**STUDI PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN KAKU**

**DENGAN METODE BINA MARGA 2013 DAN NAASRA 1987 PADA RUAS JALAN ARIEF RAHMAN HAKIM**

**KOTA BONTANG**

**Muhammad Ibrahim**

**Ir. Yuswal Subhy, S.T.,M.T.**

**Ir. Tukimun, S.T.,M.T.**

**ABSTRACT**

*Cement concrete pavement or generally called rigid pavement, consists of cement concrete slabs located directly above subgrade, or above layers of granular material (subbase) that are above subgrade. Rigid pavement spreads the load to a wider area to the subgrade, so that the largest part of the strength of the pavement structure is given by the concrete slab itself. Concrete pavement can be in the form of concrete without reinforcement, given a little reinforcement, given continuous reinforcement, prestressed or concrete fiber. Rigid pavement will experience deflection due to traffic loads, or curved due to temperature differences between the top and bottom of the plate.*

*Arief Rahman Hakim Street in Bontang City is a provincial road that connects between Bontang City and East Kutai Regency. Some of the road sections have been rigid pavements and some still have existing asphalt roads, with the condition of some points of damage caused by the load of vehicles crossing the road. Plus the rainfall in the area of East Kalimantan is quite high which adds to the factor of higher road damage. The road segment is quite crowded by medium-sized vehicles. By looking at the load of vehicles crossing the road, it is necessary to plan for the thickness of the pavement.*

*Collecting data in the field that is the location location data, average daily rate data (LHR) and documentation. Other supporting data, obtained from related institutions. While the thickness comparison method of rigid pavement uses the 2013 highways method and the NAASRA method.*

*From the results of the calculation, it can be concluded that the thickness analysis of Rigid Pavement on Arief Rahman Hakim Street in Bontang City by the Bina Marga 2013 method is obtained by 26 cm thick concrete plate and 1987 NAASRA method which is obtained 19 cm concrete plate thickness. Based on the results of the calculation of the pavement thickness, the comparison of the dimensions of dimensional efficiency of the rigid pavement thickness is the comparison value of the method of marga 1,00 and NAASRA method 0,73.*

*Keywords: rigid pavement, bina marga 2013 method, 1987 NAASRA method, rigid pavement thickness.*

**PENGANTAR**

Keberadaan jalan sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang merupakan sentra produksi pertanian dan jalan juga merupakan prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan mobilitas keseharian dibandingkan dengan transportasi air dan udara. Agar jalan tersebut dilalui dengan baik, maka perlu diadakan perkerasan jalan. Perkerasan jalan adalah salah satu unsur konstruksi jalan raya sangat penting dalam rangka kelancaran transportasi darat yang memberikan kenyamanan dan keamanan bagi penggunanya, sehingga perlu direncanakan dengan baik berdasarkan standar dan kriteria perencanaan yang berlaku di Indonesia. Jenis perkerasan jalan, dapat berupa Perkerasan lentur (*flexible pavement*), Perkeraaan kaku (*rigid pavement*) atau perkerasan beton semen, dan Perkerasan Komposit, yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang merupakan jalan Provinsi yang menghubungkan antara Kota Bontang dan Kabupaten Kutai Timur. Ruas jalan tersebut sebagian sudah di lakukan perkerasan kaku dan sebagian masih memiliki *existing* jalan beraspal, dengan kondisi sebagian titik terjadi kerusakan yang diakibatkan oleh beban kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Ditambah lagi curah hujan di daerah Kalimantan Timur cukup tinggi yang menambah faktor kerusakan jalan makin tinggi. Kondisi jalan tersebut sebagian sudah tertangani dengan baik, namun sebagian lagi masih dalam kondisi rusak.

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka terdapat beberapa masalah yang difokuskan pada perhitungan tebal perkerasan kaku *( Rigid Pavement )* dengan metode Bina Marga, 2013 dan National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA), 1987 pada ruas jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang.

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk Dapat menganalisa tebal perkerasan kaku *( Rigid Pavement )* dengan metode Bina Marga, 2013 dan National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA), 1987 pada ruas jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang dan dapat membandingkan tingkat efesiensi dimensi dengan 2 metode pada pembangunan jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang.

Untuk menghindari penelitian yang melebar, serta untuk lebih mempermudah penyelesaian masalah maka penelitian ini difokuskan pada ruas jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang, Perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan 2 metode yaitu metode Bina Marga, 2013 dan National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA), 1987 pada ruas jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang dan tidak menghitung anggaran biaya dan geometric.

**CARA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Perkerasan beton yang kaku mempunyai modulus elastisitas yang besar untuk mendistribusikan beban yang berasal dari bagian atas menuju ke bidang tanah dasar yang cukup luas. Hal ini berarti bagian perkerasan kaku yang memiliki andil terbesar datang dari kapasitas struktur perkerasan yang diperoleh dari plat beton itu sendiri. Jadi faktor yang paling penting untuk diperhatikan dalam membuat perencanaan perkerasan kaku ialah kekuatan beton sehingga kita dapat mengetahui kapasitas struktur yang akan menanggung beban nantinya. Berbeda dengan perkerasan lentur yang kekuatannya didapat dari tingkat ketebalan antara lapis pondasi bawah, lapis pondasi, serta lapis permukaan.

Lokasi Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang. Untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang akan diteliti, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang dikelompokkan dalam dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang didapat dari pihak-pihak terkait dengan penanganan permasalahan seperti dinas pekerjaan umum dan konsultan perencana. Data sekunder yaitu data-data yang dikumpulkan sendiri oleh penulis dari lokasi tempat kasus atau permasalahan. Pengolahan data dilakukan dengan dua macam perhitungan yaitu Perhitungan Tebal Perkerasan kaku dengan metode bina marga 2013 dan metode NAASRA 1987.

Data teknis lapangan yaitu nama ruas jalan : Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang, Fungsi Jalan : Arteri dengan 4 lajur 2 arah, Bahu Jalan : tidak ada, Ruji (Dowel) : Ya, Umur Rencana : 40 Tahun, Jenis Perkerasan : Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan.

Data CBR (California Bearing Ratio) pada perkerasan ruas jalan Arief Rahman Hakim Kelurahan Belimbing Kota Bontang, yang dipergunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah dasar (Daya Dukung Tanah). Berdasarkan data CBR yang diperoleh, hasil pengujian per 100 meter diperoleh nilai CBR. Data CBR tanah dasar untuk mewakili sebagai berikut:

**Tabel 1**

Nilai CBR mewakili

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Station | | | Nilai CBR | | | Keterangan |
| 1 | 0 | + | 000 |  | 7,73 |  |  |
| 2 | 0 | + | 100 |  | 7,64 |  |  |
| 3 | 0 | + | 200 |  | 8,52 |  |  |
| 4 | 0 | + | 300 |  | 6,32 |  |  |
| 5 | 0 | + | 400 |  | 9,13 |  |  |
| 6 | 0 | + | 500 |  | 7,74 |  |  |
| 7 | 0 | + | 600 |  | 8,89 |  |  |
| 8 | 0 | + | 700 |  | 8,97 |  |  |
| 9 | 0 | + | 800 |  | 7,79 |  |  |
| Σ = | | | |  | 72,73 |  |  |

Menentukan Nilai CBR Design dengan cara analitis yaitu CBR Rata-rata = 72,73 / 9 = 8,08 %, CBR Max = 9,13, CBR Min = 6,32, Nilai R = 3,18, CBR Segmen = CBR rata-rata – (CBR Max-CBR Min) / R = 8,08 – (9,13 – 6,32) / 3,18 = 7,20 %. Hasil analisis data tanah dengan cara analitis didapatkan CBR yang mewakili adalah 7,20 %

Dari hasil pengambilan data lapangan maka di dapat hasil data volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata pada Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang yang diambil langsung di lokasi selama 24 jam seperti yang dalam tabel berikut ini :

**Tabel 1**

Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Jenis Kendaraan** | **LHR**  **(kend/hari/2arah)** |
| 1  2  3  4  5  6 | Mobil Penumpang  Bus  Truk 2 As Kecil  Truk 2 As Besar  Truk 3 As  Truk Gandengan | 3283  242  300  593  149  45 |

Adapun data pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Bontang, mulai dari tahun 2013 sampai dengan 2017, dengan rata-rata laju pertumbuhan sekitar 8 % per tahun, data – datanya seperti dalam tabel berikut ini :

**Tabel 2**

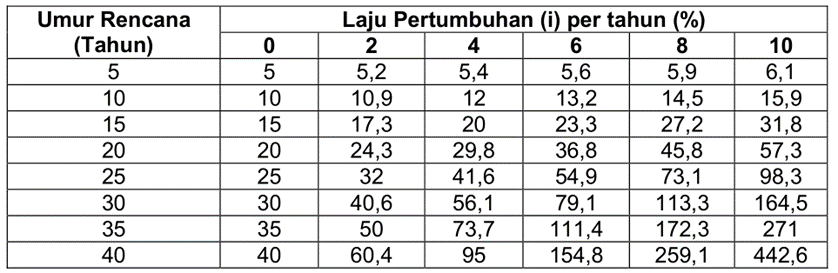
Data Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Tahun** | **Jumlah kendaraan** | **Presenrasi Pertumbuhan** |
| 1 | 2013 | 28385 |  |
|  |  |  | 7,45% |
| 2 | 2014 | 30500 |  |
|  |  |  | 12,57% |
| 3 | 2015 | 34334 |  |
|  |  |  | 7,40% |
| 4 | 2016 | 36875 |  |
|  |  |  | 3,09% |
| 5 | 2017 | 38014 |  |
| **Jumlah Total** | | | **30,511%** |
| **Rata - Rata** | | | **8%** |

Dari data petumbuhan lalu lintas (i) maka dilanjutkan dengan perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dengan bantuan program Excel, dari hasil perhitungan di dapat R = 259,10

**Tabel 3**

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan dengan cara yang pertama yaitu perhitungan tebal perkerasan kaku metode bina marga. Langkah pertama, yaitu perhitungan Analisa Lalu Lintas. Dari hasil data LHR lapangan, di olah dengan menggunakan program Excel, dengan membagi jenis kendaraan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya STRT, STRG, dan STdRG. Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah sumbu = 2748 buah, yang terdiri dari STRT = 1719 buah, STRG = 835 buah, dan STdRG = 194 buah, seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4**

Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Dimana:

RD = roda depan

RB = roda belakang

RGD = roda gandeng depan,

RGB = roda gandeng belakang,

BS = beban sumbu,

JS = jumlah sumbu,

STRT = sumbu tunggal roda tunggal,

STRG = sumbu tunggal roda ganda,

STdRG = sumbu tandem roda ganda.

Jumlah sumbu kendaraan (JSKN) selama umur rencana (40 Tahun) adalah 2,60 x 108, dan JSKN rencana = 1,29 x 108. Mutu beton yang digunanakan dengan kuat tekan karakteristik 28 hari sebesar K-350 atau 29,05 MPa. Selanjunya dilakukan perhitungan repetisi sumbu yang terjadi, seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 5**

Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Jenis** | **Beban** | **Jumlah** | **Proporsi** | **Proporsi** | **Lalu-** | **Repetisi** |
|  | **Sumbu** |  |  |  | **Lintas** |  |
| **Sumbu** | **(Ton)** | **Sumbu** | **Beban** | **Sumbu** | **Rencana** | **yang terjadi** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 = 4x5x6 |
| STRT | 6 | 194,00 | 0,11 | 0,63 | 1,29 x 108 | 0,92 x 107 |
|  | 5 | 683,00 | 0,40 | 0,63 | 1,29 x 108 | 3,23 x 107 |
|  | 4 | 300,00 | 0,17 | 0,63 | 1,29 x 108 | 1,42 x 107 |
|  | 3 | 242,00 | 0,14 | 0,63 | 1,29 x 108 | 1,14 x 107 |
|  | 2 | 300,00 | 0,17 | 0,63 | 1,29 x 108 | 1,42 x 107 |
| **Total** |  | **1719,00** | **1,00** |  |  |  |
| STRG | 8 | 593 | 0,71 | 0,30 | 1,29 x 108 | 2,80 x 107 |
|  | 5 | 242 | 0,29 | 0,30 | 1,29 x 108 | 1,14 x 107 |
| **Total** |  | **835** | **1,00** |  |  |  |
| STdRG | 14 | 194 | 1,00 | 0,07 | 1,29 x 108 | 0,92 x 107 |
| **Total** |  | **194** | **1,00** |  |  |  |
| Komulatif |  |  |  |  |  | 1,30 x 108 |

Selanjutnya dilakukan perhitungan tebal perkerasan kaku berdasarkan metode bina marga dengan analisa fatik dan erosi yaitu , sebagaimana pada tabel dibawah ini:

**Tabel 6**

Analisa Fatik dan Erosi



Karena persentase rusak fatik (telah) lebih kecil dari 100% maka tebal pelat yang digunakan adalah 26 cm. Perhitungan tulangan yaiut tebal pelat = 26 cm, Lebar pelat = 2 x 3,5 m, Panjang pelat = 5 m. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m. *Dowel*/ ruji digunakan diameter 32 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm . *Tie bar* digunakan baja ulir diameter 12 mm, panjang 60 cm, jarak 85.

Selanjutnya dilakukan perhitungan yang **kedua** yaitu perhitungan tebal perkerasan kaku dengan metode NAASRA, langkah-langkahnya yaitu diawali dengan korelasi hubungan antara nilai (k) dan CBR tanah dasar yaitu diperoleh nilai k = 39 Kpa/mm untuk CBR 7,20%, mutu rencana beton di peroleh dari grafik. Dari hasil pengambilan data lapangan maka di dapat hasil data volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata pada Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang yang diambil langsung di lokasi selama 24 jam seperti yang dalam tabel berikut ini :

**Tabel 7**

Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Jenis Kendaraan** | **LHR**  **(kend/hari/2arah)** |
| 1  2  3  4  5  6 | Mobil Penumpang  Bus  Truk 2 As Kecil  Truk 2 As Besar  Truk 3 As  Truk Gandengan | 3283  242  300  593  149  45 |

Adapun data pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Bontang, mulai dari tahun 2013 sampai dengan 2017, dengan rata-rata laju pertumbuhan sekitar 8 % per tahun, data – datanya seperti dalam tabel berikut ini :

**Tabel 8**

Data Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Tahun** | **Jumlah kendaraan** | **Presenrasi Pertumbuhan** |
| 1 | 2013 | 28385 |  |
|  |  |  | 7,45% |
| 2 | 2014 | 30500 |  |
|  |  |  | 12,57% |
| 3 | 2015 | 34334 |  |
|  |  |  | 7,40% |
| 4 | 2016 | 36875 |  |
|  |  |  | 3,09% |
| 5 | 2017 | 38014 |  |
| **Jumlah Total** | | | **30,511%** |
| **Rata - Rata** | | | **8%** |

Selanjutan dilanjutkan perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) pada Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang selama umur rencana (40 tahun) adalah sebagai berikut seperti dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 9**

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jenis Kendaraan | Jumlah | | Beban Sumbu | | | | | | | Konfigurasi Sumbu | | | | | | | |
| Kend. | Sumbu | Depan | | | Belakang | | | | Depan | | | | Belakang | | | |
|  |  |  |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |
| Bus 8 ton ( 3 + 5 ) | 542 | 1084 | 3 | | | 5 | | | | STRT | | | | STRG | | | |
| T2as 13 ton ( 5 + 8 ) | 539 | 1078 | 5 | | | 8 | | | | STRT | | | | STRG | | | |
| T3as 20 ton ( 6 + 7.7 ) | 149 | 298 | 6 | | | 14 | | | | STRT | | | | SGRG | | | |
| T3as 30 ton ( 6 + 7.7 + 5 + 5 ) | 45 | 90 | 6 | | | 14 | | | | STRT | | | | SGRG | | | |
| + Gandengan ( 5+5) | 45 | 90 | 5 | | | 5 | | | | STRT | | | | STRT | | | |
| Jumlah | 1320 | 2640 |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |

Jumlah sumbu kendaraan (JSKN) selama umur rencana (40 Tahun) adalah 314.680.953,58, dan Repitisi = JSKN x %Konfigurasi x Cd (0,45 untuk 4 lajur 2 arah). Selanjunya dilakukan perhitungan repetisi sumbu yang terjadi, seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 10**

Jumlah Hasil Repitisi Beban

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Konfigurasi Sumbu | Beban Sumbu | % Konfigurasi Sumbu | | | | | Jumlah Repitisi Sumbu selama |
| UR=JSKN x Kombinasi terhadap JSKNH x Cd |
| STRT | 3 | 542 | : | 2640 | = | 20,5 | 29072229,01 |
| STRT | 5 | 539 | : | 2640 | = | 20,42 | 28911312,61 |
| STRT | 5 | 90 | : | 2640 | = | 3,41 | 4827491,90 |
| STRT | 5 | 45 | : | 2640 | = | 1,70 | 2413745,95 |
| STRG | 5 | 1084 | : | 2640 | = | 41,06 | 58144458,01 |
| STRT | 6 | 149 | : | 2640 | = | 5,64 | 7992181,04 |
| STRT | 6 | 45 | : | 2640 | = | 1,70 | 2413745,95 |
| STRG | 8 | 1078 | : | 2640 | = | 40,83 | 57822625,22 |
| SGRG | 14 | 298 | : | 2640 | = | 11,29 | 15984362,07 |
| SGRG | 14 | 90 | : | 2640 | = | 3,41 | 4827491,90 |

Selanjutnya di buat asumsi tebal pelat beton (rencana dengan dowel) = 190 mm > 100 mm (*minimum yang disyaratkan untuk rigid pavement*). Langkah selanjutnya yaitu perhitungan kekakuan plat beton yaitu perhitungan beban rencana diperoleh dari beban sumbu x FK (1,1), perhitungan tegangan yang terjadi diperoleh dari grafik nomogram STRT, STRG dan SGRG, perhitungan perbandingan tegangan diperoleh dari tegangan yang terjadi / fr (3,6), perhitungan jumlah repitisi beban yang di ijinkan diperoleh dari tabel 9 dengan perbandingan tegangan nilai kolom 6 dan perhitungan %fatique diperoleh dari beban repitisi / jumlah repitisi beban yang di ijinkan x 100, dan hasil perhitungan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini:

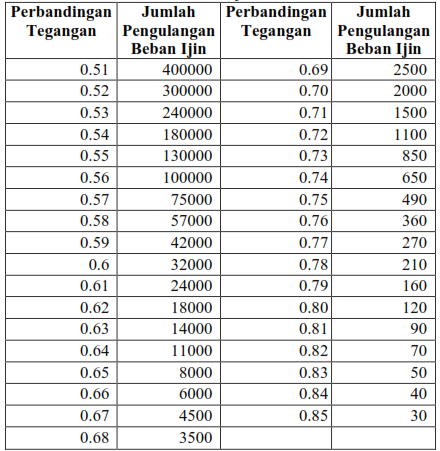
**Tabel 11**

Perhitungan Kekakuan plat beton

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Konfigurasi | | | Beban | | | Beban | | | Beban | | | Tegangan | | Perbandingan | | | Jumlah repitisi beban | | | % Fatique |
| Sumbu | | | Sumbu | | | Rencana | | | Repitisi | | | yang Terjadi | | Tegangan | | | yang di ijinkan | | |
| 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | 6 | | | 7 | | | 8 |
| STRT | | | 3,00 | | | 3,30 | | | 29.072.229,01 | | | - | | - | | | - | | | - |
| STRT | | | 5,00 | | | 5,50 | | | 28.911.312,61 | | | 1,70 | | 0,47 | | | - | | | - |
| STRT | | | 5,00 | | | 5,50 | | | 4.827.491,90 | | | 1,70 | | 0,47 | | | - | | | - |
| STRT | | | 5,00 | | | 5,50 | | | 2.413.745,95 | | | 1,70 | | 0,47 | | | - | | | - |
| STRG | | | 5,00 | | | 5,50 | | | 58.144.458,01 | | |  | | - | | | - | | | - |
| STRT | | | 6,00 | | | 6,60 | | | 7.992.181,04 | | | 1,90 | | 0,52 | | | 300.000,00 | | | 26,64 |
| STRT | | | 6,00 | | | 6,60 | | | 2.413.745,95 | | | 1,90 | | 0,52 | | | 300.000,00 | | | 8,05 |
| STRG | | | 8,00 | | | 8,80 | | | 57.822.625,22 | | | - | | - | | | - | | | - |
| SGRG | | | 14,00 | | | 15,40 | | | 15.984.362,07 | | | 1,85 | | 0,51 | | | 400.000,00 | | | 39,96 |
| SGRG | | | 14,00 | | | 15,40 | | | 4.827.491,90 | | | 1,85 | | 0,51 | | | 400.000,00 | | | 12,07 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86,72 |  |  |  |  |  | 86,72 |

**Tabel 12**

Pebandingan Tegangan dan Jumlah Penulangan Beban Ijin



Karen jumlah fatigue = 86,72 % < 100% => Oke , maka tebal pelat yang digunakan adalah 19 m. Perhitungan tulangan yaiut tebal pelat = 26 cm, Lebar pelat = 2 x 3,5 m, Panjang pelat = 5 m. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m. *Dowel*/ ruji digunakan diameter 32 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm . *Tie bar* digunakan baja ulir diameter 12 mm, panjang 60 cm, jarak 85.

**KESIMPULAN**

Dari hasil analisis dan perhitungan pada pembahasan Tugas Akhir tentang “StudiPerbandingan Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2013 dan NAASRA 1987 pada Ruas Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang”, dapat disimpulkan bahwa tebal perkerasan kaku ( Rigid Pavement ) pada ruas Jalan Arief Rahman Hakim Kota Bontang dengan metode bina marga 2013 yaitu diperoleh tebal pelat beton 26 cm dan metode NAASRA 1987 yaitu diperoleh tebal pelat beton 19 cm. Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan diperoleh perbandingan tingkat efesiensi dimensi tebal perkerasan kaku yaitu nilai perbandingan metode bina marga 1,00 dan metode NAASRA 0,73*.*

**DAFTAR PUSTAKA**

Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 2013. **Manual Desain Perkerasan Jalan**.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta, 2003, **Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen,** Pd. T-14-2003.

Rosa Agustaniah,S.T.,M.T., Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, 2015, **Diktat Kuliah Perancangan Geometri Jalan Raya**.

Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. **Tata Cara**

**Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota**.

NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities). 1987. **Pavement Design**.

Shirley L. Hendarsin, Politeknik Negeri Bandung, 2000. **Perencanaan Teknik Jalan Raya**.

Sunggono, Penerbit Nova, Bandung, 1995. **Buku Teknik Sipil**.

Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 2004, **Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan**.