

ANALISA PENGGUNAAN DRAINAGE LAYER DI JALAN TOLPRABUMULIH –MUARAENIM

Fahriansyah Anugrah Lubis¹, Ahmad Rafii², Fitriyah Patriotika³
email: lubis0267@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Abstrak

Pembangunan Jalan Tol Prabumulih – Muara Enim didasari oleh kepadatan lalu lintas yang terjadi di Jalan Lintas Prabumulih – Muara Enim. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan volume lalu lintas yang melebihi rencana kapasitas ruas jalan, pertumbuhan manufaktur pada sektor industri utama, perkembangan sub koridor baru yang terjadi di Kota Prabumulih Provinsi Sumatra Selatan. Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan sumber data terbagi menjadi dua yaitu data sekunder dan data primer. Data diambil melalui penelitian langsung di lapangan. Hasil Penelitian ini menunjukkan data dari hasil uji CBR lapangan dengan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dengan jumlah lintasan 6– 12 didapat CBR pada penetrasi 0,2 inci lebih kecil dibandingkan dengan CBR pada penetrasi 0,1 inci, nilai Rata-rata Permeabilitas pada Drainage Layer Rata-rata pada Permeabilitas adalah 0,0035 m / detik dan 293,74 m / hari. Jadi Porositas pada Drainage Layer besar sehingga air yang merembes pada Drainage Layer besar dan Berdasarkan hasil Density dengan prosedur pengujian SNI- KEPADATAN LAPANGAN (SNI 1976:2008) dengan jumlah lintasan 6 – 12 maka Kepadatan Lapangan yang dipakai adalah 86,46 % dengan 12 lintasan. Bagi peneliti selanjutnya hasil penelitian ini memang belum sempurna, namun kiranya dapatlah dijadikan sebagai pembandingan ataupun sebagai data sekunder untuk penelitian selanjutnya.

Katakunci: Perkerasan Kaku; Drainage Layer; dan Metode Pengujian

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Jalan Tol Prabumulih – Muara Enim didasari oleh kepadatan lalu lintas yang terjadi di Jalan Lintas Prabumulih – Muara Enim. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan volume lalu lintas yang melebihi rencana kapasitas ruas jalan, pertumbuhan manufaktur pada sektor industri utama, perkembangan sub koridor baru yang terjadi di Kota Prabumulih Provinsi Sumatra Selatan. Pembangunan Jalan Tol Prabumulih – Muara Enim bertujuan untuk mempermudah pergerakan arus lalu lintas dan arus barang serta penduduk dari Prabumulih menuju ke Muara Enim, meningkatkan fungsi jaringan jalan eksteral wilayah Sumatra Selatan untuk mengakomodir pergerakan barang dan jasa lintas provinsi, dan mendukung pengembangan kota di wilayah Provinsi Sumatra Selatan. (Huang 2004).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan Tol merupakan sebagai bagian sistem jaringan jalan umum lintasan alternatif yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Namun dalam keadaan tertentu jalan tol tidak merupakan lintasan alternatif (UU 38/2004 Pasal 44).

Dasar-dasar perencanaan konstruksi jalan tol

Perencanaan konstruksi didasarkan pada fungsi jalan, kinerja jalan, umur rencana, angka ekuivalen beban sumbu dan lapis perkerasan. Dasar perencanaan konstruksi jalan tol dijabarkan sebagai berikut.

Perkerasan Kaku

Perkerasan jalan beton semen atau perkerasan kaku adalah suatu konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahanikatnya. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban

terhadap areatanahyangcukupluas, sehingga bagianterbesar dari kapasitas struktur perkerasan di peroleh dari slab beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan (Suryawan, 2009).

Komponen Kontruksi Perkerasan Kaku

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah biaya ekonomis yang terjadi dengan dioperasikan untuk suatu kendaraan pada kondisi normal untuk suatu tujuan tertentu. Komponen Biaya operasional kendaraan menurut metode Departemen Perhubungan Darat dapat dibagi menjadi dua, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Uji CBR Lapangan

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Cara uji CBR (California Bearing Ratio) lapangan adalah revisi dari SNI 03-1738-1989, Metode pengujian CBR lapangan. Standar ini merupakan adopsi modifikasi dari ASTM D 4429 – 04 CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place. Perbedaan antara SNI 03-1738-1989 dengan standar ini diuraikan pada lampiran B deviasi teknik dan keterangan. Perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan perkembangan teknologi saat ini serta pengalaman dari berbagai narasumber dan literatur lainnya.

Standar ini disusun melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan. Tata cara penulisannya disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum konsensus tanggal 17 Desember 2007 di Bandung, yang melibatkan paranarasumber, pakar dan lembaga terkait.

Pengujian CBR lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan nilai CBR langsung di tempat (in place) yang digunakan untuk

perencanaan tebal perkerasan maupun lapisan tambahan perkerasan (overlay).

Pengujian CBR lapangan dilakukan dengan bantuan truk sebagai penahan beban penetrasi. Hal ini didasarkan atas kemudahan pengujian CBR lapangan. Data CBR lapangan dilengkapi dengan data kadar air dan kepadatan sebagai data pendukung pada proses analisis yang akan dilakukan setelah uji lapangan selesai dikerjakan.

Uji Permeabilitas

Permeabilitas adalah sifat yang menunjukkan kemampuan material untuk meloloskan zat cair (fluida) baik gas maupun air. Rongga sangat penting dan memberi pengaruh terhadap permeabilitas di dalam perkerasan yang dapat mengakibatkan oksidasi dan penguapan pada bahannya. (Ariwibowo, 2003)

Uji Density/Sandcone

Sandcone adalah salah satu alat untuk mengukur kepadatan ditempat dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan, hasil yang didapat setelah contoh material yang didapat di lapangan diolah di laboratorium. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji kepadatan agregat untuk untuk mengetahui kepadatan dari suatu agregat karena setiap agregat mempunyai kepadatan yang berbeda-beda. Sehingga kita akan tahu seberapa besar beban yang dapat di pikul atau di tahan oleh tanah yang kita uji kepadatannya. Pematatan agregat di tentukan oleh nilai berat volume kering. Semakin besar nilai berat volume kering maka agregat akan semakin padat. Agregat yang telah dipadatkan akan menjadi lapisan padat (*plowsole*).

METODOLOGI PENELITIAN

Sumber data terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari lapangan. Sementara data sekunder adalah data yang

diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada.

Contoh data primer adalah data yang diperoleh langsung dari objek penelitian dan dari responden melalui kuisioner, kelompok fokus, dan panel, atau juga data hasil wawancara penelitian dengan narasumber. Contoh data sekunder misalnya catatan atau dokumentasi perusahaan berupa absensi, gaji, laporan keuangan publikasi perusahaan, dan lain sebagainya.

Lokasi

penelitian adalah pembangunan jalan Tol Ruas Simpang Indralaya – Muara Enim (STA. 73+750 – 73+775), seksi Prabumulih – Muara Enim. Tahapan penelitian ini terdiri dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, dan diakhiri dengan kesimpulan dan saran.

Pada proyek jalan tol pekerjaan perkerasan terdiri dari Drainage Layer, lean concrete dan rigid pavement. Pengendalian mutu pekerjaan perkerasan di lapangan merupakan hal yang sangat penting karena untuk mengetahui apakah pekerjaan di lapangan sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pengendalian mutu dilakukan pada material yang digunakan, pengambilan sampel, pengujian sampel dan hasil pengujian pada pekerjaan perkerasan. Selain pengendalian mutu, pengawasan pelaksanaan pekerjaan di lapangan juga harus selalu diperhatikan agar pekerjaan tersebut menghasilkan perkerasan yang baik.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Dari hasil penelitian pengujian material pekerjaan Drainage Layer dan dari uji kepadatan kurang dari 100%..

Metode Pengumpulan Data

Perencanaan dan penelitian dalam penyelesaian skripsi ini dalam pengumpulan data dilakukan dengan dua (2) cara, sebagai berikut:

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil perhitungan atau penelitian sendiri. Adapun yang termasuk dalam data primer adalah data hasil tebal Drainage Layer, kepadatan lapangan dan permeabilitas.

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari hasil penelitian atau pengujian orang dari perusahaan atau instansi terkait, seperti: spesifikasi dari jal tol.

Analisis Data

Penilaian kualitas Drainage Layer pada jal tol ini di uji berdasarkan data kepadatan / density dan data permeability. Pelaksanaan lapisan Drainage Layer hanya dilaksanakan penggilasan sebanyak 6 – 12 lintasan tanpa adanya parameter kepadatan. Dengan tidak adanya keberterimaan kepadatan dikarenakan kepadatan/density 100% adalah material lapis pondasi agregat base A, maka lapis drainase rentan ambles saat proses lanjutan lapis perkerasan di atasnya dikerjakan, pekerjaan pengecoran Lean Concrete.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan sampel Agregat Drainage Layer yang berasal dari Quarry Ex Lampung PT SMB. Penelitian ini dibuktikan pada saat pengamatan langsung di lapangan. Dari hasil penelitian CBR, Density dan Permeabilitasnya tidak dilakukan, apabila hasil dari percobaan CBR tersebut memenuhi syarat, maka dapat digunakan untuk pembuatan badan jalan.

Uji CBR Lapangan.

Nilai CBR adalah perbandingan (dalam %) antara tahanan yang diperlukan untuk menembus agregat dengan standar tertentu. Pada penelitian ini dilakukan CBR lapangan dengan menambahkan beban loading excavator dimana nilai CBR yang diperoleh langsung di tempat. tebal perkerasan. Untuk acuan perbandingan nilai CBR antara

tipebenda uji yang satu dengan yang lain, maka nilaiCBRYangdigunakanadalahnilaiCBRuntukpenetrasedalam 0,1incidan0,2inci.

Sumber Material : Drainage Layer ex PT. SMB
 Jumlah Lintasan: 10 Lintasan (vibratory roller 10Ton)

Tabel 1. Hasil CBR 6 Lintasan SNI – 1738 – 2011 Hasil CBR Lapangan 6 Lintasan

Penetrasi				
Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan (mm)	Beban (dial)	Beban (kg)
0,25	0,013	0,32	4	83,27
0,50	0,025	0,64	6,5	135,32
1,00	0,050	1,27	12	249,83
1,50	0,075	1,91	16	333,11
2,00	0,100	2,54	18,5	385,16
3,00	0,150	3,81	23	478,85
4,00	0,200	5,08	26	541,31
6,00	0,300	7,62	27	562,13
8,00	0,400	10,16	30	624,59
10,00	0,500	12,70	33	687,05

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil Harga CBR :

$$"0,1 \setminus : " " 13,0 " / " 0,71 " " \times 100 \% = 18,31 \% "$$

$$"0,2 \setminus : " " 17,0 " / " 1,06 " " \times 100 \% = 16,04 \% "$$

Berdasarkan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dari tabel diatas didapatkan nilai penetrasi 0,1 = 18,31% dan penetrasi 0,2 = 16,04%.

Tabel 2. Hasil CBR 8 Lintasan SNI – 1738 – 2011.

Penetrasi				
Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan (mm)	Beban (dial)	Beban (kg)
0,25	0,013	0,32	5	104,09
0,50	0,025	0,64	6	124,91
1,00	0,050	1,27	9	187,37
1,50	0,075	1,91	11	229,18
2,00	0,100	2,54	13	270,65

Sumber : Hasil analisis, 2021

Harga CBR :

$$"0,1 \setminus : " " 18,5 " / " 0,71 " " \times 100 \% = 26,06 \% "$$

$$"0,2 \setminus : " " 26 " / " 1,06 " " \times 100 \% = 24,53 \% "$$

Berdasarkan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dari tabel diatas di dapatkan nilai penetrasi 0,1 = 26,06% dan penetrasi 0,2 = 24,53%.

Hasil CBR Lapangan 10 Lintasan

Tabel 3. Hasil CBR 10 Lintasan SNI – 1738 – 2011

Penetrasi				
Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan (mm)	Beban (dial)	Beban (kg)
0,25	0,013	0,32	4,5	93,66
0,50	0,025	0,64	7	145,73
1,00	0,050	1,27	10	208,19
1,50	0,075	1,91	12,5	260,24
2,00	0,100	2,54	16	333,11
3,00	0,150	3,81	19	395,57
4,00	0,200	5,08	19	395,57

Sumber : Hasil

Analisis, 2021

Hasil Harga CBR :

$$"0,1 \setminus : " " 9,0 " / " 0,71 " " \times 100 \% = 12,68 \% "$$

$$"0,2 \setminus : " " 12,5 " / " 1,06 " " \times 100 \% = 11,79 \% "$$

Berdasarkan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dari tabel diatas di dapatkan nilai penetrasi 0,1 = 12,68% dan penetrasi 0,2 = 11,79%.

Tabel 4. Hasil CBR 12 Lintasan SNI – 1738 – 2011

Penetrasi				
Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan (mm)	Beban (dial)	Beban (kg)
0,25	0,013	0,32	4	83,27
0,50	0,025	0,64	6	124,91
1,00	0,050	1,27	7	145,73
1,50	0,075	1,91	8	166,55
2,00	0,100	2,54	9	187,37
3,00	0,150	3,81	10,5	218,60
4,00	0,200	5,08	12,5	260,24

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Sumber Material: Drainage Layer ex PT. SMB
 Jumlah Lintasan : 12 Lintasan (vibratory roller 10Ton)

Hasil Harga CBR :

$$"0,1 \setminus : " " 16,0 " / " 0,71 " " \times 100 \% = 22,54 \% "$$

$$"0,1 \setminus : " " 19,0 " / " 1,06 " " \times 100 \% = 17,92 \% "$$

Berdasarkan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dari tabel diatas di dapatkan nilai penetrasi 0,1

=12,68% dan penetrasi 0,2=11,79%.

Uji Permeabilitas

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui dan menentukan koefisien daya rembes (k) pada suatu Agregat.

Sedangkan yang dimaksud dengan Permeabilitas adalah kemungkinan adanya air yang merembes melalui suatu jenis Agregat. Apabila porositas Agregat makin besar, maka makin besar pula air yang merembes pada Agregat tersebut, atau makin besar pula koefisien Perme

abilitas (k) Agregat tersebut.

$$\text{Rumus: } K_T = \frac{Q \cdot L}{A \cdot h \cdot t}$$

$$K_T \text{ (MTC)} = \frac{M_T - M_0}{M_2 - M_0} \cdot \frac{1}{t}$$

$$K_T \text{ (MTC)} = \frac{0,004 \times 0,05}{0,00028364286 \times 0,15 \times 10,34} \div 100 = 0,00455$$

$$K_{20^\circ\text{C}} = 0,00455 \times 0,832 = 0,0038$$

Uji Density/Kepadatan

Pengujian Density dilakukan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah yang telah dipadatkan. Kadar air dan kepadatan lapangan harus disesuaikan dengan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum.

Nama	Rumus	Jumlah Lintasan								
		6		8		10		12		
A	Lokasitest	-	L _a	L _b	L _a	L _b	L _a	L _b	L _a	L _b
B	Tebal test (cm)	-	12	12	12	12	12	12	12	12
Volumelubang (cm³)										
A	Berat pasir sebelum (gr)	-	7509	7628	7426	7461	7677	7553	7717	7640
B	Berat pasir sesudah (gr)	-	2484	2817	2673	2934	2715	2889	2996	2986
C	Berat pasir dalam corong (gr)	LAB	1707	1716	1707	1716	1707	1716	1707	1716
D	Berat pasir dalam lubang (gr)	(A) - (B) - (C)	3318	3095	3046	2811	3255	2948	3014	2938
E	Berat pasir (gr/cm ³)	LAB	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284	1,284
F	Volumelubang (cm ³)	(D) / (E)	2584,11	2410,44	2372,27	2189,25	2535,05	2295,95	2347,35	2288,16
G	Berat contoh hagg Basah (g)	-	5348	4887	4880	4488	5102	4751	4737	4802
H	Berat isi basah (gr/cm ³)	(G) / (F)	2,070	2,027	2,057	2,050	2,013	2,069	2,018	2,099

	Nama	Rumus	Jalan Lintasan							
			6	8	10	12	10	12	10	12
KadarAirLapangan										
I	Kadar air bahan butiran halus, wf (%)	$((K-M)/M)*100$	5,71%	5,03%	6,67%	6,47%	6,02%	6,02%	5,93%	6,67%
J	Kadar air bahan butiran kasar, wc (%)	$((L-N)/N)*100/$	1,15%	2,04%	2,42%	2,00%	1,95%	1,95%	2,27 %	2,42%
K	Massa bahan butiran halus, mf (gr)	-	148	167	128	148	141	141	143	128
L	Massa bahan butiran kasar, mc (gr)	-	263	150	127	153	157	157	135	127
M	Massa kering butiran halus, mdf (gr)	-	140,00	159	120,00	139	133	133	135	120
N	Massa kering butiran kasar, mdc (gr)	-	260	147	124	150	154	154	132	124
O	Persentase bahan halus, pf (%)	$(100*M)/(M+N)$	35,00	51,96	49,18	48,10	46,34	46,34	50,56	49,18
P	Persentase bahan kasar, pc (%) <i>ret 3/4"</i>	$(100)-(O)$	65,00	48,04	50,82	51,90	53,66	53,66	49,44	50,82
Q	Kadar air total lapangan, wt (%)	$((I*O)+(J*P))/100$	2,75%	3,59%	4,51%	4,15%	3,83%	3,83%	4,12%	4,51%
Kepadatan Lapangan (SNI 1976:2008)										
R	Kepadatan kering total lapangan, pdt (gr/cm ³)	$H/(1+(Q/100))$	2,014	1,957	1,968	1,968	1,938	1,993	1,938	2,008
S	Bj bulk butiran kasar, gm (gr/cm ³)	LAB	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504	2,504
T	Kepadatan kering total lapangan, pdfk (gr/cm ³)	$(100*U*S)/((U*P)+(S*O))$	2,321	2,241	2,254	2,259	2,267	2,267	2,248	2,254
U	Kepadatan kering laboratorium (gr/cm ³)	LAB	2,043	2,043	2,043	2,043	2,043	2,043	2,043	2,043
V	Kadar air optimum (%)	LAB	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24
W	Kepadatan lapangan (%)	$(R/T)*100$	86,79	87,32	87,33	87,14	85,50	87,91	86,23	89,10

Hasil Data Uji CBR Lapangan

Berdasarkan data dari hasil uji CBR lapangan dengan prosedur pengujian SNI-1738:2011 dengan jumlah lintasan 6–12 didapat CBR pada penetrasi 0,2 inci lebih kecil dibandingkan dengan CBR pada penetrasi 0,1 inci.

Tabel 7. Hasil Data Uji CBR Lapangan

Jumlah Lintasan	0,1 inci (%)	0,2 inci (%)
6 Lintasan	18,31	16,04
8 Lintasan	26,06	24,53
10 Lintasan	12,68	11,79
12 Lintasan	22,54	17,92

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari data hasil pengujian CBR lapangan pada Tabel 7 di atas maka nilai CBR Lapangan yang dipakai sebesar 26,06 yaitu dengan jumlah 8 lintasan.

Hasil Data Uji Permeabilitas

Berdasarkan Hasil Dari uji Permeabilitas *Drainage Layer* dengan 6 – 12 Lintasan Makadidapat hasil Permeabilitas sebagai berikut:

Tabel 8 Hasil Data Uji Permeabilitas Drainage Layer

Jumlah Lintasan	m/detik	m/hari
6 Lintasan	0,0038	326,80
8 Lintasan	0,0036	310,87
10 Lintasan	0,0035	300,63
12 Lintasan	0,0033	286,85

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari hasil tabel 8 di atas makadidapat nilai Rata-rata Permeabilitas pada *Drainage Layer* Rata-rata pada Permeabilitas adalah 0,0035 m / detik dan 286,85 m / hari. Jadi Porositas pada *Drainage Layer* sebesar hingga air yang merembes pada *Drainage Layer* besar.

Hasil Data Density

Berdasarkan hasil *Density* dengan prosedur pengujian SNI-KEPADATAN LAPANGAN (SNI 1976:2008) dengan jumlah lintasan 6–12 maka Kepadatan Lapangan yang dipakai adalah 86,46% dengan 12 lintasan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengamatan selama penelitian yang

telah dilakukan di Lapangan terhadap Penggunaan *Drainage Layer* pada Perkerasan Kaku di Jalan Tol Prabumulih – Muara Enim dapat disimpulkan bahwa:

1. *Drainage Layer* dapat mengurangi punggungan akibat tekanan air dan resiko air terjebak dalam struktur perkerasan kecil dikarenakan *Drainage Layer* mempunyai Porositas yang besar sehingga air mengalir secara Horizontal
2. Dari hasil percobaan kepadatan lapangan lapisan *Drainage Layer* sebesar 86,46 %, Lapis *Drainage Layer* tidak mampu menahan beban pada perkerasan kaku dikarenakan kepadatan lapangan tidak mencapai 100% seperti kepadatan lapangan pada Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol Divisi 8–Lapis Pondasi Agregat Semen.
3. Untuk pelaksanaan *Drainage Layer* sama saja dengan pelaksanaan pada Base Adan Base B pada perkerasan kaku di jalan tol mulai dari persiapan pembentukan lapisan, pengompakan, hingga pemadatan.

Saran

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian dapat disampaikan saran sebagai berikut:

1. Perencanaan Perkerasan Kaku haruslah ditetapkansedemikian rupa agar jalannya direncanakan nantinya akan memberikan pelayanan yang baik terhadap kegiatan lalu lintas sesuai dengan fungsinya.
2. Agar dilakukannya trial pelaksanaan setiap pekerjaan sebelum dilaksanakan di lapangan agar dapat memperjelas keberterimaan pekerjaan tersebut terhadap spesifikasi yang ditetapkan dan mengurangi resiko kerusakan pascakonstruksi.
3. Hasil penelitian ini memang belum sempurna, namun kiranya dapatlah dijadikan sebagai pembandingan ataupun sebagai data sekunder untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainun, N. 2013. *Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)* Jalan Purwodadi-Kudus Ruas 198. Tugas Akhir. Universitas Negeri

Semarang. Semarang

UKM.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 180-15) 2008. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. SNI.

Ari Wibowo. 2003. Pengertian Permeabilitas. Jakarta: Skripsi Universitas Indonesia

Bowles, J. E. (1986). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. (J.K. Hainim, Trans). Jakarta: Erlangga

Departemen Pemukimandan Prasarana Wilayah, 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Pedoman Konstruksi Bangunan, Pd. T-14-2003, Departemen Pemukimandan Prasarana Wilayah.

Hardiyatmo, 2011. *Pengertian Perkerasan Kaku*. Gadjah University Press.

Huang, 2004. *Pembuatan lajur pengganti*. Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang. Semarang

Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan Jalan Tol 2017. Divisi 8 – Lapisan Pondasi Agregat.

Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan Jalan Tol 2017. Divisi 8 – Lapisan Pondasi Agregat dan Lapis Pondasi Agregat Semen.

Sukirman, Silvia. 2003. “*Beton Aspal Campuran Panas*”. Jakarta.

Suryawan, 2009. *Pengertian Perkerasan Jalan Beton Semen atau Perkerasan Kaku*. Yogyakarta

Theresia, C. 2016. *Metode Pelaksanaan Lapis Atas (Base Course) Pada Ruas Jalan Wailan-G. Lokon Kota Tomohon*. Laporan Akhir. Politeknik Negeri Manado. Manado

Saputro D. ADHD. Defenisi Permeabilitas. Jakarta. 2009.

Verhoef, P.N.W. 1992. *Laporan Praktikum Laboratorium Permeabilitas Tanah*, Teknik Sipil,