

Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Tambang dengan Metode Giroud-Han dan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus: Aceh Timur)

Syauwalul Rizqi^{1*}, Yusria Darma², Luthfi Chaliqi Taufiq³

^{1*} Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No.7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3} Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No.7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

¹syauwal@mhs.unsyiah.ac.id, ²yusriadarma@unsyiah.ac.id, ³luthfict@unsyiah.ac.id

*Corresponding author

Abstract

Gas mining activities that are being held in East Aceh Regency certainly require a road in the mining area. The main problem in mining road construction is the small value of the bearing capacity of the subgrade which results in the thickness of the pavement. To reduce the thickness of the pavement, an added material in the form of geotextiles can be used, which in this design is used as a separator and reinforcement of the subgrade. The purpose of design analysis is to get a thick mining road pavement that can withstand the load of the vehicle on it based on used method. Data processing was carried out using Giroud-Han and AASHTO 1993 methods. Based on the analysis, the ESAL value of the design was 97,656.039 ESAL. The results of the analysis of pavement thickness for Giroud-Han method without the use of geotextiles obtained a base layer of 44.1 cm and with the use of geotextiles a base layer of 38.3 cm was obtained. Based on AASHTO 1993 method, the thickness of the base layer was 31.55 cm and for the results in the form of 2 layers, the thickness of the subbase layer was 25.4 cm and the base layer was 15.24 cm.

Keywords: mining road, pavement, geotextile, Giroud-Han, AASHTO 1993

Abstrak

Kegiatan penambangan gas yang sedang diadakan di Kabupaten Aceh Timur tentunya memerlukan suatu jalan di area penambangan tersebut. Permasalahan utama pada konstruksi jalan tambang adalah kecilnya nilai daya dukung subgrade yang berakibat pada tebal perkerasan. Untuk mengurangi tebal perkerasan, dapat digunakan bahan tambah berupa geotekstil yang dalam perencanaan ini adalah sebagai separator (pemisah) dan perkuatan terhadap subgrade. Tujuan perencanaan adalah mendapatkan tebal perkerasan jalan tambang yang sanggup menahan beban kendaraan di atasnya berdasarkan metode yang digunakan. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode Giroud-Han dan metode AASHTO 1993. Berdasarkan analisis, diperoleh nilai ESAL rencana sebesar 97.656,039 ESAL. Hasil analisis tebal perkerasan untuk metode Giroud-Han tanpa penggunaan geotekstil diperoleh lapisan base sebesar 44,1 cm dan dengan penggunaan geotekstil diperoleh lapisan base sebesar 38,3 cm. Berdasarkan metode AASHTO 1993 diperoleh hasil tebal perkerasan lapisan base saja sebesar 31,55 cm dan untuk hasil berupa 2 lapisan diperoleh tebal lapisan subbase sebesar 25,4 cm dan lapisan base sebesar 15,24 cm.

Kata kunci: jalan tambang, lapis perkerasan, geotekstil, Giroud-Han, AASHTO 1993.

I. Pendahuluan

Konstruksi jalan tambang mempunyai perbedaan yang khas dengan jalan perkotaan biasa. Konstruksi jalan tambang jarang dilapisi aspal atau beton pada bagian permukaan jalannya [1]. Perencanaan perkerasan jalan dikatakan baik apabila memberikan beberapa sifat yaitu kuat, nyaman dan bernilai ekonomis. Konstruksi harus mampu menanggung beban lalu lintas serta tahan terhadap kondisi lingkungannya [2].

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan *subgrade* dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti [3]. Umumnya perkerasan terdiri dari lapisan yang relatif lemah di bagian bawah, dan semakin kuat di bagian

atasnya untuk memungkinkan penggunaan secara lebih ekonomis dari material yang tersedia [4].

Jalan pertambangan adalah jalan khusus untuk kegiatan pertambangan dan berada pada area pertambangan yang terdiri atas jalan penunjang dan jalan tambang [5]. Pada jalan tambang gas, lalu lintas yang padat terjadi pada tahapan pembangunan sumur gas. Selanjutnya lalu lintas akan menurun, karena instalasi penambangan gas yang menggunakan pipa untuk menyalurkan gas hasil penambangan. Permasalahan utama konstruksi jalan tambang yang dilalui oleh beban berat adalah kecilnya nilai daya dukung tanah dasar, sehingga ketebalan jalan akan semakin besar, yang berpengaruh terhadap biaya pengerjaan yang tidak sedikit.

Tujuan analisis perencanaan ini untuk mendapatkan tebal perkerasan jalan tambang serta

untuk mengetahui pengurangan tebal perkerasan akibat penggunaan bahan geotekstil.

II. Metodologi Perencanaan

2.1 Objek perencanaan

Objek yang menjadi tinjauan dalam analisis perencanaan ini adalah jalan tambang gas yang berada di Kecamatan Nurussalam, Kabupaten Aceh Timur.

2.2 Pengumpulan data sekunder

Data diperoleh dari hasil penelitian pada Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala berupa nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah asli, volume lalu lintas harian, jenis dan berat kendaraan rencana, dan umur rencana jalan.

2.3 Metode perencanaan jalan tambang

Dalam analisis perencanaan ini, perhitungan nilai ESAL rencana menggunakan metode AUSTROAD 2017. Analisis tebal perkerasan jalan tambang dilakukan menggunakan metode Giroud-Han dan metode AASHTO 1993.

2.4 Penentuan lapisan jalan tambang

2.4.1 Tanah dasar (*subgrade*)

Jika tanah dasar terdiri dari batuan keras atau kerikil padat, sedikit penimbunan mungkin diperlukan atau tanpa penimbunan karena kendaraan dapat berjalan di permukaan tanah dasar. Sedangkan apabila tanah dasar berupa tanah liat lunak, akan membutuhkan penimbunan yang tebal untuk membantu menyebarkan beban roda yang berat dan mencegah penurunan atau kerusakan jalan [6].

Upaya agar parameter yang disyaratkan terpenuhi terhadap *subgrade* adalah dengan melakukan penimbunan tanah. Perbaikan dilakukan dengan pemadatan lapis demi lapis sampai dengan elevasi yang direncanakan.

2.4.2 Lapis fondasi bawah (*subbase course*)

Fungsi *subbase course* adalah mendukung konstruksi jalan dengan memberikan lapisan yang baik sebagai lapisan awal diatas lapisan *subgrade*, sehingga material memiliki daya dukung yang optimum [7].

Lapis *subbase* harus stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20%, serta Indeks Plastis (IP) sama atau lebih kecil dari 10% [8].

2.4.3 Lapis fondasi atas (*base course*)

Fungsi *base course* adalah menahan beban roda yang berada di atasnya. Pemilihan material sangat di pertimbangkan agar dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan memperhitungkan biaya [7].

Material yang digunakan pada *base course* berkualitas tinggi dengan distribusi ukuran partikel yang sesuai. *Base course* merupakan sumber utama kekuatan struktur jalan [6].

2.5 Perhitungan daya dukung tanah

Daya dukung *subgrade* dalam analisis perencanaan ini dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Penentuan kekuatan *subgrade* dengan percobaan CBR, akan didapatkan nilai untuk menentukan tebal perkerasan jalan [9].

Dalam metode AASHTO 1993, modulus resilien (M_R) digunakan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Penentuan nilai modulus resilien (M_R) dilakukan menggunakan Persamaan (2-1) berikut:

$$M_R = 1500.CBR \quad (2-1)$$

Keterangan: M_R = Modulus Resilien tanah dasar (psi); CBR = *California Bearing Ratio* (%)

2.6 Perhitungan ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)

Dalam metode AUSTROAD [10], perhitungan *traffic* dilakukan dengan konsep EALF (*Equivalent Axle Load Factor*). Perhitungan EALF diperlihatkan pada Persamaan (2-2) berikut:

$$EALF = \left(\frac{L}{SL}\right)^4 \quad (2-2)$$

Keterangan: EALF = *Equivalent Axle Load Factor* (perhitungan EALF tergantung pada *Axle Group Type* kendaraan rencana); L = *Load on the axle group type* (berat pada tipe beban gandar) (kN); SL = *Standard Load for axle group type* (faktor ekivalen beban standar) (kN);

Nilai SL (*Standard Load for axle group type / faktor ekivalen beban standar*) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Beban pada Kelompok Gandar yang Menyebabkan Kerusakan yang Sama seperti Gandar Standar

Axle Group Type	Nominal Tyre Section Width	Standard Load (kN)
Single Axle with Dual Tyres (SADT)	-	80
Tandem Axle with Dual Tyres (TADT)	-	135
Single Axle with Single Tyres (SAST)	Less than 375 mm	53
	At least 375 mm but less than 450 mm	58
	450 mm or more	71
Tandem Axle with Single Tyres (TAST)	Less than 375 mm	89
	At least 375 mm but less than 450 mm	98
	450 mm or more	119

Sumber: AUSTROAD (2017)

Perhitungan faktor truk diperlihatkan pada Persamaan (2-3) berikut:

$$\text{Faktor truk} = \sum EALF \quad (2-3)$$

Perhitungan ESAL *open traffic* (\hat{w}_{18}) diperlihatkan pada Persamaan (2-4) berikut:

$$\hat{w}_{18} = \text{Faktor truk} \cdot N \quad (2-4)$$

Keterangan: N = volume kendaraan rencana

Perhitungan nilai ESAL rencana (w_{18}) berdasarkan Persamaan (2-5) berikut:

$$w_{18} = D_D \cdot D_L \cdot \hat{w}_{18} \quad (2-5)$$

Keterangan: D_D = Faktor distribusi jalur; D_L = Faktor distribusi lajur; \hat{w}_{18} = Nilai ESAL *open traffic* (ESAL)

Untuk perhitungan volume kendaraan selama umur layan pada metode Giroud-Han, volume kendaraan harus diekivalensikan kedalam jenis kendaraan terberat. Tahapannya adalah dengan membagi nilai ESAL *open traffic* (\hat{w}_{18}) dengan nilai faktor truk kendaraan terberat. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (2-6) berikut:

$$N = \frac{\hat{w}_{18}}{\text{faktor truk kendaraan terberat}} \quad (2-6)$$

2.7 Perhitungan metode Giroud-Han

Metode ini digunakan untuk desain lapis konstruksi perkerasan jalan tambang dengan penggunaan geosintetik untuk perbaikan *subgrade*, ditemukan oleh J.P. Giroud, Ph.D., dan Jie Han, Ph.D [11]. Metode Giroud-Han menggunakan 1 jenis kendaraan dengan muatan terberat dalam perencanaannya. Jenis kendaraan rencana diasumsikan sama untuk volume lalu lintas rencana.

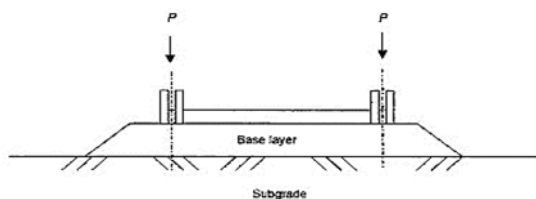
Berdasarkan Manual Perkerasan Jalan dengan Alat *Benkelman Beam* No. 01/MN/BM/83 [12], konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Konfigurasi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2,0	
1.2 Bus	3	6	9	
1.2L Truk	2,3	6	8,3	
1.2H Truk	4,2	14	18,2	
1.2.2 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2 + 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2 + 2.2 Trailer	10	32	42	

Sumber: Manual Perkerasan Jalan dengan Alat *Benkelman Beam* No. 01/MN/BM/83

Konsep hitungan *base course* jalan tambang di idealisasikan seperti Gambar 1. Beban roda (*wheel load*) seberat P disalurkan oleh dua ban yang mempunyai tekanan ban sebesar p kepada lapisan *base*.



Gambar 1 Idealisasi Penyaluran Beban Roda ke Lapisan *Base Course*. Sumber: Pengantar Geoteknik, Djarwadi (2012)

Tahapan analisis perencanaan tebal perkerasan jalan tambang metode Giroud-Han adalah:

- a) Menghitung radius kontak ban kendaraan dengan lapisan perkerasan

Perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan (2-7) berikut:

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot p}} \quad (2-7)$$

Keterangan: P = beban roda (kN); p = tekanan ban (kPa); r = radius kontak (m).

- b) Menghitung daya dukung *subgrade* (tanah dasar) Perhitungan dilakukan menggunakan Persamaan (2-8) berikut:

$$P_{H=0} = \left(\frac{s}{f_s}\right) \cdot \pi \cdot r^2 \cdot N_c \cdot f_c \cdot CBR_{sg} \quad (2-8)$$

Keterangan: $P_{H=0}$ = daya dukung *subgrade* apabila tebal *base* adalah nol (kN); s = *rutting* yang diizinkan (mm); f_s = faktor yang nilainya 75 mm; r = radius bidang kontak (m); N_c = faktor daya dukung (*bearing capacity factor*); f_c = faktor yang nilainya setara dengan 30; CBR_{sg} = nilai CBR *subgrade* (%).

Kedalaman *rutting* yang diperbolehkan biasanya adalah 50-75 mm. Namun perencana dapat memilih kedalaman *rutting* yang diizinkan sampai dengan 100 mm [13].

Nilai N_c (faktor daya dukung) yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Nilai N_c Untuk Berbagai Perkuatan

Nilai N_c	Jenis Perkuatan
3,14	Tanpa perkuatan geosintetik
5,14	Dengan perkuatan geotekstil
5,71	Dengan perkuatan <i>geogrid</i>

Sumber: Teknologi dan Manajemen Pemeliharaan Jalan Tambang, Djarwadi (2012)

Apabila P (beban roda) > $P_{H=0}$, maka diperlukan lapisan *base*. Sedangkan apabila P (beban roda) < $P_{H=0}$, maka secara teoritis *subgrade* telah kuat menahan beban roda, sehingga tidak perlu lapisan *base*.

- c) Menghitung tebal *base course*

Perhitungan menggunakan Persamaan (2-9):

$$h = \frac{1,26 + (0,96 - 1,46J) \left(\frac{r}{h}\right)^{1,5} \log N}{f_e} \left[\sqrt{\frac{P}{\pi \cdot r^2 \cdot m \cdot N_c \cdot f_c \cdot CBR_{sg}}} - 1 \right] r \quad (2-9)$$

Keterangan: h = tebal *base course* (m); r = radius kontak (m); J = *aperture stability modulus geogrid* (apabila desain tanpa perkuatan *geogrid*, J = 0); N = volume lalu lintas selama umur layan; f_e = faktor rasio modulus; P = beban roda (kN); m = koefisien mobilitas daya dukung; N_c = faktor daya dukung; f_c = faktor yang nilainya 30.

Langkah dalam perhitungan tebal *base course* menggunakan Persamaan (2-9) adalah:

- Perhitungan nilai R_E (batas rasio modulus) Menggunakan Persamaan (2-10) berikut:

$$R_E = \min \left(\frac{3,48 \cdot CBR_{bc}^{0,3}}{CBR_{sg}}, 5,00 \right) \quad (2-10)$$

Keterangan: CBR_{sg} = nilai CBR *subgrade* (%); CBR_{bc} = nilai CBR *base course* (%)

- Perhitungan nilai f_e (faktor rasio modulus) Menggunakan Persamaan (2-11) berikut:

$$f_E = 1 + 0,204(R_E - 1) \tag{2-11}$$

Keterangan: RE = batas rasio modulus

- Perhitungan nilai m (koefisien mobilitas daya dukung/*bearing capacity mobilization modulus*) Menggunakan Persamaan (2-12) berikut:

$$m = \left(\frac{s}{f_s}\right) \left\{1 - \xi \cdot \exp\left[-\omega \left(\frac{r}{h}\right)^n\right]\right\} \tag{2-12}$$

Keterangan: s = *rutting* izin (mm); fs = konstanta yang nilainya 75 mm; ω = konstanta yang nilainya 1,00; ξ = konstanta yang nilainya 0,90; n = konstanta yang nilainya 2,00; r = radius bidang kontak (m); h = asumsi awal tebal *base course* (m).

- Perhitungan tebal *base course* Perhitungan dilakukan dengan Persamaan (2-9). Apabila menggunakan perkuatan geosintetik, maka nilai Nc (faktor daya dukung) dipilih berdasarkan perkuatan geosintetik yang digunakan. Dengan adanya perkuatan geosintetik, maka *rutting* yang diizinkan juga berkurang nilainya [14].

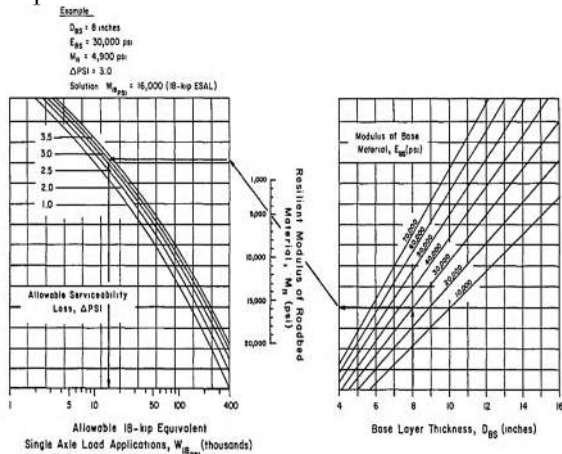
2.8 Perhitungan metode AASHTO 1993

Perencanaan perkerasan metode AASHTO 1993 untuk konstruksi jalan tambang adalah desain jalan volume rendah (*AASHTO low-volume aggregate surface road pavement design*). Metode AASHTO 1993 untuk *low-volume aggregate surface road* menggunakan bagan desain (*nomographs*) sebagai solusi dalam perencanaannya [15].

Tahapan analisis perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 adalah:

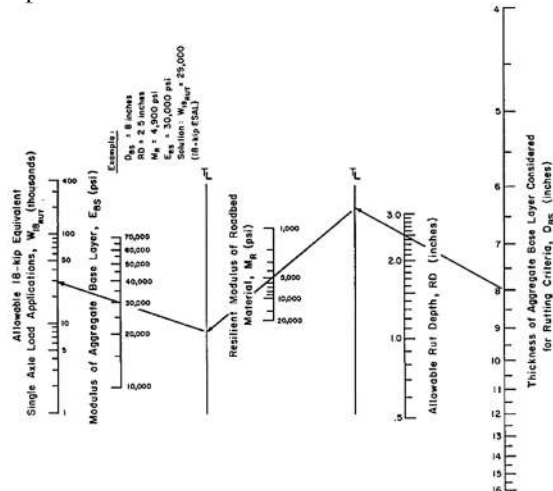
- Perhitungan nilai kehilangan agregat (GL) Dilakukan menggunakan Persamaan (2-13): $GL = 0,12 + 0,1223 (LT)$ (2-13) Keterangan: GL = total kehilangan agregat (inci); LT = jumlah truk bermuatan dalam ribuan

- Mencari nilai 18-kip ESAL lalu lintas yang diizinkan / W_{18PSI} menggunakan bagan desain pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2 Bagan Desain untuk *Aggregate-Surface Road* Mempertimbangkan *Allowable Serviceability Loss* (ΔPSI). Sumber: AASHTO (1993)

- Mencari nilai 18-kip ESAL lalu lintas yang diizinkan / W_{18RUT} yang mempertimbangkan *rutting* yang diizinkan menggunakan bagan desain pada Gambar 3.



Gambar 3 Bagan Desain untuk *Aggregate-Surface Road* Mempertimbangkan *Allowable Rutting* (RD). Sumber: AASHTO (1993)

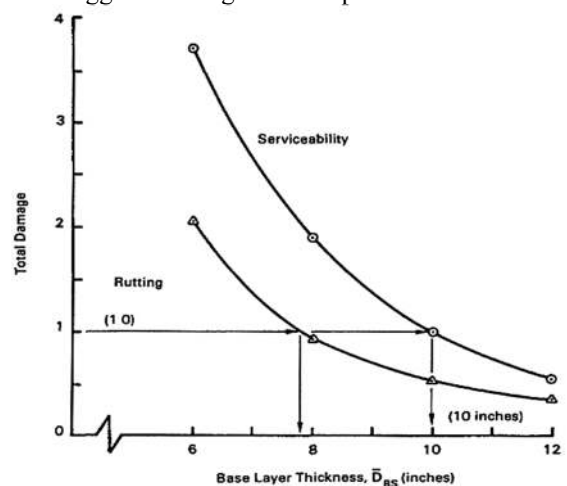
- Melakukan rekapitulasi data hasil analisis kedalam Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Data Hasil Analisis Metode AASHTO 1993

TRIAL BASE THICKNESS			SERVICEABILITY CRITERIA		RUTTING CRITERIA	
$D_{BS} = \dots$ inches			$\Delta PSI = \dots$		$RD = \dots$ inches	
Subgrade Resilient Modulus	Base Elastic Modulus	18-kip ESAL Traffic	Allowable 18-kip ESAL Traffic	Damage	Allowable 18-kip ESAL Traffic	Damage
M_R (psi)	E_{BS} (psi)	W_{18}	W_{18PSI}	W_{18}/W_{18PSI}	W_{18RUT}	W_{18}/W_{18RUT}

Sumber: AASHTO (1993)

- Mencari tebal *base course* (\bar{D}_{BS}) yang diperlukan menggunakan bagan desain pada Gambar 4.



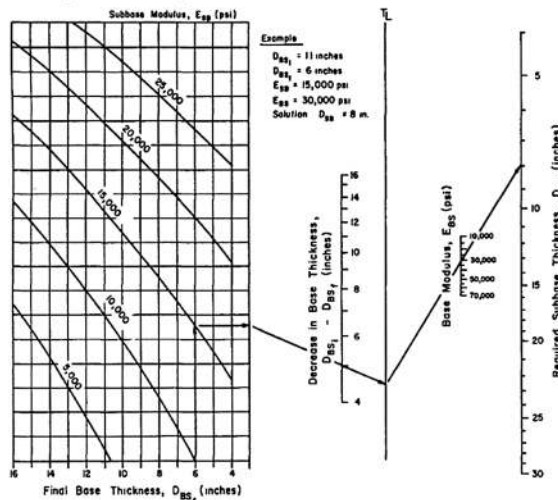
Gambar 4 Bagan Desain *Total Damage* Dibandingkan Ketebalan Lapisan *Base* untuk *Serviceability* dan *Rutting Criteria*. Sumber: AASHTO (1993)

- Perhitungan penyesuaian ketebalan *base course* (D_{BS1}) menggunakan Persamaan (2-14) berikut:

$$D_{BSI} = \bar{D}_{BS} + (0,5 \cdot GL) \quad (2-14)$$

Keterangan: \bar{D}_{BS} = tebal lapisan *base* (inci); GL = total kehilangan agregat (inci)

- Menghitung tebal *subbase course* menggunakan bagan desain pada Gambar 5.



Gambar 5 Bagan Desain untuk Konversi Bagian Tebal *Base Course* ke Ekuivalen Tebal *Subbase Course*.
Sumber: AASHTO (1993)

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis kendaraan terberat

Berdasarkan data sekunder dan hasil analisis, jenis kendaraan terberat yang beroperasi pada jalan tambang yang direncanakan adalah truk dengan konfigurasi sumbu dan tipe 1.22 truk. Beban kendaraan terberat dipikul oleh gandar belakang dengan tipe *tandem axle dual tyre* (TADT) sebesar 75 %, dimana setiap 1 set roda memikul 18,75 % beban kendaraan. Berat keseluruhan kendaraan sebesar 50 ton (490,335 kN), sehingga beban terberat yang dipikul oleh roda adalah sebesar 91,938 kN/set roda. Asumsi tekanan ban kendaraan terberat dalam analisis perencanaan ini diambil sebesar 108 psi (744,634 kPa).

3.2 Analisis Lalu Lintas

Berdasarkan data sekunder dan hasil perhitungan, volume kendaraan yang melintasi jalan tambang yang direncanakan adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Volume Kendaraan Rencana

No.	Jenis Kendaraan	Volume
1.	1.22 truk (muatan 40 ton)	2.240 kendaraan
2.	1.22 truk (muatan 10 ton)	3.650 kendaraan
3.	Mobil penumpang	18.250 kendaraan

Volume total truk bermuatan yang melintasi jalan yang direncanakan adalah total truk muatan 40 ton dan truk muatan 10 ton. Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil sebesar 5890 kendaraan.

Perhitungan EALF (*Equivalent Axle Load Factor*) dan faktor truk dilakukan menggunakan Persamaan (2-2) dan Persamaan (2-3). Rekapitulasi hasil perhitungan diperlihatkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan EALF dan Faktor Truk

No.	Jenis Kendaraan	Roda		Faktor Truk
		Depan	Belakang	
		SAST	SAST TADT	
1.	1.22 truk (muatan 40 ton)	28,617	-	83,683
2.	1.22 truk (muatan 10 ton)	0,733	-	2,142
3.	Mobil penumpang	0,00117	0,00117	0,00234

Keterangan: SAST = *Single Axle Single Tyre*
TADT = *Tandem Axle Dual Tyre*

Perhitungan ESAL *open traffic* dilakukan berdasarkan Persamaan (2-4). Rekapitulasi perhitungan diperlihatkan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Rekapitulasi Perhitungan ESAL *Open Traffic*

No.	Jenis Kendaraan	ESAL <i>Open Traffic</i>
		(\hat{w}_{18}) (ESAL)
1.	1.22 truk (muatan 40 ton)	187.449,954
2.	1.22 truk (muatan 10 ton)	7.819,341
3.	Mobil penumpang	42,784
Total ESAL <i>Open Traffic</i> (\hat{w}_{18})		195.312,079

Perhitungan ESAL rencana (w_{18}) dilakukan berdasarkan Persamaan (2-5). Nilai distribusi jalur (D_D) adalah sebesar 0,5 (50 %) dan nilai distribusi lajur (D_L) sebesar 1 (100 %). Berdasarkan hasil analisis data dan perhitungan, diperoleh nilai ESAL rencana (w_{18}) sebesar 97.656,039 ESAL.

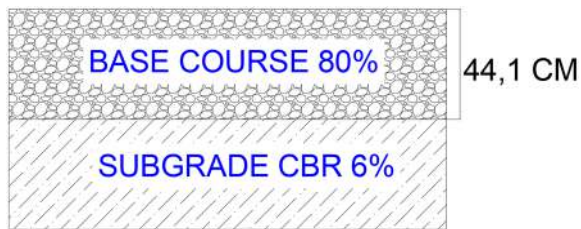
Ekuivalensi jumlah total kendaraan kedalam jenis kendaraan terberat berdasarkan Persamaan (2-6) diperoleh sebesar 2.334 kendaraan.

3.3 Tebal Perkerasan Metode Giroud-Han

Nilai CBR *subgrade* yang disyaratkan dalam perencanaan ini adalah sebesar 6 %. Lapisan *base* direncanakan memiliki CBR sebesar 80 %. Jumlah kendaraan selama umur layan setelah dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (2-6) adalah sebanyak 2.334 kendaraan.

Untuk tebal lapis perkerasan tanpa perkuatan geotekstil, berdasarkan Persamaan (2-8) dengan mengambil *rutting* izin sebesar 75 mm, diperoleh daya dukung tanah dasar sebesar 69,784 kN. Hasil yang diperoleh kurang dari beban roda terberat (91,938 kN), sehingga diperlukan penambahan lapisan *base*.

Perhitungan tebal lapisan *base* dilakukan berdasarkan Persamaan (2-9). Setelah dilakukan perhitungan dengan mengambil *rutting* izin sebesar 75 mm dan nilai N_c (faktor daya dukung) tanpa perkuatan geotekstil sebesar 3,14, diperoleh hasil tebal lapisan *base* tanpa perkuatan geotekstil sebesar 44,1 cm seperti diperlihatkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6 Tebal Perkerasan Metode Giroud-Han tanpa Perkuatan Geotekstil

Untuk tebal lapis perkerasan menggunakan perkuatan geotekstil, berdasarkan Persamaan (2-8) dengan mengambil *rutting* izin sebesar 50 mm, diperoleh daya dukung tanah dasar sebesar 76,155 kN. Hasil yang diperoleh kurang dari beban roda terberat (91,938 kN), sehingga diperlukan penambahan lapisan *base*.

Perhitungan tebal lapisan *base* dilakukan berdasarkan Persamaan (2-9). Setelah dilakukan perhitungan dengan mengambil *rutting* izin sebesar 50 mm dan nilai N_c (faktor daya dukung) menggunakan perkuatan geotekstil sebesar 5,14, diperoleh hasil tebal lapisan *base* menggunakan perkuatan geotekstil sebesar 38,3 cm seperti diperlihatkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7 Tebal Perkerasan Metode Giroud-Han Menggunakan Perkuatan Geotekstil

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode Giroud-Han tanpa perkuatan dan dengan perkuatan, diperoleh pengurangan ketebalan *base course* sebesar 5,8 cm dengan mengambil nilai *rutting* yang diizinkan sebesar 75 mm untuk lapisan tanpa perkuatan geotekstil dan 50 mm dengan menggunakan perkuatan geotekstil. Dengan penggunaan geotekstil, daya dukung tanah dasar meningkat sebesar 6,371 kN.

3.4 Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

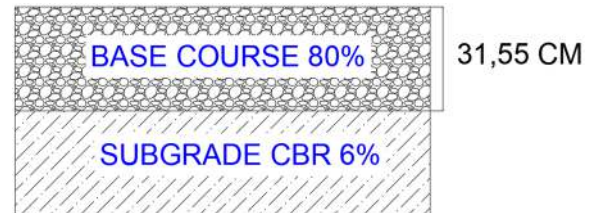
Dalam metode AASHTO 1993, modulus resilien (M_R) digunakan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Penentuan nilai modulus resilien (M_R) dilakukan menggunakan Persamaan (2-1).

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Persamaan (2-1), diperoleh nilai M_R *subgrade* untuk CBR 6 % sebesar 9.000 psi.

Nilai modulus elastisitas (E) *base course* dengan CBR 80 % adalah sebesar 29.000 psi. Nilai modulus elastisitas (E) *subbase course* dengan CBR 30 % adalah sebesar 15.000 psi.

Desain tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 dalam analisis perencanaan ini mengambil *rutting* izin sebesar 3 inci (75 mm). Nilai ΔPSI diambil sebesar 2,5.

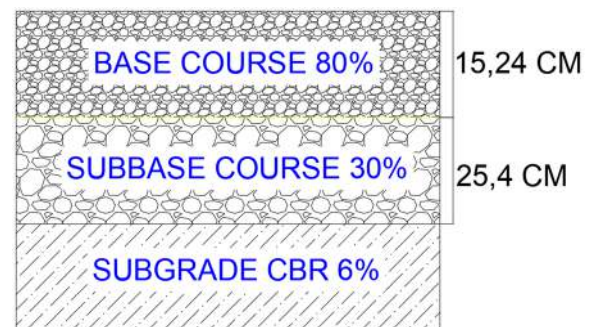
Hasil analisis tebal perkerasan (\bar{D}_{BS}) menggunakan Gambar 4 dan penyesuaian tebal *base course* (D_{BS1}) menggunakan Persamaan (2-14) adalah sebesar 12,42 inci (31,55 cm) tanpa menggunakan perkuatan geotekstil seperti diperlihatkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8 Tebal Perkerasan Lapis *Base Course* Metode AASHTO 1993

Apabila dilakukan pengurangan tebal *base course*, dapat dilakukan konversi tebal *base course* ke *subbase course* menggunakan Gambar 5.

Hasil analisis tebal lapisan perkerasan dengan mengambil tebal akhir *base course* (D_{BS_c}) sebesar 6 inci (15,24 cm) dengan nilai pengurangan ketebalan *base course* sebesar 6,42 inci (16,307 cm), diperoleh tebal lapis *subbase course* sebesar 10 inci (25,4 cm) tanpa menggunakan perkuatan geotekstil seperti diperlihatkan pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9 Tebal Perkerasan Lapisan *Base-Subbase Course* Metode AASHTO 1993

Dari hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan jalan tambang dengan menggunakan metode AASHTO 1993, diperoleh 2 hasil perkerasan jalan tambang, yaitu berupa lapisan *base course* saja dengan tebal 12,42 inci (31,55 cm) tanpa perkuatan geotekstil dan lapisan *base* dan *subbase course* dengan tebal *base course* 6 inci (15,24 cm) dan tebal *subbase course* 10 inci (25,40 cm) tanpa perkuatan geotekstil.

3.5 Pembahasan

Berdasarkan data sekunder dan berbagai referensi, digunakan material untuk perkerasan jalan tambang berupa agregat batu pecah (*crushed aggregate*). Pemilihan material agregat batu pecah dikarenakan kemudahan dalam memperoleh material dan mutu materialnya yang baik. Selain itu, material agregat batu pecah juga mudah dalam proses pengerjaannya.

Perbedaan hasil tebal perkerasan diantara kedua metode dikarenakan perhitungan beban kendaraan

yang berbeda diantara kedua metode tersebut serta perbedaan parameter-parameter yang digunakan. Metode Giroud-Han merupakan metode praktis yang mempertimbangkan penggunaan geotekstil dalam desain perkerasan jalannya. Kekurangan dalam metode AASHTO 1993 yaitu tidak terdapat perhitungan melalui analisis data dalam perencanaannya, tetapi hanya berupa *nomograph* (bagan desain) sehingga ketelitian rencana sangat diperlukan pada tahapan perencanaan. Dalam metode AASHTO 1993 juga tidak terdapat metode/langkah-langkah untuk memperhitungkan penggunaan geotekstil dalam perencanaan jalannya.

Dengan penggunaan bahan tambah berupa geotekstil, dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar (*subgrade*) dan akan berpengaruh terhadap pengurangan tebal lapisan *base course* yang direncanakan.

IV. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh beberapa kesimpulan yaitu tebal perkerasan menggunakan metode Giroud-Han, diperoleh tebal lapis perkerasan berupa *base course* tanpa perkuatan geotekstil dengan tebal 44,1 cm dan menggunakan perkuatan geotekstil dengan tebal 38,3 cm. tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993, diperoleh tebal lapis perkerasan berupa *base course* tanpa perkuatan geotekstil dengan tebal 31,55 cm dan tebal lapis perkerasan berupa *base* dan *subbase course* tanpa perkuatan geotekstil sebesar 15,24 cm dan 25,40 cm.

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu untuk penelitian selanjutnya dapat meneliti tentang pengaruh penggunaan *geogrid* serta bahan tambah lain terhadap perkerasan jalan tambang. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan metode lainnya yang dapat memberikan hasil yang lebih teliti dan sesuai.

V. Daftar pustaka

- [1] Suwandhi, A. 2004. *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka seri Perencanaan Jalan Tambang*. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- [2] Mannering, F.D., dan Kilareski, W.P. 1990. *Principles of Highway Engineering And Traffic Analysis*. John Wiley, Singapore.
- [3] Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Penerbit Granit, Yayasan Obor, Jakarta.
- [4] Hardiyatmo, H.C. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya: Perkerasan, Drainase, Longsoran*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Jakarta.
- [6] Tannant, D.D., dan Regensburg, B. 2001. *Guidelines For Haul Road Design*. Edmonton, Canada: School of Mining and Petroleum Engineering Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta.
- [7] Karunaprema, K. A. K., Edirisinghe, H. J. 2002. *Compare DCP/CBR Correlation For Sri Lankan Residual Soils*. Young Geotechnical Engineers conference organized by Sri Lankan Geotechnical Society. Colombo.
- [8] Sukirman, S. 2010. *Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Penerbit Nova, Bandung.
- [9] Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [10] Anonim. 2017. *AUSTROADS (Guide to Pavement Technology Part 2 Pavement Structural Design)*. Sydney.
- [11] Oetoma, W., dan Susanto, D.H. 2011. *Analisis Keputusan Pemilihan Konstruksi Perkerasan Jalan dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus di Dinas PU. Bina Marga Kab. Lamongan)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. ISSN : 1693-8259, Volume : 04 No. 01.
- [12] Direktora Jendral Bina Marga. 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [13] Giroud, J. P., dan Han, J. 2004. *Design method for geogrid-reinforced unpaved roads. II: Calibration and applications*. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 130(8), 787-797.
- [14] Djarwadi, D. 2012. *Teknologi Dan Manajemen Pemeliharaan Jalan Tambang*. PT. Pama Persada Nusantara, Jakarta.
- [15] Anonim. 1993. *AASHTO Guide or Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Washington, DC.