

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA RUAS JALAN DUSUN BETUNG KABUPATEN KATINGAN

Rut Magdalena Silitonga

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: srutmagdalena@gmail.com

Mohamad Amin

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: burhan_plk17@yahoo.co.id

Ina Elvina

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: inaelvina@eng.upr.ac.id

Abstract: Road pavement is a part of a road structure which is hardened with certain construction layers which are located on the subgrade. the access road to the location of Betung Tumbang Liting Village, Central Kalimantan which at present is still a 2200 m dirt road and with a road width of 5 meters. The existing condition of the access road is badly damaged (The street was covered by underbrush and sleazy) and does not have a good drainage system (there is puddles), so the road performance decreases. Road conditions do not support access roads to tourism places. Therefore it is necessary to plan a pavement that needs to be more resistant to worse drainage and to be more resistant to the prolonged maintenance period required using rigid pavement with the AASHTO 1993 method. The result of this research on the access road to the Betung Subvillage in STA 0 + 000 - STA 2 + 200 with AASHTO 1993 method CBR 18.5% obtained concrete plate thickness of 25.5 cm, learn concrete thickness of 10 cm and class A aggregate foundation layer thickness of 15 cm, while calculations using the AASHTO 1993 method nomogram obtained a plate thickness of 26 cm. The results of plate thickness analysis using the input parameters used by the AASHTO 1993 method.

Keywords: CBR, AASHTO 1993, rigid pavement.

Abstrak: Perkerasan jalan merupakan bagian dari struktur jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang terletak di atas tanah dasar. Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kabupaten Katingan yang ada pada saat ini masih merupakan jalan tanah sepanjang 2200 m dan dengan lebar jalan 5 meter. Kondisi eksisting jalan akses tersebut jalan tersebut mengalami kerusakan parah (jalan tertutup semak dan tidak terawat) serta tidak memiliki sistem drainase yang baik (terjadi genangan), sehingga kinerja jalan menurun. Kondisi jalan demikian tidak mendukung sebagai jalan akses menuju obyek pariwisata. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan perkerasan jalan yang mampu lebih tahan terhadap drainase yang buruk dan lebih tahan terhadap masa pemeliharaan yang berkepanjangan yaitu direncanakan menggunakan perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993. Hasil penelitian pada jalan akses menuju lokasi Dusun Betung pada STA 0 + 000 – STA 2 + 200 dengan metode AASHTO 1993 CBR 18,5% didapatkan tebal pelat beton sebesar 25,5 cm, tebal *learn concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, sedangkan perhitungan dengan Nomogram metode AASHTO 1993 didapat tebal pelat 26 cm. Hasil analisis tebal pelat menggunakan parameter input yang digunakan oleh metode AASHTO 1993.

Kata kunci: CBR, AASHTO 1993, perkerasan kaku.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah, pariwisata, per-

tahanan dan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional. Jalan merupakan sarana penunjang dalam pembangunan suatu negara. Dalam hal ini sarana dan prasarana transportasi adalah salah satu faktor yang utama, untuk itu diperlukan pembangunan jaringan jalan yang memadai agar mampu memberikan pelayanan yang

optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan. Karena kebutuhan tingkat pelayanan jalan semakin tinggi, maka perlu adanya peningkatan kualitas sistem dan prasarana jalan, diantaranya adalah infrastruktur jalan yang baik untuk kebutuhan akan jalan yang aman dan nyaman dengan salah satunya yaitu meningkatkan kunjungan ke suatu daerah pariwisata.

Terkait dengan hal tersebut di atas pemerintah Kabupaten Katingan sudah ada program perencanaan untuk pengembangan kawasan pedesaan menjadi kampung wisata sejak tahun 2015, yaitu adanya rencana bahwa Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir akan dijadikan pusat budaya Dayak. Hal tersebut dikarenakan bahwa Dusun Betung masih mempunyai seni budaya dan adat istiadat Dayak, selain itu Desa Betung juga kaya akan potensi wisata yang positif yaitu adanya sungai serta titian bagi wisata yang ingin bersantai dan memancing ikan, sehingga diharapkan akan banyak wisatawan yang datang ke desa ini. Rencana Dusun Betung dijadikan pusat budaya Dayak akan berdampak pada peningkatan perekonomian warga Desa Betung, namun hingga penelitian ini dilaksanakan objek wisata tersebut belum mengalami perkembangan secara signifikan sehingga perlu adanya pembangunan baik dari sarana maupun prasarana untuk menunjang kunjungan wisatawan baik dari daerah maupun dari luar daerah yang datang ke Dusun Betung, salah satunya yaitu dengan membangun jalan menuju lokasi wisata.

Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yang ada pada saat ini masih merupakan jalan tanah sepanjang 2200 m dan dengan lebar jalan sebesar 5 meter. Kondisi eksisting pada jalan akses menuju Dusun Betung Desa Tumbang Liting sebagai akses menuju objek wisata saat ini merupakan jalan tanpa konstruksi perkerasan dimana pada ruas jalan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah, dan ruas jalan tersebut masih kurang layak untuk digunakan sebagai akses jalan menuju objek wisata, karena secara umum memiliki tanah dasar yang kurang baik.

Berdasarkan kondisi jalan pada ruas jalan akses menuju objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yang mengalami penurunan kinerja jalan yang terlihat dari kondisi eksisting jalan saat ini, maka dibutuhkan perkerasan jalan yang mampu lebih tahan terhadap drainase yang

buruk dan lebih tahan terhadap masa pemeliharaan yang berkepanjangan dengan menggunakan perkerasan yang mampu membuat jalan tidak berpengaruh terhadap genangan air (banjir), yaitu dengan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton yang bersambung (tidak menerus) dengan atau tanpa tulangan, atau menerus dengan tulangan dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.

Sehubungan dengan kondisi akses menuju lokasi objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan seperti yang telah dijelaskan di atas maka penulis mengambil topik Jurnal ini dengan judul "*Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode ASSHTO 1993 Pada Ruas Jalan Dusun Betung Kabupaten Katingan*".

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulis Jurnal ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang sesuai dengan Metode AASHTO 1993 pada ruas jalan Dusun Betung Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.
2. Merencanakan tebal perkerasan kaku pada tanah dasar dengan Metode AASHTO 1993 pada ruas jalan Dusun Betung Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui perencanaan tentang perkerasan kaku dengan Metode AASHTO 1993.
2. Menambah pengetahuan tentang bagaimana perencanaan tebal perkerasan jalan dengan metode AASHTO 1993.
3. Diharapkan dapat menjadi referensi dalam pemilihan metode perencanaan tebal perkerasan jalan.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah perkerasan yang menggunakan campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang digunakan antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja, sedangkan bahan ikat yang di pakai antara lain aspal, semen dan tanah liat (Sinaga, 2018). Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut (Sukirman, 1999):

1. Untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan permukaan rata bagi pengendalian.
3. Untuk memberikan kekasatan atau bahan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan.
4. Untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindung dari tekanan yang berlebihan.

Pembuatan tipe perkerasan yang akan dipilih terkait dengan dana pembangunan yang tersedia, biaya pemeliharaan, volume lalu lintas yang dilayani, serta kecepatan pembangunan agar lalu lintas tidak terlalu lama terganggu oleh pelaksanaan proyek. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan sebagai berikut (Saodang, 2005):

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan – lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.
3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah struktur perkerasan yang terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen Portland dengan atau tanpa tulangan tulangan (Hardiyatmo, 2015) sebagai berikut:

1. Perkerasan beton mempunyai kekakuan atau modulus elastisitas yang tinggi dari perkerasan lentur.
2. Beban yang diterima sebagian besar ditahan oleh pelat beton dan sebagian kecil oleh tanah dasar.
3. Tebal pelat beton di harapkan dapat memikul beban dan tegangan yang timbul oleh beban roda kendaraan, perubahan suhu dan kadar air serta perubahan volume yang terjadi pada lapisan di bawahnya.
4. Untuk memikul pengulangan pembebanan lalu lintas sesuai dengan konfigurasi dan beban sumbu, perhitungan tebal pelat beton diterapkan prinsip kelelahan (*fatigue*).

Berdasarkan lapisannya jenis – jenis perkerasan kaku (beton semen) dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu:

1. Perkerasan kaku (beton semen) bersambung tanpa tulangan.
2. Perkerasan kaku (beton semen) bersambung dengan tulangan.
3. Perkerasan kaku (beton semen) menerus dengan tulangan
4. Perkerasan kaku (beton semen) pratekan.

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993

Perencanaan tebal perkerasan mengacu pada AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) yang memuat mengenai landasan teori dan tahapan praktis dalam perencanaan *rigid pavement* dengan berbagai kondisi/parameter perkerasan jalan beton semen portland yang umum diaplikasikan di lapangan secara *computerized program*, dilengkapi juga spesifikasi pekerjaan perkerasan jalan beton semen portland, masalah dan cara penanganan yang umum terjadi di lapangan. Untuk merencanakan tebal perkerasan terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Analisis lalu lintas: mencakup umur rencana, jenis kendaraan, lalu lintas harian rata-rata, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent*

single axle load. Terminal serviceability index, initial serviceability, dan Serviceability loss.

2. Reliability

Penentuan nilai reliability (R) ditunjukkan pada Tabel (1) dan penentuan nilai standard normal deviate (ZR) ditunjukkan Tabel (2) berikut:

Tabel 1. Nilai Reabilitas (R)

Klasifikasi Jalan	Reliability: R (%)	
	Urban	Rural
Jalan tol	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : AASHTO, (1993)

Tabel 2. Nilai ZR

R (%)	Z _R
50	0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Sumber: AASHTO, (1993)

3. CBR dan modulus reaksi tanah dasar

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya. CBR dapat dibagi atas: CBR lapangan, CBR lapangan rendam, CBR rencana titik. Modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar. AASHTO (1993) menyarankan penentuan nilai modulus of subgrade reaction (k) dapat ditentukan dengan Persamaan (1) dan Persamaan (2).

$$MR = 1.500 \times CBR \quad (1)$$

$$K = \frac{MR}{19,4} \quad (2)$$

dengan, MR = Resilient modulus, CBR = California Bearing Ratio, dan K =Modulus of subgrade reaction.

4. Modulus Elastisitas Beton

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton yaitu:

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c} \quad (3)$$

dengan, E_c = Modulus elastisitas beton (psi), dan f'c = Kuat tekan beton, silinder (psi).

5. Flextural strength

Spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia disarankan (S'c) = 45 kg/cm² = 640 psi

6. Drainage coefficient

Koefisien drainase (Cd) digunakan untuk modifikasi tebal beton rancangan dengan memperhatikan kondisi drainase. Hardiyatmo (2015) menyarankan untuk penentuan persentase struktur perkerasan dalam setahun terkena air sampai ke tingkat jenuh dinyatakan dalam Persamaan (4).

$$P_{heff} = \frac{Th \text{ rata-rata}}{365} \times \frac{T_j}{24} \times WL \times 100 \quad (4)$$

dengan, P_{heff} = Persentase hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (%), T_j = Jumlah jam hujan rata-rata per hari (jam), Th rata-rata = Jumlah rata-rata hari hujan per tahun (hari), dan WL = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan.

Hujan yang terjadi menjadikan sebagian air akan berinfiltrasi ke struktur perkerasan. Perkerasan air yang berinfiltrasi masuk ke perkerasan ditentukan dalam persamaan (5) berikut ini :

$$WL = 1 - C \quad (5)$$

dengan, WL = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan, dan C = Koefisien pengaliran.

7. Load transfer coefficient

8. Koefisien Penyaluran Beban (J)

AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku bersambungan tanpa dilengkapi alat transfer beban pada sambungan maka direkomendasikan nilai transfer beban sebesar 3,8 – 4. Nilai koefisien transfer beban (J) yang digunakan sebagai parameter desain dapat dilihat pada Tabel (3) berikut:

Tabel 3. Koefisien transfer beban (J)

Bahu Jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat Transfer Beban				
Tipe Perkerasan				
Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan (JPCP) dan Bertulang Bersambungan JRCP)	3,2	3,8 – 4,4	2,5 - 3,2	3,6 – 4,2
Perkerasan Beton Bertulan Kontinyu (CRCP)	2,9 – 3,2	Tidak Ada	2,3 – 2,9	Tidak Ada

Sumber: AASHTO (1993)

9. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)
 Tebal lapisan pondasi disarankan minimum ialah 10 cm yang mana memiliki mutu sesuai dengan SNI No.03-6388-2000 dan AASHTO M-15.

Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Formulasi

Penentuan tebal perkerasan pelat beton dalam perancangan perlu dipilih kombinasi yang paling optimum/ekonomis dari tebal pelat beton dan lapis pondasi. AASHTO (1993) menentukan tebal perkerasan beton dapat ditentukan dengan Persamaan sebagai berikut :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,64}}} + (4,22 - 0,32 * Pt) \times \log_{10} \frac{Cd \times SC [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(EC/K)^{0,25}} \right]} \tag{6}$$

dengan W_{18} = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)*, Z_R = Standar normal deviasi, S_0 = Standar deviasi (0,30 - 0,40), D = Tebal pelat beton (*inches*), ΔPSI = Selisih antara nilai PSI diawal dan akhir masa layan struktur perkerasan, $\Delta PSI = p_o - p_t$, p_o = *Initial serviceability index*, p_t = *Terminal serviceability index*, Sc = Modulus keruntuhan beton (psi), Cd = Koefisien drainase, J = Koefisien transfer beban (dengan dowel $J = 2,5 - 3,1$), EC = Modulus elastisitas (psi), dan K = Modulus reaksi tanah dasar (psi).

Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993

Penentuan tebal pelat selain menggunakan formulasi dapat juga ditentukan dengan menggunakan nomogram. Penentuan tebal pelat menggunakan nomogram, parameter

yang digunakan sama seperti tebal pelat menggunakan formulasi. Parameter yang digunakan yaitu modulus reaksi tanah dasar efektif (K), modulus elastisitas beton (E_c), kuat lentur beton (SC), koefisien transfer beban (J), koefisien drainase (Cd), kehilangan kemampuan pelayanan (PSI), standar deviasi keseluruhan (S_o), *reliability* (R), dan lalu lintas rancangan (W_{18}).

Menentukan Segmen Pelat Beton

Ukuran segmen pelat sangat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti tebal pelat, lebar joint, ukuran sambungan memanjang, dan ukuran sambungan melintang. AASHTO 1993 menyarankan penentuan ukuran segmen pelat beton sebagai berikut:

1. Panjang pelat (feet) = 2 × Tebal pelat (7)
2. Perbandingan antara lebar dan panjang pelat tidak lebih dari 1,25. (8)

Perencanaan Sambungan

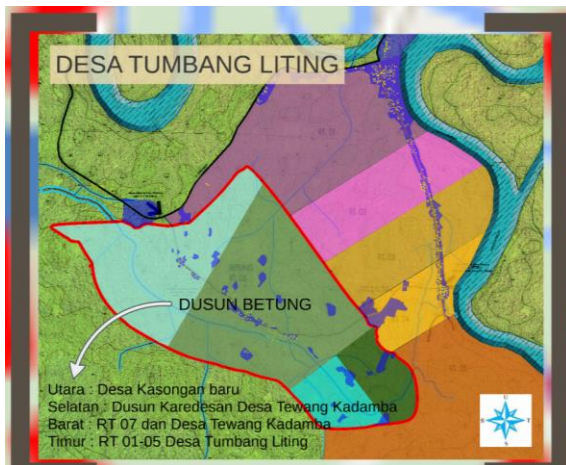
Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku merupakan bagian yang harus dilakukan baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

1. Dowel (ruji)
 Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil) yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan.
2. Batang Pengikat (*tie bar*).
 Batang tulangan atau baja ulir yang digunakan untuk menjaga agar tepi/ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lainnya dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada “Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah” yang berlokasi di dusun Betung menuju Objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Pusat Budaya Dayak. Penelitian dilakukan selama 2 minggu dimulai dari hari Senin pada tanggal 18 November 2019 sampai tanggal 2 Desember 2020. Adapun lokasi penelitian merujuk pada gambar (1) berikut ini:



Sumber: www.google.com – Data Peta (2019)

Gambar 1. Peta Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kabupaten Katingan

Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian dibedakan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dimana data tersebut bukan suatu hasil dari data yang telah dikumpulkan atau diperoleh oleh peneliti sebelumnya. Sedangkan data sekunder adalah data yang diterima oleh peneliti melalui pihak lain atau sumber yang sudah ada sebelumnya.

Pada penelitian ini, jenis data yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Data primer berupa; mendokumentasi kondisi eksisting jalan, menghitung nilai CBR dengan menggunakan alat DCP dan data LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata).
2. Data sekunder berupa data Hidrologi.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam lima tahap dimana setiap tahap ini saling berhubungan satu sama lain. Tahap pertama berupa pendahuluan,

yang dimulai dari penyusunan latar belakang dimana diperoleh suatu permasalahan dan tujuan dari penelitian yang akan dicari solusinya. Tahap kedua adalah tinjauan pustaka. Permasalahan dan tujuan penelitian kemudian dikaji secara lebih mendalam berdasarkan pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini. Tahap ketiga adalah metode penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menyusun metode penelitian dan langkah langkah sehingga seluruh data penelitian yang diperlukan dapat diperoleh dan digunakan untuk proses analisis. Tahap keempat berupa proses pembahasan dan analisis data, yaitu pengolahan data sampai hasil analisis telah diperoleh. Tahap kelima adalah tahap kesimpulan dan saran. Tahap ini merupakan tahap akhir penelitian dengan menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran.

Adapun tahapan-tahapan penelitian ini adalah:

1. Survei pendahuluan
2. Persiapan pelaksanaan penelitian
3. Pelaksanaan penelitian

Analisis Data

Pengolahan data dilakukan setelah data primer dan sekunder diperoleh. Studi pustaka digunakan sebagai acuan untuk menyiapkan landasan teori bagi analisis yang mengacu pada buku-buku, pendapat-pendapat, teori-teori yang sehubungan dengan penelitian. Berikut merupakan tahapan-tahapan analisis data dalam perencanaan perkerasan:

1. Menghitung *traffic design*
Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi:
 - a. Pada umumnya umur rencana perkerasan kaku direncanakan dengan Umur Rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.
 - b. Jenis kendaraan
Dari jenis kendaraan yang telah dijelaskan sebelumnya maka kita akan menentukan parameter golongan kendaraan untuk menghitung volume lalu lintas harian rata - rata, Pertumbuhan lalu-lintas tahunan, serta menentukan *vehicle damage factor*.
 - c. Volume lalu lintas harian rata – rata setelah mengetahui jenis kendaraan serta penggolongannya, langkah selanjutnya yaitu menghitung Lalu lintas Harian Rata – rata dan konfigurasi

sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan kaku adalah yang mempunyai berat total minimum 2 ton.

- d. Faktor distribusi arah
Dimana faktor distribusi arah (DD) = 0,3-0,7 dan umumnya diambil 0,5
- e. Faktor distribusi lajur
Untuk menentukan faktor distribusi arah diambil 100 %.
- f. *Vehicle Damage factor*
VDF (*Vehicle Damage factor*) adalah faktor yang digunakan untuk perkerasan
- g. Kemampuan pelayanan (*Serviceability*)
- h. Pertumbuhan lalu – lintas tahunan
Setelah menghitung volume lalu lintas harian rata-rata langkah selanjutnya yaitu menghitung pertumbuhan lalu lintas
- i. Angka Ekuivalen Esal
Untuk menghitung Angka Ekuivalen Esal dapat dihitung menggunakan persamaan:
$$W_{18} = LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times \text{Jumlah hari setahun} \quad (9)$$
2. Menentukan nilai *Reliability. Standard normal deviate*, dan *Standard deviation*
3. Menghitung CBR dan Modulus reaksi tanah dasar berdasarkan grafik koreksi *effective modulus of subgrade reaction*.
4. Menghitung Modulus elastisitas beton
5. Menentukan nilai *Flexural strength* yang sesuai dengan spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia.
6. Penetapan *Drainage coefficient*
7. Menentukan nilai *Load transfer coefficient*
8. Menentukan lapis pondasi bawah (*subbase*) sesuai dengan yang disarankan oleh ASSHTO 1993.
9. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan formulasi
10. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan Nomogram ASSHTO 1993.
11. Menentukan segmen pelat beton
12. Perencanaan sambungan dowel dan ruji

Hasil dari analisis ini akan merencanakan dan memberikan analisis desain serta perbandingan tebal perkerasan dengan kondisi lapangan yang dilakukan pada jalan akses menuju lokasi ruas jalan Betung Desa Tumbang

Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Geometrik Jalan

Panjang Ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yang dimanfaatkan sebagai lokasi penelitian studi perkerasan kaku yaitu sepanjang 2,2 km (STA 0 + 000 – STA 2 + 200), dengan lebar jalan 5 meter dan diambil lokasi survei lalu lintas langsung pada jalan akses menuju Objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan.

Kondisi Eksisting

Dalam penyusunan jurnal ini, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi kondisi eksisting lokasi perencanaan, identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi awal lokasi perancangan rekonstruksi pada ruas jalan akses menuju lokasi objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan.

Kondisi tata guna lahan pada ruas jalan tersebut merupakan akses jalan menuju Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan serta merupakan jalan tanah sepanjang 2200 m dimana daya dukung tanah dasar di sepanjang jalan tersebut masih kurang baik yaitu adanya nilai CBR tanah dasar masih di bawah 6% sehingga perlu dipersiapkan tanah dasar bagi *subgrade*. Sedangkan lebar pada jalan secara eksisting sebesar kurang lebih 5 meter dimana pada STA tertentu ada beberapa tikungan berupa *full circle* maka untuk itu perlu dipersiapkan tanah dasar bagi subgrade yang disesuaikan dengan tikungan yang ada pada jalan tersebut.

Akses jalan menuju objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting, secara umum melihat kondisi eksisting di lapangan seperti tanah dasar, kondisi drainase yang kurang baik yang sudah dijelaskan sebelumnya dengan demikian maka dibutuhkan program untuk meningkatkan kinerja ruas jalan ini yaitu perencanaan perkerasan jalan menuju objek wisata Dusun Betung. Dalam pemilihan penggunaan jenis perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur yaitu dilihat dari segi umur rencana, komponen perkerasan, tebal perkerasan, biaya pemeliharaan yang berbeda,

dimana dalam perkerasan kaku umur rencana lebih panjang dan biaya pemeliharaan lebih kecil dibandingkan dengan perkerasan lentur, dan juga perkerasan kaku lebih tahan terhadap drainase yang buruk. Maka untuk meningkatkan kinerja ruas jalan ini yaitu perencanaan perkerasan jalan menuju objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten Katingan yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan kaku pada perancangan ini ialah metode AASHTO 1993. Perancangan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan ini yaitu sepanjang 2200 m pada STA 0 + 000 – STA 2 + 200. Seperti yang dijelaskan di dasar teori sebelumnya terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan kaku.

Perhitungan Faktor ESAL

Untuk menghitung faktor ESAL ada beberapa parameter yang harus dihitung dan diperhatikan, parameter - parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1. Umur Rencana = Dalam perancangan perkerasan ini umur rancangan nya yaitu 20 tahun.

- 2. Faktor Dsitribusi Arah : $D_D = 0,3-0$, umumnya diambil 0,5.
- 3. Faktor Distribusi Lajur (D_L) untuk jumlah lajur setiap arah 1 yaitu 100%.

- 4. LHR
Lalu lintas harian rata-rata diambil pada ruas jalan akses menuju lokasi objek wisata Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katingan Hilir Kabupaten.

- 5. Pertumbuhan Lalu - Lintas

$$\text{Growth Factor} = \frac{(1+g)^n - 1}{g} \tag{10}$$

$$= \frac{(1+0,0514)^{20} - 1}{0,0514}$$

$$= 33,55945$$

dengan, n (umur rencana) = 20 tahun, dan g (faktor pertumbuhan) = 5,14%.

- 6. *Serviceability* (Tingkat Kemampuan Pelayanan)
 Nilai kehilangan pelayanan total (*total loss of serviceability*) dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut. $\Delta PSI = P_o - P_t$ (11)
 $= 4,5 - 2,5$
 $= 2,0$

- 7. *Vehicle Damage Factor*
 Nilai *Vehicle Damage Factor* dapat dilihat pada tabel berikut dengan penggolongan kendaraan dan konfigurasi sumbu berdasarkan Bina Marga MST-10 yang merujuk pada tabel (4) berikut ini:

Tabel 4. *Vehicle Damage Factor* berdasarkan Bina Marga MST-10

No	Tipe Kendaraan dan Konfigurasi Sumbu	Nilai VDF
1	Sedan, jeep, s.t wagon	0,0005
2	pick-up, combi	0,2174
3	Truck 2 As (L), micro truck, mobil hantaran	0,2174
4	Bus kecil	0,2174
5	Bus Besar	0,3006
6	Truck 2 As (H)	2,4159
7	Truck 3 As	2,7416
8	Truck Semi Trailer	3,9083
9	Truck Trailer + Gandengan	4,1718

Sumber: Ari Suryawan, (2016)

Setelah memperoleh total ekivalensi beban sumbu kendaraan (*Vehicle Damage Faktor*) W_{18} (ESAL), nilai LHR = 716, nilai DD = 0,5, dan nilai DL = 1. Maka setahun umur rancangan dapat dicari menggunakan formula berikut:

$$W_{18} \text{ pada jenis kendaraan} = LHR \times VDF \times DD \times DL \times \text{Jumlah hari setahun} \tag{12}$$

$$= 716 \times 0,0005 \times 0,5 \times 1 \times 365$$

$$= 65,33500 \text{ ESAL}$$

Setelah di dapat nilai W_{18} pada jenis kendaraan golongan 2 kemudian untuk golongan

3 sampai ke golongan 7c dapat dilihat pada rangkuman pada tabel (5) berikut ini :

Tabel 5. Perhitungan W_{18}

Jenis Kendaraan	LHR (Kend/hari)	VDF	Faktor Distribusi Arah (DD)	Faktor Distrbusi Lajur (DL %)	Jumlah Hari Dalam Setahun	W_{18} (ESAL)
Golongan 2	716	0,0005	0,5	1	365	65,33500
Golongan 3	125	0,2174	0,5	1	365	4959,43750
Golongan 4	326	0,2174	0,5	1	365	12934,21300
Golongan 5a	97	0,2174	0,5	1	365	3834,35368
Golongan 5b	103	0,3006	0,5	1	365	5642,69143
Golongan 6	118	2,4159	0,5	1	365	52026,40650
Golongan 7a	16	2,7416	0,5	1	365	7773,17036
Golongan 7b	9	3,9083	0,5	1	365	6419,38275
Golongan 7c	1	4,1718	0,5	1	365	761,35350
Total						94416,34371

Sumber: Hasil Penelitian, (2020)

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5 diperoleh nilai W_{18} dalam 1 tahun. Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Hasil perhitungan beban gandar selama umur rancangan (W_t) adalah sebagai berikut.

$$W_t = W_{18} \times \text{Growth factor} \quad (13)$$

$$W_t = 94416,34371 \times 33,55945$$

$$W_t = 3168560,56606 \text{ ESAL}$$

CBR dan Modulus Reaksi Tanah Dasar

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persentase. Dalam studi perkerasan ini pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer*.

1. Nilai CBR dari Satu Titik Pengamatan
Analisis data lapangan dilakukan dengan menggunakan nilai kumulatif tumbukan untuk mencapai kedalaman penetrasi tertentu.
2. Nilai CBR Segmen Jalan dengan Metode Analitis
Nilai CBR Segmen ditentukan dengan menggunakan metode analitis. Dimana dalam metode analitis ini dilakukan dengan Metode *Japan Road Ass*
3. Nilai CBR Segmen Jalan dengan Metode Grafis

Nilai CBR_{segmen} dengan metode grafis merupakan nilai persentil dari data CBR yang ada dalam segmen.

4. CBR Desain

Berdasarkan hasil analisis nilai CBR pada perhitungan didapat beberapa nilai CBR semen, dimana CBR segmen tersebut harus disesuaikan kemudian dengan faktor penyesuaian minimum untuk CBR dari pengujian DCP sehingga diperoleh nilai desain (CBR/lendutan).

Modulus reaksi tanah dasar dipengaruhi oleh nilai CBR. Nilai CBR yang diperoleh dari hasil uji DCP beragam ada yang lebih kecil dari 6%, sehingga tanah dasar harus diperbaiki untuk mencapai nilai CBR minim sebesar 6% sesuai prediksi umum pekerjaan jalan 2010 revisi 3. CBR tanah dasar yang digunakan sebagai parameter desain adalah sebesar 6% dengan dukungan *subbase*. Setelah didapatkan nilai CBR tanah dasar, selanjutnya dicari nilai CBR gabungan dengan menggunakan persamaan yang mana direncanakan tebal tanah dasar (*subgrade*) *existing* ialah 75 cm (asumsi) dengan nilai CBR tanah dasar ialah 6%, serta direncanakan tebal agregat kelas B (*subbase*) *eksisting* ialah 25 cm (asumsi) dengan nilai CBR untuk agregat kelas B ialah 65% dan tebal agregat kelas A (*base*) *eksisting* ialah 15 cm dengan nilai CBR untuk material agregat kelas A ialah 90% (Sumber : *Manual Konstruksi dan Bangunan Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan*).

$$CBR = \left(\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h_1 + h_2 + h_3} \right)^3$$

$$= \left(\frac{75 \times 6,00^{1/3} + 25 \times 65^{1/3} + 15 \times 90^{1/3}}{75 + 25 + 15} \right)^3 \quad (14)$$

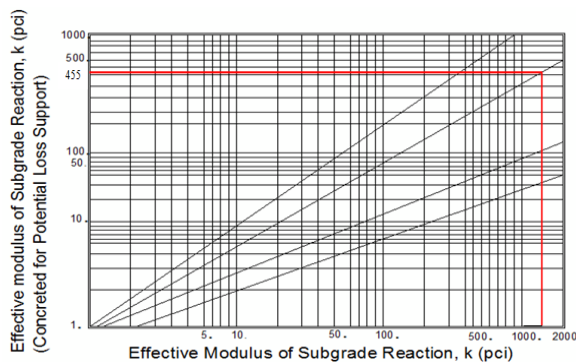
CBR = 18,5 %

Sehingga nilai modulus reaksi tanah dasar efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

MR = 1.500 x CBR = 1500 x 18,5 = 27750 pci

$$K = \frac{MR}{19,4} = \frac{27750}{19,4} = 1.430,41 \text{ pci} \quad (15)$$

Setelah didapatkan nilai modulus reaksi tanah dasar sebesar 1.430,41 pci, selanjutnya dikoreksi untuk mendapatkan modulus tanah dasar efektif (K_{eff}) menggunakan grafik koreksi modulus reaksi tanah dasar dan faktor kehilangan daya dukung dari LC (*Lean Concrete*) yang digunakan sebagai lapis pondasi sehingga faktor kehilangan daya dukung ditetapkan (LS) = 1, yang dimana grafik koreksi modulus reaksi tanah dasar merujuk pada gambar (2) berikut ini :



Sumber : Hasil Analisis Data, (2020)

Gambar 2. Modulus reaksi tanah dasar dikoreksi terhadap potensi kehilangan dukungan lapis pondasi

Hasil yang didapat dari Gambar (2) adalah nilai modulus reaksi tanah dasar efektif (K) dikoreksi terhadap potensi kehilangan dukungan lapis pondasi adalah 455 pci.

Perhitungan Tebal Pelat Beton dengan CBR 18,5 %

Menghitung tebal pelat beton didapatkan berdasarkan parameter-parameter yang telah dianalisis sebelumnya. Berikut merupakan tabel

data parameter yang digunakan untuk mencari tebal pelat beton yang merujuk pada tabel (6) berikut ini :

Tabel 6. Data parameter perencanaan

No	Data Parameter Perencanaan	Simbol	Nilai
1	Umur Rencana	UR	20 Tahun
2	Jumlah Lajur Rencana	DL	2
3	Jumlah Arah Rencana	DD	2
4	CBR	CBR	18,5%
5	Reabilitas	R	95%
6	Standart Normal Deviate	ZR	-1,645
7	Standart Deviation	So	0,40
8	Indeks Permukaan Awal	Po	4,5
9	Indeks Permukaan Akhir	Pt	2,5
10	PSI	PSI	2
11	Modulus Resilent	Mr	27750 pci
12	Modulus of Subgrade Reaction	Keff	455 pci
13	Kelas Beton	fc`	K250
14	Modulus Elastisitas Beton	Ec	3.398.557.782
15	Kuat Tarik Lentur B	S`c	640 psi
16	Koefisien Drainase	Cd	0,90
17	Koefisien Transfer Beban	J	3,8

Hasil: Hasil Perhitungan, (2020)

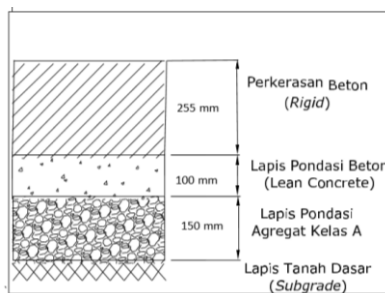
Setelah seluruh parameter ditentukan, maka nilai-nilai parameter tersebut dimasukkan dengan menggunakan persamaan (6), maka diperoleh nilai W_{18} sebagai berikut:

$$\log_{10} W_{18} = -1,645 \times 0,40 + 7,35 \log_{10}(10 + 1) - 0,06 + \frac{\log\left[\frac{2}{4,5-1,5}\right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(10+1)^{8,64}}} + (4,22 -$$

$$\log_{10} \frac{0,32 \cdot 2,5 \times 0,90 \times 640 [10^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 3,8 \times \left[10^{0,75} \frac{18,42}{(3.398.557,782/455)^{0,25}} \right]}$$

6,50086 = 6,55083

Setelah memasukkan parameter input desain perkerasan kaku didapat nilai tebal pelat 10 inci (asumsi) = 6,55083 ≥ W₁₈ traffic yaitu = 6,50086 maka asumsi tebal pelat dapat digunakan sehingga didapat tebal pelat beton adalah 10 inchi = 25,4 cm ~ 25,5 cm dengan nilai W₁₈ desain ≥ W₁₈ traffic 6,55083 ≥ 6,50086 (ok). Struktur tebal perkerasan kaku metode AASHTO 1993 seperti yang ditunjukkan pada gambar (3) berikut:

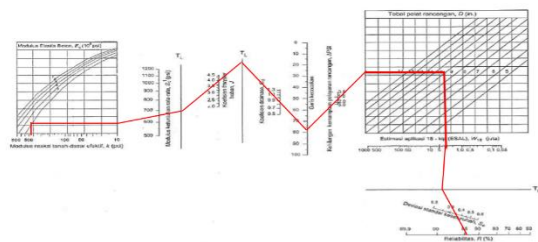


Sumber : Hasil Analisis Data, (2020)

Gambar 3. Tebal perkerasan metode AASHTO 1993 dengan CBR 18.5%

Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18,5%

Penentuan tebal pelat selain menggunakan formulasi dapat juga ditentukan dengan menggunakan nomogram. Penentuan tebal pelat menggunakan nomogram parameter yang digunakan sama seperti tebal pelat menggunakan formulasi. Parameter yang digunakan yaitu modulus reaksi tanah dasar efektif (k), modulus elastisitas beton (Ec), kuat lentur beton (Sc`), koefisien transfer beban (J), koefisien drainase (Cd), kehilangan kemampuan pelayanan (PSI), standar deviasi keseluruhan (So), *reliability* (R), dan lalu lintas rancangan (W₁₈). Penentuan tebal perkerasan dapat di lihat menggunakan pada gambar (4) berikut :



Sumber : Hasil Analisis Data, (2020)

Gambar 4. Penentuan tebal perkerasan menggunakan nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18.5 %

Dari hasil penentuan tebal perkerasan menggunakan nomogram tebal slab (D) yang diperoleh sebesar 10,3 inchi (26,162 cm dibulatkan menjadi 26,0 cm).

Menentukan Segmen Pelat Beton

Penentuan ukuran segmen pelat yang disarankan AASHTO 1993 sesuai dengan Persamaan (2). Sehingga dalam ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kabupaten Katingan ukuran segmen adalah sebagai berikut dengan tebal pelat yang digunakan adalah 25,5 cm (10 inchi):

Dengan menggunakan persamaan (7) dan (8) dan tebal pelat diperoleh: Panjang pelat maksimum 20 feet (6,096 m) dan Lebar pelat maksimum 4,8768 m.

Berdasarkan perhitungan diatas maka digunakan ukuran segmen pelat beton adalah panjang pelat sebesar 6,0 meter dan lebar pelat sebesar 4,0 meter.

Perencanaan Sambungan

Perhitungan sambungan yang digunakan dalam perencanaan perkerasan kaku ruas jalan akses akses menuju lokasi objek wisata Dusun Betung berdasarkan pada prinsip desain perkerasan (Yoder & Witczak, 1975) adalah sebagai berikut:

- a. Batang pengikat (*Tie Bar*)
 Penentuan *tie bar* dengan tebal perkerasan 255 mm (10 inchi) apabila menggunakan diameter batang sambungan baja ulir ½ in, maka panjang tulangan 635 mm dan jarak antar sambungan yang dipakai 1463 mm.
- b. Menentukan Dowel
 Ukuran dowel yang digunakan untuk tebal perkerasan 10 inchi yaitu baja tulangan polos berdiameter 32 mm, dengan panjang dowel 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan metode AASHTO 1993 maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal struktur perkerasan kaku pada ruas jalan akses menuju lokasi Dusun Betung Desa Tumbang Liting Kecamatan Katintangan Hilir Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah berdasarkan perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5 % didapat tebal pelat 25,5 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, sedangkan perhitungan dengan nomogram metode AASHTO 1993 didapat tebal pelat 26 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm.

Saran

Adapun saran dari penulis jurnal ini yaitu:

1. Dalam perencanaan perkerasan kaku metode AASHTO 1993 terdapat pembacaan grafik, sehingga dalam pembacaan grafik harus lebih teliti untuk mendapatkan menghasilkan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan baiknya melaksanakan sesuai dengan spesifikasi yang ada dan sesuai dengan data perencanaan agar perkerasan yang dihasilkan dapat maksimal.
3. Untuk penelitian sejenis selanjutnya pada pengambilan data, keakuratan data lapangan harus lebih diperhatikan dengan memberikan arahan yang jelas kepada surveyor terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway And Transportation Officials (AASHTO). (1993). *Intern Guide For Design of Pavement Structures*. USA.
- Hardiyatmo, H.C. (2015). *Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Saodang, Hamirhan. (2005). *Konstruksi Jalan Raya*. Penerbit Nova: Bandung.
- Sinaga, D.M. (2018). "Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Dengan Metode AASHTO 1993 Pada

Jalan Akses Menuju Lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab Di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah". *Jurnal Teknik Sipil Universitas Palangka Raya*. Palangka Raya.

- Standar Nasional Indonesia. (2000). SNI 03-6388-2000. *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas Dan Lapis Permukaan*. Jakarta.
- Sukirman, Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova: Bandung.
- Suryawan, Ari. (2016). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Penerbit Beta Offset: Yogyakarta.
- Yoder, E.J. dan M.W.Witzak. (1975). *Principles of Pavement Design*. 2 nd Edition New York: John Wiley & Sons, inc.