roda
 - c. Beban sumbu
 - d. Ukuran dan tekanan ban
 - e. Pertumbuhan lalu lintas
 - f. Jumlah jalur dan lalu lintas
2. Umur rencana
3. Kapasitas Jalan
4. Tanah Dasar
5. Lapisan pondasi bawah
6. Kekuatan beton

Bahan Material Yang Digunakan

1. Borrow material

Pekerjaan ini meliputi pembersihan dan pembokoran areal lokasi *borrow pit*, penggalian, pemuatan, pengangkutan, penghamparan, dan pemadatan material yang diperoleh dari *borrow pit* yang telah disetujui untuk melakukan timbunan, *subgrade* dan bagian lain dari pekerjaan tersebut.

2. Lapis Pondasi Agregat

Pekerjaan ini harus meliputi pengadaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembahasan, pemadatan agregat batu pecah yang bergradasi diantara lapisan *subgrade* dan perkerasan beton semen atau *asphalt base course*.

3. Lean Concrete

Pekerjaan ini meliputi penyediaan tenaga kerja, peralatan, material; dan pelaksanaan semua pekerjaan pelebaran perkerasan dengan lean concrete, termasuk persiapan perkerasan lapisan alas, pengangkutan dan penyiapan agregat, pencampuran dan pengadukan, pengangkutan, penuangan, pemadatan, *finishing*, pengawetan, pemeliharaan dan pekerjaan insidental lainnya yang berkaitan.

4. Pekerjaan Beton Semen Portland

Pekerjaan ini meliputi pembuatan lapis perkerasan beton semen-*portland*, sebagaimana disyaratkan dengan ketebalan dan bentuk penampang melintang seperti yang tertera pada gambar.

a. Semen portland

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (Clinker) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($x\text{CaO}.\text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (Mineral in component).

Hidrolis berarti sangat senang bereaksi dengan air, senyawa yang bersifat hirolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen portland bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat ($x\text{CaO}.\text{SiO}_2$) dan kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air. Reaksi semen dengan air berlangsung secara irreversibel, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula.

b. Air

Air yang dipergunakan dalam pencampuran, pengawetan atau perkerasan lainnya harus bersih dan bebas dari minyak, garam, asam, alkali, gula, tumbuhan atau zat lainnya yang merusak hasil perkerasan. Perbandingan harus memakai cara uji semen standar untuk kekerasan, waktu pembuatan (*setting time*) dan kekuatan adukan. Petunjuk dari kekerasan.

c. Agregat halus

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang besar, sehingga pori-porinya sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Pada agregat untuk pembuatan beton diinginkan suatu butiran yang berkemampatan tinggi, karena volume porinya sedikit maka bahan pengikat yang dibutuhkan juga sedikit. Menurut SK SNI T-15-1990-03 .

d. Agregat kasar

Agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu batu pecah (dari batuan alam). Menurut asalnya krikil dapat dibedakan atas; krikil galian, krikil sungai dan krikil pantai. Krikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik. Krikil sungai dan krikil pantai biasanya bebas dari zat-zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butir-butir krikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik.

Batu pecah (krikak) adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah, berukuran 5-70 mm. Panggilingan/pemecahan biasanya dilakukan dengan mesin pemecah batu (Jaw breaker/ crusher). Menurut ukurannya, krikil/krikak dapat dibedakan atas;

- a. Ukuran butir : 5 - 10 mm disebut krikil/krikak halus,
- b. Ukuran butir : 10-20 mm disebut krikil/krikak sedang

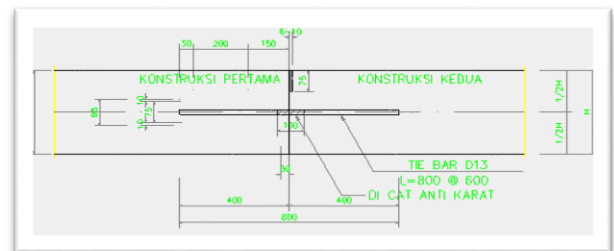
- c. Ukuran butir : 20-40 mm disebut krikil/krikak kasar
- d. Ukuran butir : 40-70 mm disebut krikil/krikak kasar sekali.
- e. Ukuran butir >70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop (cyclopen concrete).

Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. Sebagai bahan adukan beton, maka agregat kasar harus diperiksa secara lapangan.

Tiebar dan Dowel

1. Batang Pengikat (Tiebar)

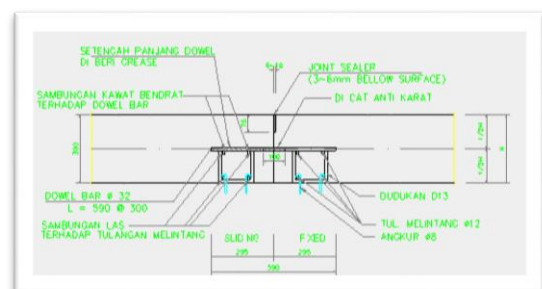
Tiebar di rancang untuk memegang plat sehingga teguh, dan di rancang untuk menahan gaya-gaya tarik maksimum. Tie bar tidak di rancang untuk memindah beban. Batang tiebar dipasang pada sambungan memanjang.



Gambar 1. Transverse Joint (Dowel)

2. Dowel (Ruji)

Batang baja tulangan polos (maupun profil) yang digunakan sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan, yang dipasang panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau di cat untuk memberikan kebebasan bergeser.



Gambar 2. Tie Bar

METODE PENELITIAN

PELAKSANAAN

Pekerjaan Tanah Timbunan

Pekerjaan ini terdiri dari penyediaan material tanah timbunan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan. Timbunan borrow material merupakan salah satu pekerjaan utama dalam pembangunan Jalan Tol Bakauheni – Terbanggi Besar. Lokasi quarry yang digunakan mensuplai material timbunan harus memenuhi kebutuhan total tanah timbunan. Siklus dan jumlah *fleet* alat dihtung untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan sesuai jadwal.

Borrow material pilihan yang digunakan di lokasi atau dimana material ini disebutkan adalah material yang terdiri dari bahan tanah atau batu, jika diuji sesuai dengan AASHTO T193, memiliki CBR paling sedikit 15.% (lima belas persen) setelah 4 hari perendaman bila di padatkan sampai 100.% kepadatan kering maksimum sesuai dengan AASHTO T99. Elevasi dan kelandaian akhir setelah pemadatan harus sesuai dengan spesifikasi. Hasil dari pemadatan tanah timbunan *borrow* diambil sampel dan dites. Hasil tes harus memenuhi spesifikasi.

Material timbunan dari *quarry* akan diangkut dengan *dump truck* menuju lokasi pekerjaan melalui jalan akses untuk masing – masing seksi. Kemudian dihampar dengan *bulldozer* dilanjutkan dengan penyiraman air. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan *sheep foot* roller dan *smooth drum*. Penggunaan *sheep foot* roller bertujuan untuk mengurai tanah yang menggumpal dan menyatukan tanah timbunan pada layer sebelumnya dengan tanah timbunan pada layer berikutnya. Lapisan material gembur (sebelum dipadatkan) selain timbunan batuan, tidak boleh lebih dari 30 cm, kecuali bila alat pemadatnya mampu melakukan pemadatan sampai kedalaman lebih dari 30 cm dengan kepadatan yang seragam. Seluruh pekerjaan timbunan *borrow* material harus sesuai spesifikasi.

No	URAIAN	KETERANGAN
1.	PANJANG MAIN ROAD	31,938 Km
2.	KECEPATAN RENCANA	100 KM/J
3.	JUMLAH LAJUR	
	TAHAP AWAL	(2 X 2) LAJUR
	TAHAP AKHIR	(2 X 3) LAJUR
4.	LEBAR LAJUR	4,75 m
5.	LEBAR BAHU DALAM	1,5 m
6.	LEBAR BAHU LUAR	3 m
7.	LEBAR MEDIAN (TERMASUK BAHU DALAM)	5,5 m
8.	JUMLAH SIMPANG SUSUN	2 BUAH

Gambar 3. Data Teknis

Alat-alat yang digunakan:

1. *Excavator* 0,9 m³
2. *Bulldozer* 100-150 hp
3. *Dump Truck* 23 m³
4. *Water Tank Truck* 4000 liter
5. *Vibratorry Roller* 15 ton
6. *Sheep Foot Roller* 20 ton
7. Alat bantu

Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Konsep metode kerja timbunan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

1. Lokasi jalan dibagi menjadi 2 bagian dan beberapa segmen, yang disesuaikan dengan panjang trase.
2. Satu *fleet* alat bertanggung jawab untuk menyelesaikan satu segmen.
3. Bagian A akan diurug terlebih dahulu dan bagian B akan menjadi jalan akses *dump truck*.
4. Truk masuk ke bagian A kemudian menuang material timbunan menuju ke segmen berikutnya. Apabila bagian A sudah di timbun, maka berpindah ke segmen B dengan siklus yang sama.

Pekerjaan *Base Course*

Pekerjaan ini meliputi pengadaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembasahan, pemadatan agregat batu pecah yang bergradasi diantara lapisan sub-grade dan perkerasan beton semen atau *asphalt treated base*.

Material Kelas Lapis Pondasi Agregat

1. Fraksi agregat kasar

Agregat yang tertahan pada saringan 4,75 mm harus terdiri dari partikel-partikel

yang keras dan awet atau pecahan-pecahan dari batuan dan kerikil. Material yang terpecah jika secara bergantian dibasahi dan dikeringkan tidak boleh digunakan.

2. Sifat Material Yang Diperlukan

Seluruh lapis pondasi harus bebas dari tumbuh-tumbuhan (organis) dan gumpalan-gumpalan tanah liat atau bahan yang merusak lainnya dan setelah pemadatan harus sesuai persyaratan gradasi yang diberikan dalam tabel (dengan menggunakan pengujian saringan basah) dan sifat-sifat yang diberikan dalam tabel.

Tabel 3. Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran Saringan		% Lolos Menurut Saringan	
ASTM (mm)	Imperial	Kelas A	Kelas B
50	2.0 in	100	100
37	1.5 in	100	88-95
25	1.0 in	79-85	70-85
9.5	3/8 in	44-58	30-65
4.75	No.4	29-44	25-55
2.00	10	17-30	15-40
0.425	40	7-17	8-20
0.075	200	2-8	2-8

Alat-alat yang digunakan :

1. *Stone Crusher*
2. *Wheel Loader*
3. *Dump Truck*
4. *Motor Grader*
5. *Vibrator Roller*
6. *Water Tank Truck*

Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Pekerjaan aggregate A digunakan sebagai layer drainase (tebal 15 cm) dan lapis pondasi atas bahu jalan (tebal 25 cm).

Pekerjaan ini harus meliputi pengadaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembasahan, pemadatan agregat batu pecah yang bergradasi diantara lapisan sub-grade dan perkerasan beton semen atau asphalt treated base.

Pekerjaan *Lean Concrete*

Pekerjaan ini meliputi penyediaan tenaga kerja, peralatan, material; dan pelaksanaan semua pekerjaan yang

berkaitan dengan pembuatan lapisan perataan (*leveling course*) dan pekerjaan pelebaran perkerasan dengan *lean concrete*, termasuk persiapan lapisan alas, pengangkutan dan penyiapan agregat, pencampuran, pengadukan, pengangkutan, penuangan, pemadatan, *finishing*, pengawetan, pemeliharaan dan pekerjaan insidental lainnya yang berkaitan. Pekerjaan *wet lean concrete* dilakukan sebelum pekerjaan perkerasan beton dilaksanakan. *Lean concrete* berfungsi sebagai dasar perkerasan. Pekerjaan *Lean concrete* dibagi menjadi segment-segment pengerjaan, untuk lebar segment disesuaikan dengan posisi pengerjaan sesuai pada tabel di samping.

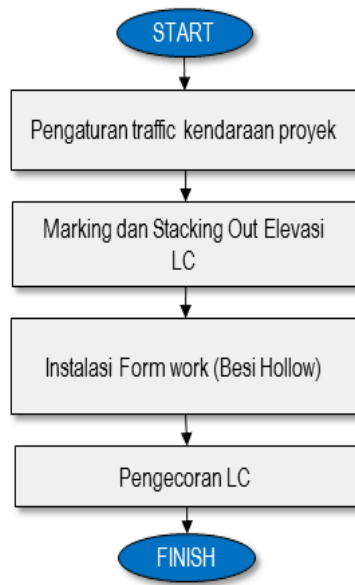
Material

Agregat, semen dan air harus memenuhi ketentuan spesifikasi ini. Ukuran maksimum agregat disesuaikan dengan kebutuhan maksimum *lean concrete*. Semen yang digunakan pada pekerjaan beton adalah beton semen Portland.

Alat-alat yang digunakan :

1. *Batching Plant*
2. *Truck Mixer*
3. *Paver*

Metode Pelaksanaan Pekerjaan



Gambar 4. Diagram pelaksanaan pekerjaan

Pekerjaan Rigid Pavement

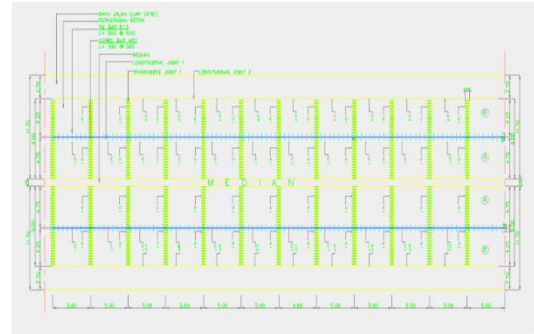
Pekerjaan ini meliputi pembuatan lapisan perkerasan beton semen-portland, sebagaimana disyaratkan dengan ketebalan dan bentuk penampang melintang. Pekerjaan perkerasan kaku dalam metode pelaksanaan ini menggunakan alat *Slipform Concrete Paver*.

Perkerasan kaku atau *rigid pavement* merupakan pekerjaan utama dalam Pembangunan Jalan Tol Ruas Bakauheni – Terbanggi Besar mencakup penyediaan beton segar, material tulangan, pengangkutan, penghamparan beton dan perapihannya. Pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan ketebalan dan bentuk penampang melintang.

Persetujuan untuk proporsi bahan pokok campuran (*mix design*) harus didasarkan percobaan campuran (*trial mix*) yang dilakukan. Pencampuran beton dilakukan di dalam Batching Plant. Kapasitas batching harus mampu menyuplai kebutuhan beton setiap hari. Penentuan jumlah batching harus sudah memperhitungkan kebutuhan untuk penyelesaian pekerjaan. Penentuan lokasi batching juga harus strategis dimana lokasi tersebut mudah dijangkau oleh lokasi pekerjaan.

Hasil pekerjaan *rigid* akan diuji di laboratorium dan harus sesuai dengan spesifikasi. Benda uji akan diuji kuat lenturnya dan kuat tekannya. Toleransi pekerjaan *rigid pavement* harus sesuai dengan spesifikasi.

Pekerjaan Dowel dan Tie Bar



Gambar 5. Dowel dan Tie Bar

Material

Agregat

Material pokok untuk perkerasan beton harus sesuai dengan ketentuan kecuali agregat kasar harus berupa batu pecah.

Baja Tulangan

1. Baja tulangan (*reinforcing steel*) harus sesuai dengan ketentuan Pasal S10.02.
2. Tulangan baja untuk jalur jalan kendaraan harus berupa anyaman baja atau tulangan profil sebagaimana terlihat pada gambar. Tulangan anyaman baja harus sesuai dengan persyaratan dari AASTHO M 55.
3. Tulangan tarik harus berupa batang-batang baja berulir sesuai dengan AASTHO M 31.
 - a. Bahan Pengisi Sambungan (*joint filler*)
Bahan pengisi ruang (*poured filler*) untuk sambungan harus sesuai dengan ketentuan AASTHO 173. Bahan pengisi padat (*preformed filler*) untuk sambungan harus sesuai dengan ketentuan AASTHO M 33, AASTHO 153, AASTHO M 123, AASTHO M 220 harus diberi lubang untuk memasang *dowel*. *Filler* untuk setiap sambungan harus berupa satu lembaran untuk seluruh kedalaman dan lebar yang diperlukan untuk sambungan.

b. Membran Kedap Air (*Slip Sheet Membrana*)

Membran atau sekat untuk lapisan tahan air di bawah perkerasan harus berupa lembaran *polyethene* dengan tebal 125 mikron. Bila diperlukan sambungan, maka harus dibuat *overlapping* sekurang-kurangnya harus 300 mm.

c. Beton

Bahan Pokok Campuran

Agregat kasar dan halus harus sesuai ketentuan. Untuk menentukan perbandingan agregat kasar dan agregat halus, proporsi agregat halus harus dibuat minimum. Akan tetapi, sekurang-kurangnya 40% agregat dalam campuran beton terhadap berat haruslah agregat halus yang didefinisikan sebagai agregat yang lolos ayakan 4,75 mm. Agegar gabungan tidak boleh mengandung bahan yang lebih halus dari 0,075 mm sebesar 2% kecuali bahan pazolean. Bila perbandingan yang tepat telah ditentukan dan disetujui, maka setiap perubahan terhadap perbandingan itu harus mendapat persetujuan Konsultan Pengawas.

Abu terbang maksimum yang dapat digunakan adalah 25% dari berat bahan pengikat hanya untuk pemakain *Ordinary Portland Cement* (OPC) tipe 1 dan tidak dapat digunakan untuk pemakaian semen tipe *Portland Composite Cement* (PCC) dan *Portland Pozzolan Cement* (PPC).

d. Kekuatan Beton

Kuat lentur (*flexural strength*) minimum tidak boleh kurang dari 45 kg/cm² pada umur 28 hari, bila dites dengan *third point method* menurut AASTHO T 97.

Alat-alat

1. *Batching Plant*
2. *Truck Mixer*
3. *Wheel Excavator*
4. *Paver*

Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Sebelum *rigid pavement* dimulai, terlebih dahulu dilakukan "Trial Rigid Pavement" dengan urutan sebagai berikut :

1. Pendarangan Alat Paver (*Paver Dowel Inserter*)

2. *Setting* alat di site (± 10 hari)
3. *Trial* pekerjaan rigid sepanjang 30 m' terlebih dahulu dengan berbagai macam slump sesuai kesepakatan bersama
4. Pelaksanaan Pekerjaan *Rigid* → Kapasitas 400 - 500 m' / hari
5. Setelah hasil *trial* disetujui maka akan dilanjutkan pelaksanaan pekerjaan rigid pavement sesuai schedule per area pekerjaan yang telah disepakati.

Quality Control (QC)

1. *Trial Mix Beton*
2. *Slump Test*
3. Pengambilan Benda Uji
4. Test Kuat Tekan Beton

Guard Rail

Material yang digunakan untuk *guard rail* menggunakan baja galvanis, diproses secara manufaktur dari bahan baja yang sesuai dengan AASTHO M180 dengan ketebalan minimum 2,67 mm dan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut :

1. Suatu pemanjangan yang tidak kurang dari 12% untuk pengujian tarik pada sebuah baut dengan panjang kira – kira 5 cm.
2. Nilai tegangan ultimate 4900 kg/cm² (70,000 psi).
3. Perlindungan untuk baja mempunyai berat minimum 550 gr/m² (uji satu titik) dan 610 gr/m² (uji tiga titik) atau mempunyai ketebalan minimum 0,08 mm.
4. Elemen guard rail terbuat dari baja yang memiliki tebal nominal 483 mm dengan toleransi tebal minimal 3,2 mm.

Perkerjaan Marka Jalan

Pekerjaan ini meliputi penyediaan dan penerapan marka jalan tipe A dan tipe B serta *rumble strip* pada perkerasan jalan yang sudah selesaisesuai dengan spesifikasi.

Pelaksanaan pekerjaan

- Marka jalan *existing* yang harus dihapus, dan harus dihapus dengan *gritblasting* atau *sandblasting* atau cara lain.
- Daerah permukaan yang akan di cat harus dicat harus bersih, kering dan bebas dari butir-butir lepas. Sebelum dilaksanakan, lokasi *pre-marking* (*setting out*) dari marka jalan yang akan dikerjakan harus mendapat persetujuan dari Konsultan Pengawas. Kecuali ditentukan lain, penerapan marka jalan harus dilakukan dengan mesin penggerak sendiri (*self-propelled machines*) yang dilengkapi dengan *cut-off valves* dan *nozzle* yang mampu menghasilkan bentuk marka yang rapi dengan garis tepi yang tegas/tajam dan ketebalan yang disyaratkan.
- Material tipe A harus di tetapkan dengan *screed* atau disemprotkan dengan ukuran sesuai tercantum pada gambar. Ketebalan marka jalan yang sudah diselesai minimum 15 mm bila diterapkan dengan disemprotkan dan 3 mm bila menggunakan alat *screed*. Ketebalan tersebut tidak termasuk glass beads. Yang akan dijelaskan pada butir e di bawah ini. Penyiapan dan penerapan material harus sesuai dengan petunjuk pabrik.
- Glass beads* harus disebar pada permukaan marka tipe A dan tipe B segera setelah marka diterapkan. *Glass bead* harus disebar dengan tekanan sebanyak tidak kurang 450 g/m³.

Material

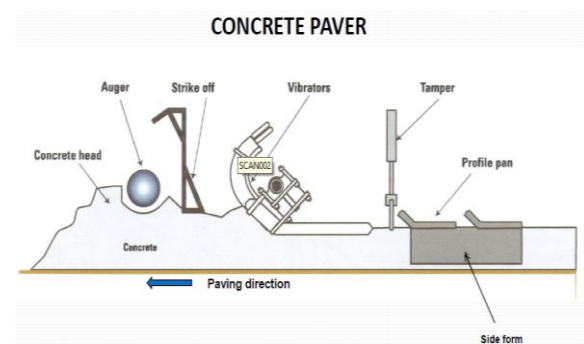
- Marka jalan tipe A berupa material *thermoplastic* bercampur *glass beads*.
- Marka jalan tipe B adalah cat khusus untuk marka jalan yang memenuhi persyaratan AASTHO M 248, atau yang setaraf.
- Glass beads* yang digunakan untuk tipe A maupun tipe B dan *ruble strip*.

ANALISA TEKNIK

Daftar Alat

1. Concrete Paver WIRTGEN SP 500

Slip form Paver, alat ini digunakan untuk membuat jalan beton. Sistem kerja yang memiliki lebar alat maksimal 5 meter, digunakan pada slipform paver ini adalah alat sudah disetting dengan lebar dan ketebalan tertentu sehingga ketika berjalan akan tetap konsisten dengan lebar dan tebal yang sama. alat ini tidak kerja sendirian ada alat berat lain yang membantu yaitu *wheel excavator* yang bertugas meratakan atau spreading material beton yang baru dituang dari *Dumptruck*.



Gambar 6. Komponen-komponen Mesin Penghampar Tipikal (*Slip Form*)

1. *Dump Truck*
2. *Beaching Plant*
3. *Wheel Excavator*
4. *Bar Bender*
5. *Bar Cutter*

Analisis Teknik Perkerasan Beton

Asumsi

- Menggunakan alat *Concrete Paver / Finisher*
- Lokasi pekerjaan : Sample 15 m (pada STA 140 + 000 s/d STA 140 + 400)
- Beton *readymix* diterima seluruhnya di lokasi penghamparan
- Kapasitas kerja perhari
 - Panjang perhari = 130 m
 - Lebar perhari = 4,75 m
 - Tebal rigid pavement = 0,3 m
 - Koefisien = $130 \text{ m} \times 4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 185,25 \text{ m}^3$

- e. Jarak rata-rata *Base Camp* ke lokasi pekerjaan = 7 km
- f. Jam kerja efektif per-hari = 7 jam
- g. Tebal hamparan rigid 0,30 m
- h. Faktor Kehilangan bahan beton $F_h = 1,03$
- i. *Curing Compound* dan *curing* ditutup karung goni dibasahi sampai dengan 4 hari

Metode pelaksanaan

- a. Semen, batu, kerikil dan air dicampur dan diadukmenjadi beton dengan menggunakan *Concrete Mixer* menjadi beton kelas P di *Concrete Mixing Plant*.
- b. Beton diangkut menggunakan *Truck Mixer*
- c. Beton dicor menggunakan *Slipform concrete paver / finisher*
- d. Penyelesaian, *grooving* setelah penghamparan dengan manual

Pemakaian Bahan, Alat dan Tenaga

Bahan kebutuhan penyusun 1 m³ rigid pavement

Concrete ready mix kelas P

- Asumsi waste = 3%
- Untuk 1 m³ maka dibutuhkan : $1 + 0,03 = 1,03 \text{ m}^3$
- Harga satuan *concrete ready mix* kelas P = Rp. 1,500,000,- / m³
- Maka harga komponen *concrete ready mix* kelas P = Rp. 1,500,000 x 1,03 = Rp. 1, 545,000,-

Curing compound

- Tebal *rigid pavement* = 0,3 m
- Area *curing compound* untuk 1 m³ = $\frac{1 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 3,33 \text{ m}^2$
- Asumsi untuk kebutuhan *curing compound* = 0,25 liter/m²
- Untuk 1 m³ maka dibutuhkan = $3,33 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ liter/m}^2 = 0,8325 \text{ liter}$.
- Harga satuan Rp. 150,000 /liter
- Maka harga komponen *curing kompond* = Rp. 150,000 /liter x 0,8325 = Rp. 124,875,-

Besi Dowel dan Besi Chair

Tebal segmen = 0,3 m

Lebar segmen = 4,75 m

Panjang segmen = 5,0 m

Perhitungan untuk 3 segmen rigid pavement

1. Besi Dowel

- Jumlah dowel dalam 1 lokasi = 16 buah
- Dalam 3 segmen terdapat = 3 lokasi
- Jumlah dowel dalam 3 segmen = $16 \times 3 = 48 \text{ buah}$
- Panjang dowel = 0,59 m
- Berat besi polos Ø 32 mm = $75,72 \text{ kg/} 12 \text{ m}^3 = 6,31 \text{ kg/m}^3$
- Berat 1 buah dowel = $0,59 \text{ m} \times 6,31 \text{ kg/m}^3 = 3,73 \text{ kg}$
- Berat total dowel = $3,73 \text{ kg} \times 48 = 178,69 \text{ kg}$
- Volume 3 segmen = $4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 21,37 \text{ m}^3$
- Jadi jumlah untuk berat dowel = $\frac{178,69 \text{ kg}}{21,37 \text{ m}^3} = 8,36 \text{ kg/ m}^3$

2. Besi Chair D 13

- Jumlah besi chair dalam 1 lokasi = 32 buah
- Dalam 3 segmen terdapat = 3 lokasi
- Jumlah chair dalam 3 segmen = $32 \times 3 = 96 \text{ buah}$
- Panjang chair = 0,43 m
- Berat besi ulir D 13 mm = $12,49 \text{ kg/} 12 \text{ m}^3 = 1,04 \text{ kg/m}^3$
- Berat 1 buah chair = $0,43 \text{ m} \times 1,04 \text{ kg/m}^3 = 0,447 \text{ kg}$
- Berat total chair = $0,447 \text{ kg} \times 96 \times 1,04 \text{ kg/m}^3 = 42,97 \text{ kg}$
- Volume 3 segmen = $4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 15 \text{ m} = 21,37 \text{ m}^3$
- Jadi jumlah untuk berat besi chair D 13 = $\frac{42,97 \text{ kg}}{21,37 \text{ m}^3} = 2,01 \text{ kg/ m}^3$

3. Besi Chair Ø 12

- Jumlah besi chair dalam 1 lokasi = 8 buah
- Dalam 3 segmen terdapat = 3 lokasi
- Jumlah chair dalam 3 segmen = $8 \times 3 = 24 \text{ buah}$
- Panjang chair = 4,7 m
- Berat besi polos Ø 12 mm = $10,66 \text{ kg/} 12 \text{ m}^3 = 0,88 \text{ kg/m}^3$

- Berat 1 buah chair = $4,7 \text{ m} \times 0,88 \text{ kg/m}^3$
= 4,136 kg
 - Berat total chair = $4,7 \text{ kg} \times 24 \times 0,88 \text{ kg/m}^3$ = 100,204 kg
 - Volume 3 segmen = $4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ = 21,37 m³
 - Jadi jumlah untuk berat besi chair Ø 12
= $\frac{100,204 \text{ kg}}{21,37 \text{ m}^3}$ = 4,69 kg/m³
4. Besi Angkur D 8
- Jumlah besi angkur dalam 1 lokasi = 8 buah
 - Dalam 3 segmen terdapat = 3 lokasi
 - Jumlah angkur dalam 3 segmen = 8×3
= 24 buah
 - Panjang angkur = 0,13 m
 - Berat besi ulir D 8 mm = $4,47 \text{ kg} / 12 \text{ m}^3$
= 0,37 kg/m³
 - Berat 1 buah chair = $0,13 \text{ m} \times 0,37 \text{ kg/m}^3$ = 0,048 kg
 - Berat total chair = $0,13 \text{ kg} \times 24 \times 0,37 \text{ kg/m}^3$ = 1,162 kg
 - Volume 3 segmen = $4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ = 21,37 m³
 - Jadi jumlah untuk berat besi angkur D 8
= $\frac{1,162 \text{ kg}}{21,37 \text{ m}^3}$ = 0,05 kg/m³
 - Jumlah berat besi untuk 1 m³ = $8,36 + 2,01 + 4,69 + 0,05$ = 15,11 kg/m³
 - Harga satuan besi = Rp. 7600 /kg
 - Maka harga komponen besi = $15,11 \text{ kg/m}^3 \times \text{Rp. } 7600 /\text{kg}$ = Rp.114,855,-
5. Plastic Sheet
- Asumsi plastic sheet pada overlap = 1,05
 - Area plastic sheet untuk 1 m³ = $\frac{1 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}}$ = 3,33 m²
 - Tebal rigid pavement = 0,3 m
 - Koefisien plastic sheet = $\frac{1 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} \times 1,05$ = 3,5 m²
 - Harga satuan Rp. 3000
 - Maka harga komponen plastic sheet = $\text{Rp. } 3000 \times 3,5 \text{ m}^2$ = Rp. 10,500,-
- a. Cat anti karat
- Untuk 3 segmen rigid pavement
- Luas lingkaran = $\pi \times D = \pi \times 0,032$ = 0,1 m
 - Panjang yang di cat = 10 cm = 0,1 m
 - luas = $0,1 \times 0,1$ = 0,01 m²
- jumlah dowel dalam 3 segmen = 48 buah
 - total luas = $48 \times 0,01 \text{ m}^2$ = 0,48 m²
 - kapasitas cat anti karat = $\frac{0,48 \text{ m}^2}{21,37}$ = 0,023
 - harga cat anti karat = Rp. 40,000 /kg
 - asumsi 1 kg untuk 7 m² = $\frac{\text{Rp. } 40,000 /\text{kg}}{7 \text{ m}^2}$ = Rp. 5,714
 - Maka komponen cat anti karat = Rp. $5,714 \times 0,023$ = Rp. 131,42,-
- b. Geotextile
- Geotextile dapat digunakan = 20 kali pakai
 - Asumsi geotextile pada overlap = 1,05
 - Tebal rigid pavement = 0,3 m
 - Area plastic sheet untuk 1 m³ = $\frac{1 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}}$ = 3,33 m²
 - Maka geotextile untuk permukaan adalah = $\frac{1 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} \times \frac{1,05}{20 \text{ kali pakai}}$ = 0,1750 m²
 - Harga satuan = Rp.15,000
 - Maka harga komponen Geotextile = $\text{Rp. } 15,000 \times 0,1750 \text{ m}^2$ = Rp. 2,625,-
- c. Joint sealant
- Lebar 1 lajur rigid pavement = 4,75 m
 - Lebar 2 lajur rigid pavement = 9 m
 - Tebal rigid pavement = 0,3 m
 - Maka didapat /m joint sealant = $\frac{4,75 + 9}{4,75 \times 9 \times 0,3}$ = 1,07 m
 - Harga satuan joint sealant Rp. 6,875
 - Maka komponen harga joint sealant = $\text{Rp. } 6,875 \times 1,07 \text{ m}$ = Rp. 7,370,-
- d. Kawat beton / bendrat
- Jumlah berat besi dowel = 15,11 kg
 - Asumsi penggunaan kawat bendrat = 0,02 kg/berat dowel
 - Jumlah berat kawat bendrat = $15,11 \text{ kg} \times 0,02$ = 0,302 kg
 - Harga kawat bendrat = Rp. 9,600
 - Harga komponen kawat bendrat /kg = $\text{Rp. } 9,600 \times 0,302 \text{ kg}$ = Rp. 2,901,-
- e. Grease + Plastik dowel
- Untuk area 3 segment rigid pavement
 - Volume 3 segmen = $4,75 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ = 21,37 m³
 - Jumlah dowel = 3×16 = 48 buah

- Asumsi grease = 0,1 ons/dowel = 0,01 kg/dowel
- Volume pemakaian grease = 48 x 0,01 = 0,48 kg
- Koefisien grease = $\frac{0,48 \text{ kg}}{21,37 \text{ m}^3} = 0,0224$
- Koefisien plastik = $\frac{48}{21,37 \text{ m}^3} = 2,246$
- Harga grease = Rp. 11,600 /kg
- Harga plastik = Rp. 25 /buah
- Maka komponen grease dan plastik = (Rp. 11,600 x 0,0224) + (Rp. 25 x 2,246) = Rp. 315,99

Alat

a. Bar Bender / Bar Cutter dan Genset 15 KVA

- Produktivitas / jam = 100 kg
- Berat besi untuk 1 m³ = 15,11 kg
- Kapasitas kerja per hari = 185,25 m³
- Kandungan besi dalam 1 (satu) m³ jalan beton = $\frac{15,11 \text{ kg/m}^3}{185,25 \text{ m}^3} = 0,816 \text{ kg}$
- Koefien alat /jam = $\frac{100 \text{ kg}}{185,25 \text{ m}^3} = 0,0008$ jam
- Harga satuan Rp. 812,500
- Total harga satuan Rp. 812,500 x 0,0008 jam = Rp. 662,83

b. Concrete Paver – WIRTGEN SP 500

- Kapasitas kerja perhari = 185,25 m³
- Jam kerja efektif = 7 jam
- Kapasitas produksi hamparan = $\frac{185,25 \text{ m}^3}{7 \text{ jam}} = 26,5 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Koefisien alat untuk 1 m³ = $\frac{1 \text{ m}^3}{26,5 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,037 \text{ jam}$
- Harga satuan = Rp. 1,666,666
- Total harga satuan Rp. 1,666,666 x 0,037 jam = Rp. 62,977,-

c. Concrete Cutter / Compressor

- Lebar segmen = 4,75 m
- Panjang segmen = 5,0 m
- Kapasitas produksi = $(5 + (\frac{4,75 \times 2}{2})) = 9,75$
- Koefisien alat 1 / 26,5 = 0,037 jam
- Harga satuan = Rp. 62,500

- Maka komponen *concrete cutter* = Rp. 62,500 x 0,037 = Rp. 2,361,-

d. Water Tank Truck

- Volume tangki air = 5 m³
- Kebutuhan air = 0,01 m³
- Kapasitas Pompa Air = 100 liter/menit
- Faktor efisiensi alat = 0,83
- Kapasitas Produksi /Jam = $\frac{100 \times 0,83 \times 60}{0,01 \times 1000} = 498 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Koefisien Alat/m³ = $\frac{1 \text{ m}^3}{498 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,002$ jam
- Harga satuan Rp. 9,905
- Maka komponen *water taank truck* /jam Rp. 9,905 x 0,002 jam = Rp. 184,-

e. Wheel Excavator 100-160 Hp

- Nilai koefisien alat concrete pavert = 0,0449 jam
- Harga satuan wheel excavator = Rp. 199,511
- Biaya /jam *wheel excavator* = Rp. 199,511 x 0,0449 jam = Rp. 7,538,-

f. Alat Bantu

- Tenda cor
Tenda cor ini di gunakan sudah pekerjaan rigid, agar rigid pavement tidak terlalu terkena terik matahari dan hujan.
- Jidar
Jidar ini digunakan saat finishing rigid
- Dll

g. Tenaga

- Produksi *Slipform Concrete Paver/Finisher* = 26,4 m³/jam
- Produksi Hamparan / hari = 26,4 m³/jam x 7 jam = 185,25 /m³
- a. Maka dibutuhkan tenaga kerja / m³
 - Mandor = 2 orang
 - Pekerja = 33 orang
 - Pekerja terampil = 5 Orang

b. Koefisien Tenaga kerja

- Mandor
 - Tenaga kerja mandor /jam = 2 orang
 - Efektif jam kerja = 7 jam

- Kapasitas kerja perhari = 185,25 m³/jam
 - Koefisien tenaga kerja mandor = $\frac{2 \text{ orang} \times 7 \text{ jam}}{185,25 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,756 \text{ jam}$
 - Harga satuan tenaga mandor = Rp. 18,750
 - Biaya tenaga kerja mandor /jam = Rp. 18,750 = Rp. 1,417
- Pekerja
- Tenaga kerja mandor /jam = 33 orang
 - Efektif jam kerja = 7 jam
 - Kapasitas kerja perhari = 185,25 m³/jam
 - Koefisien tenaga kerja mandor = $\frac{33 \text{ orang} \times 7 \text{ jam}}{185,25 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,2470 \text{ jam}$
 - Harga satuan pekerja = Rp.10,625
 - Biaya tenaga kerja /jam = Rp.10,625 x 1,2470 jam = Rp. 13,248,-
- Pekerja Terampil
- Tenaga kerja mandor /jam = 5 orang
 - Efektif jam kerja = 7 jam
 - Kapasitas kerja perhari = 185,25 m³/jam
 - Koefisien tenaga kerja mandor = $\frac{5 \text{ orang} \times 7 \text{ jam}}{185,25 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,1889 \text{ jam}$
 - Harga satuan pekerja terampil = Rp. 16,875
 - Biaya pekerja terampil /jam Rp. 16,875 x 0,9447 jam = Rp3,188,-

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Didapat Harga Satuan Pekerjaan perkerasan beton = **Rp.1,900,944,-**

Kesimpulan

1. Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan. Struktur perkerasan beton dengan menggunakan ketebalan

30,0 cm lantai kerja atau *wet lean concrete* dengan tebal 10 cm, dan untuk pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan tebal 15 cm. Digunakan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan, dengan rincian sebagai berikut :

- a. Rigid pavement = 4,25 m dan 4,75 m
 - b. Sambungan deletasi dibuat setiap jarak 5 m.
 - c. Dowel digunakan dengan diameter Ø 32 mm, panjang 59 cm, jarak 30 cm
 - d. Tie bar digunakan baja ulir D13 mm, panjang 80 cm.
2. Slump yang digunakan adalah 3 -5 karena beton siap hampar harus slump rendah agar tidak rusak atau langsung terbentuk rapih.
 3. Penggunaan dowel Ø 32 (besi polos) yang di berikan grease pada salah satu sisi dowel dan di bungkus dengan plastik tipis sehingga tidak terjadi lekan pada beton dengan besi dan agar terjadi pergerakan yang dengan maksud tidak kaku (prinsip sendi rol).
 4. Penggunaan tie bar D 13 (besi ulir) dengan sistem pemasangan horizontal pada plat beton (bidang sambungan memanjang)
 5. Pelaksanaan pembuatan jalan beton dengan menggunakan alat concrete paver wirtgen SP 500 dengan lebar maksimal 5 m.
 6. Hasil dari analisa harga rigid pavement yang diambil sample sepanjang 15 m, di dapat volume rigid pavement 21,37 m³ dan untuk mendapat harga beton sudah di hitung dalam analisa teknik, jumlah satuan harga ten. bahan dan peralatan yaitu Rp.1,900,944,-/m³

Saran

1. Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan (rigid pavement) di lapangan harus memenuhi kaidah maupun spesifikasi teknis yang ada.
2. Pekerjaan dilapangan agar lebih sering memperhatikan K3L

(Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan).

3. Pekerjaan pelaksanaan pekerjaan sebaiknya sesuai dengan schedule yang telah di buat, sehingga memenuhi kaidah efektivitas konstruksi yang digunakan.
4. Untuk penelitian berikutnya dapat di tinjau terhadap konstruksi campuran antara konstruksi jalan rigid dan fleksibel pavement, serta umur rancangan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, American Assosiation of State Highway and Transportation Officials, 1993. *Guide For Design Of Pavement Structures*.
- Alamsyah, Alik. 2003. *Rekayasa Jalan Raya*. UMM Pres Malang.
- Augustine, Sari. 2004. *Analisa Perbandingan Perkerasan Tebal Kaku Antara Metode AASHTO 1993 dengan Metode Bina Marga 1983*. ITB Bandung.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*.
- Fitriana, Ratna. *Studi Komparasi Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Jalan Tol Menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus : Ruas Jalan Tol Solo)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 2010. *Bab VII Spesifikasi Teknis*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tentang Jalan Tol. 2005.
- Prasetyo, Imam. 2015. *Evaluasi Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya – Mojokerto Seksi IV*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- PT, Wijaya Karya. 2010. *Pedoman Pekerjaan Pembesian*. Jakarta.
- PT, Wijaya Karya. 2010. *Pedoman Pekerjaan Beton*. Jakarta.
- PT, Hutama Karya. *Kriteria Desain Geometri*.
- Ridwansyah, Achmad Miraj, dkk. 2015. *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Tol Karanganyar – Solo*. Universitas Brawijaya. Malang
- Subekti, J. Bambang, dkk. *Perencanaan Perkerasan Kaku Jalan Raya Surabaya – Gresik STA 5+000 – STA 11+000*. Institut Teknologi S
- Suryawan, Ari, 2009. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Beta Offset Yogyakarta.
- Tahrir, Eko. 2005. *Analisa Perancangan Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) dengan Menggunakan Metode AASHTO 1993, SNI PD_T14-2003, Road Note 29 dan NAASRA 1987 Jalan Kubang Raya Provinsi Riau, Lintas Timur Sumatera*. Universitas Gunadarma Depok.