



Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Nurul Ilham^{1*}, Syafridal Is²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

* Email korespondensi : rahmad_maulia@gmail.com

Diterima 5 Januari 2019; Disetujui 30 Januari 2019; Dipublikasi 31 Januari 2019

Abstract: *This plan aims to plan rigid pavement with a planned age of 20 years with a predicted traffic growth of 4% and the planned concrete quality is K350. In the Rigid Pavement (Rigid Pavement) Planning using concrete paving connected with reinforcement. The planned steel tensile stress is 230 MPa. Reinforcement for the elongated direction used 2 pieces of reinforcement with a diameter of D12-100 mm and for the transverse direction used 2 transverse reinforcement with a diameter of D12-250 mm. Dowels used for rigid pavement planning are 25 mm in diameter, 450 mm long, and 300 mm apart. In this plan used reinforcement with the same diameter for each segment, namely D12-100 mm for longitudinal reinforcement and D12-250 mm for transverse reinforcement. Keywords: Degree of Saturation, Road Performance, MKJI 1997, Traffic Volume.*

Keywords : Rigid Pavement, Dynamic Cone Penetrometer, California Bearing Ratio, LHR.

Abstrak: Perencanaan ini bertujuan merencanakan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun dengan prediksi pertumbuhan lalu lintas 4% dan mutu beton yang direncanakan adalah K₃₅₀. Pada Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) ini menggunakan perkerasan beton yang bersambung dengan tulangan. Tegangan tarik baja yang direncanakan adalah 230 MPa. Penulangan untuk arah memanjang dipakai 2 buah tulangan dengan diameter D12 – 100 mm dan untuk arah melintang dipakai 2 buah tulangan melintang dengan diameter D12 – 250 mm. Dowel (ruji) yang digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku ini adalah dengan ukuran diameter 25 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. Pada perencanaan ini digunakan tulangan dengan diameter yang sama untuk setiap segmen yaitu D12 – 100 mm untuk tulangan memanjang dan D12 – 250 mm untuk tulangan Melintang.

Kata kunci : Perkerasan kaku, Dynamic Cone Penetrometer, California Bearing Ratio, LHR.

Jalan merupakan sarana transportasi utama untuk mencapai suatu tujuan dari satu tempat ke tempat lain bagi setiap lalu lintas yang melewatinya. Oleh karena itu, kondisi jalan

sangat berpengaruh bagi kenyamanan dan keselamatan setiap pengguna jalan.

Saat ini jalan beton relatif banyak digunakan di jalan- jalan ibukota maupun di

daerah-daerah yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas tinggi. Beban kendaraan yang relatif besar dan arus lalu lintas yang semakin padat menjadi alasan utama pemilihan jalan beton. Terlebih lagi strukturnya yang lebih kuat, awet, dan bebas perawatan. Alasan itulah yang menjadi dasar mengapa jalan beton banyak dipilih. Berbeda dengan tipe jalan aspal yang membutuhkan perawatan rutin setiap tahunnya. Saat cuaca tidak menentu seperti hujan yang terus terjadi sekarang ini, jika konstruksi aspal tidak direncanakan dengan baik akan mudah mengelupas, berlubang dan tergerus oleh air.

Jalan Krueng Cut – Krueng Raya merupakan salah satu jalur lalu lintas yang padat dan sering dilintasi oleh kendaraan – kendaraan berat, jalan Krueng cut – Krueng Raya terletak di Kabupaten Aceh Besar, merupakan akses menuju Pelabuhan Kargo Malahayati dan tempat wisata pantai. Lebar jalan 6 meter dengan distribusi lajur 2 lajur 2 arah merupakan jalan arteri yang tidak memiliki median jalan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung tanah (*California Bearing Ratio*) dengan pengujian tes DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan mengetahui volume lalu lintas untuk merencanakan tebal perkerasan kaku pada jalan Krueng Cut – Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar. Dalam perencanaan ini digunakan metode perencanaan yang dikembangkan oleh NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*).

KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan perkerasan kaku pada jalan diantaranya adalah penelitian Ainun Hikmah (2013). Penelitian ini dijadikan sebagai pembandingan dalam merencanakan perkerasan dan sebagai referensi dalam acuan perhitungan.

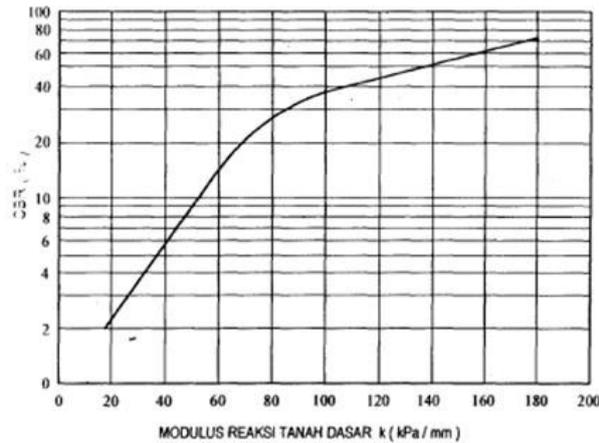
Wiryanto (2010) mengatakan bahwa jalan beton dari sisi perilaku strukturnya memang terlihat lebih baik, tegangan yang timbul akibat beban yang sama relatif lebih kecil, sehingga tidak diperlukan lapisan bawah (*base-course*) yang tebal. Namun karena materialnya dari beton, maka pengaruh kembang susut (*shrinkage*) akibat perubahan suhu menjadi dominan.

Shirley (2000 : 236), Jenis perkerasan kaku dengan permukaan aspal adalah salah satu dari jenis komposit. Ketebalan rencana permukaan aspal pada perkerasan kaku dihitung dengan :

- Menentukan ketebalan dari jenis perkerasan beton semen yang tidak lazim, digunakan metode detail yang baru diperkenalkan ini (mengabaikan bahwa permukaannya menggunakan aspal)
- Mengurangi ketebalan perkerasan beton semen setebal 10 mm untuk setiap 25 mm permukaan aspal yang digunakan.

Silvia (1993 : 17), perkerasan jalan diletakkan diatas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak terlepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau

didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.



Gambar 1. Grafik Kolerasi Nilai k dan CBR
 Sumber : Hendarsin, Shirley L (2000 : 215)

Tabel 1. Tipikal Nilai Kekakuan Lapis Pondasi

Jenis Material	Kisaran Kekakuan	
	Psi	Mpa/Gpa
Granular	8.000 - 20.000	(55 - 138 Mpa)
Lapisan pondasi stabilitas semen	500.000 - 1.000.000	(3,5 - 6,9 Gpa)
Tanah stabilitas semen	400.000 - 900.000	(2,8 - 6,2 Gpa)
Lapis pondasi diperbaiki dengan aspal	350.000 - 1.000.000	(2,4 - 6,9 Gpa)
Lapis pondasi diperbaiki dengan aspal emulsi	40.000 - 300.000	(2,8 - 2,1 Gpa)

Sumber : Hendarsin, Shirley L (2000 : 240)

Tatacara perhitungan lalu-lintas rencana

Adapun tatacara perhitungan lalu-lintas rencana menurut Shirley (2000 : 241-242) adalah sebagai berikut :

- Hitung volume lalu-lintas (LHR) yang diperkirakan pada akhir usia rencana,sesuaikan dengan kapasitas jalan.
- Untuk masing-masing jenis kelompok sumbu kendaraan niaga, diestimasi angka LHR awal dari kelompok sumbu dengan beban masing-

masing kelipatan 0,5 ton (5 – 5,5), (5,5 – 6), (6 – 6,5) dan seterusnya.

- Mengubah beban trisumbu ke beban sumbu tandem didasarkan bahwa trisumbu setara dengan dua sumbu tandem.
- Hitung jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama usia rencana

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum
 JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian, pada saat tahun ke 0
 R = Faktor pertumbuhan lalu lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu –lintas tahunan (i) dan usia rencana (n)

Untuk (i ≠ 0) :

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e \log (1+i)} \dots \dots \dots (2)$$

Untuk (i ≠ 0), jika setelah m tahun pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi

$$R = \frac{(1+i)^m - 1}{e \log (1+i)} + (n - m)(1 + i)^{m - 1} \dots \dots \dots (3)$$

Untuk (i' ≠ 0), jika setelah n tahun pertumbuhan lalu-lintas berbeda dengan sebelumnya (i' / tahun)

$$R = \frac{(1+i')^m - 1}{e \log (1+i')} + \frac{(1+i)^m (1+i')^{n-m} - 1}{e \log (1+i')} \dots \dots (4)$$

$$JSKN \times \% \text{ kombinasi terhadap } JSKNH \times Cd \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

Cd = Koefisien Distribusi

Penulangan pada perkerasan bersambung dengan tulangan

Pd T-14-2003 (2003 : 29), Luas tulangan pada perkerasan ini dihitung dari persamaan

sebagai berikut :

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot fs} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

- As = luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar)
- μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah
- L = jarak antara sambungan (m)
- M = berat per satuan volume pelat (kg/m³)
- g = gravitasi (m/detik²)
- h = tebal pelat beton (m)
- fs = tegangan tarik baja ijin (Mpa) (± 230 Mpa)

METODE PENELITIAN

Data Primer

Data primer adalah data yang di peroleh dari pengamatan lapangan. Metode pengambilan data digunakan sistem pengamatan langsung yang dilakukan secara manual. Data tersebut meliputi data lalu lintas kendaraan dan data CBR tanah yang di dapat dari pengujian DCP.

Metode pengambilan data lalu lintas dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kondisi lapangan dan mengamati kendaraan yang melintasi jalan yang direncanakan untuk perkerasan kaku. Jenis kendaraan yang di amati adalah kendaraan niaga yang mempunyai berat minimum 5 ton. Waktu pengamatan dilakukan pada tanggal 18 April 2016, di mulai pada pukul 07.00 Wib – 18.00 Wib. Keadaan lalu lintas diperlukan untuk mengetahui volume lalu lintas jalan yang direncanakan. Pengamatan dilakukan pada jalur berlawanan yaitu arah menuju Krueng Raya dan arah Menuju Krueng Cut.

Data Sekunder

Adapun data sekunder yang diperoleh untuk menunjang penelitian ini adalah:

- Peta lokasi jalan Krueng Cut – Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar.
- Faktor pertumbuhan lalu lintas.

Metode perhitungan dalam perencanaan ini di hitung berdasarkan tatacara perencanaan perkerasan kaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan tebal pelat beton

Sebagai langkah awal direncanakan tebal pelat beton = 180 > 150 mm (tebal minimum yang disyaratkan) dengan mutu beton K₃₅₀ dan nilai f_r = 3,6 Mpa.

Perencanaan tebal pelat

Dengan tebal pelat 18 cm, didapat bahwa jumlah total fatigue yang terjadi = 354,17 % (>100%), maka perhitungan harus di ulang kembali dengan pelat di pertebal menjadi 20 cm.

Dengan tebal pelat 21 cm, didapat bahwa jumlah total fatigue yang terjadi = 62,5 % (<100%), maka perhitungan sudah cukup dan tebal pelat yang digunakan adalah 21 cm.

Dengan tebal pelat 20 cm, didapat bahwa jumlah total fatigue yang terjadi = 63 % (<100%), maka perhitungan sudah cukup dan tebal pelat yang digunakan adalah 20 cm.

Perencanaan Penulangan

Data perencanaan :

- Koefisien gesekan (F) = 1,5 (batu pecah)
- Panjang pelat = 10 m (jarak antar sambungan)
- Tebal pelat segmen 1 = 20 cm = 0,2 m
- Tebal pelat segmen 2 = 21 cm = 0,21 m
- Tebal pelat segmen 3 = 20 cm = 0,2 m

- Lebar pelat = 3 m (untuk 1 jalur)
- Tegangan tarik baja (f_s) = 230 MPa
- Mutu beton (f_c) = 350 kg/cm²
- Gravitasi = 9,81 m/detik²

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{46,06}{113,04} = 0,40$$

dipakai 2 buah tulangan atas dan tulangan bantu bawah dengan diameter sama.

Direncanakan tulangan melintang pada segmen 1 menggunakan diameter D12 – 250 mm.

Perencanaan penulangan per segmen

1. Tulangan memanjang segmen 1

Pada perencanaan perkerasan kaku ini penulangan yang direncanakan adalah jenis perkerasan beton bersambung dengan tulangan. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 10 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 230} \\ &= 153,548 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan = $\frac{153,54}{113,04} = 1,35$ dipakai ≈ 2 buah tulangan D12 -100 mm.

Direncanakan tulangan memanjang pada segmen 1 menggunakan diameter D12 -100 mm.

Tulangan melintang segmen 1

Luas tulangan melintang yang diperlukan pada perkerasan beton bersambung dengan tulangan, dihitung dengan persamaan yang sama seperti pada perhitungan tulangan memanjang diatas. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 3 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 230} \\ &= 46,06 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

Tulangan memanjang segmen 2

Pada perencanaan perkerasan kaku ini penulangan yang direncanakan adalah jenis perkerasan beton bersambung dengan tulangan. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 10 \times 2400 \times 9,81 \times 0,21}{2 \times 230} \\ &= 161,225 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{161,225}{113,04} = 1,42$$

dipakai ≈ 2 buah tulangan D12 -100 mm.

Direncanakan tulangan memanjang pada segmen 2 menggunakan diameter D12 -100 mm.

Tulangan melintang segmen 2

Luas tulangan melintang yang diperlukan pada perkerasan beton bersambung dengan tulangan, dihitung dengan persamaan yang sama seperti pada perhitungan tulangan memanjang diatas. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 3 \times 2400 \times 9,81 \times 0,21}{2 \times 230} \\ &= 48,36 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{48,36}{113,04} = 0,42$$

dipakai 2 buah tulangan atas dan tulangan bantu bawah dengan diameter sama.

Direncanakan tulangan melintang pada segmen 2 menggunakan diameter D12 – 250 mm.

Tulangan memanjang segmen 3

Pada perencanaan perkerasan kaku ini penulangan yang direncanakan adalah jenis perkerasan beton bersambung dengan tulangan. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 10 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 230} \\ &= 153,548 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{153,548}{113,04} = 1,35$$

dipakai \approx 2 buah tulangan D12 -100 mm.

Direncanakan tulangan memanjang pada segmen 1 menggunakan diameter D12 -100 mm.

Tulangan melintang segmen 3

Luas tulangan melintang yang diperlukan pada perkerasan beton bersambung dengan tulangan, dihitung dengan persamaan yang sama seperti pada perhitungan tulangan memanjang diatas. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot F_s} \\ &= \frac{1,5 \times 3 \times 2400 \times 9,81 \times 0,2}{2 \times 230} \\ &= 46,06 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter D12

$$\begin{aligned} A_s &= 1/4\pi d^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{46,06}{113,04} = 0,40$$

dipakai 2 buah tulangan atas dan tulangan bantu bawah dengan diameter sama.

Direncanakan tulangan melintang pada segmen 1 menggunakan diameter D12 – 250 mm.

Pada perencanaan ini digunakan tulangan dengan diameter yang sama untuk setiap segmen yaitu tulangan D12 – 100 mm untuk tulangan memanjang dan D12 – 250 mm untuk tulangan melintang.

Dowel (ruji)

Dowel berupa batang baja tulangan polos maupun profil, yang digunakan sebagai penyambung atau pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan..

Dowel (ruji) yang digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku dengan ukuran sebagai berikut :

Diameter : 25 mm

Panjang : 450 mm

Jarak : 300 mm

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) ruas jalan Krueng Cut – Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana 20 tahun dengan prediksi pertumbuhan lalu lintas 4 % dan merupakan jalan arteri.
2. Mutu beton yang direncanakan adalah K_{350} , dengan tebal lapisan perkerasan kaku yang bervariasi pada setiap segmen, tebal pelat yang dipakai dalam perencanaan adalah 21 cm untuk semua segmen.
3. Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) ini menggunakan perkerasan beton yang bersambung dengan tulangan.
4. Tegangan tarik baja yang direncanakan adalah 230 MPa.
5. Penulangan untuk arah memanjang digunakan 2 buah tulangan dengan diameter D12-100 mm, dan untuk tulangan melintang digunakan 2 buah tulangan atas dan tulangan bawah dengan diameter D12-250 mm.
6. Dowel (ruji) yang digunakan untuk perencanaan perkerasan kaku adalah dengan ukuran diameter 25 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm.
7. Pada perencanaan ini digunakan tulangan dengan diameter yang sama untuk setiap segmen yaitu D12 – 100 mm untuk tulangan memanjang dan D12 – 250 mm untuk tulangan Melintang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, Wignall. (1999). *Proyek Jalan Teori dan Praktek*, Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. Jakarta: BSNI
- Departemen Pekerjaan Umum. (2008). Cara uji CBR dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP).
- Hendarsin, Shirley L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri.
- Dipohusodo, Istimawan. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Nikmah, Ainun. (2013). *Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Purwodadi-Kudus Ruas 198*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2006). Tentang Jalan, No.34
- Sukirman, Silvia. (1993). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

▪ *How to cite this paper :*

- Ilham, N., & Is, S. (2019). Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*). *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(1), 34-40.