

**STUDI FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN DAN TEKNIK PERBAIKAN
LAPIS PERMUKAAN ASPAL BETON
RUAS JALAN MAKALE – RANTEPAO
(Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000)**

Henrianto Masiku, ST., MT.

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UKI Toraja

ABSTRACT

Jalan Nasional merupakan jalan penghubung antar Kabupaten, dimana jalan ini volume lalu lintasnya sangat padat, khususnya jalan Nasional penghubung kota Makale – Rantepao. Dengan kondisi perkembangan lalu lintas yang tinggi dan berdampak pada perkembangan pengguna jalan Nasional, tampaknya penambahan tinggi permukaan jalan dan perawatan jalan masih diperlukan.

Hasil studi faktor penyebab kerusakan lapis permukaan aspal beton ruas jalan Makale – Rantepao adalah, faktor eksternal yang tidak terkontrol (*environment*) seperti akibat panas, hujan dan pengaruh lingkungan lainnya, faktor eksternal yang dapat dikontrol, seperti intensitas beban lalu lintas, faktor internal yang dapat dikontrol, yakni kualitas dari konstruksi jalan itu sendiri. Mengenai kualitas konstruksi jalan ini, dapat dipengaruhi oleh kondisi lapangan, seperti: drainase sekitar jalan, tanah dasar, lapis pondasi agregat, serta lapis permukaan campuran aspal. Dimana teknik perbaikan lapis permukaan aspal beton ruas jalan Makale – Rantepao ini menggunakan teknik perbaikan diantaranya teknik perbaikan fungsional yang meliputi, P1 : Penebaran pasir, P2 : Pengaspalan, P3 : Melapisi retakan, P4 : Mengisi retakan, P5 : Penambalan lubang, P6 : Perataan, teknik perbaikan struktural yakni teknik perbaikan dengan cara *Overlay*, dimana diperolehtebal lapis permukaan *Overlay* (Laston MS.744) adalah 4,5 cm, tebal Lapis AUS (*Wearing Course*) (Laston MS.340) adalah 3 cm, Lapis Perkerasan (*Binder Course*) adalah 10 cm.

Keywords : Kerusakan dan Teknik Perbaikan Lapis Permukaan Aspal Beton.

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Tana Toraja dapat dilalui kendaraan bermotor merupakan kota di Sulawesi Selatan, termasuk muatan dengan ukuran tepatnya berada di bagian utara Kota Makassar. Berdasarkan klasifikasi lebar tidak melebihi 2.100 mm, menurut fungsi jalan, ruas jalan ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm Makale – Rantepao dikategorikan dan muatan sumbu terberat yang jalan kelas III A. Yaitu jalan yang diizinkan 8 ton.

Adanya peningkatan sarana jalan yang memadai merupakan bagian dari kenyamanan dan keselamatan bagi para pemakai jalan, baik dalam menjalankan tugasnya yang pokok maupun dalam menjalankan kegiatan sosial lainnya.

Mengingat peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun akan berlangsung terus, utamanya kota-kota besar di Indonesia dan khususnya di Kabupaten Tana Toraja, demikian pula halnya peningkatan jumlah kendaraan berat (truk) yang ditandai dengan perkembangan pembangunan di sektor industri yang tidak menutup kemungkinan membawa dampak terhadap kerusakan jalan akibat pelanggaran terhadap ketentuan muatan sumbu terberat atau dengan kata lainnya pengawasan terhadap pemakai jalan itu sendiri.

Kondisi iklim tropis seperti di Indonesia, khususnya di Kabupaten Tana Toraja dimana panas matahari yang tinggi dan curah hujan yang besar menjadi faktor-faktor penyebab kerusakan dini perkerasan aspal beton disamping faktor lainnya

seperti peningkatan volume lalu lintas yang tak terkendali. Jenis-jenis kerusakan lapis perkerasan aspal beton yang sering terjadi berupa deformasi permanen (alur dan gelombang) dan retak-retak (cracking).

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- 1) Apakah faktor penyebab timbulnya kerusakan lapis permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) ?
- 2) Bagaimanakah teknik perbaikan kerusakan yang terjadi pada lapis permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) ?

Tujuan dari penelitian ini adalah :

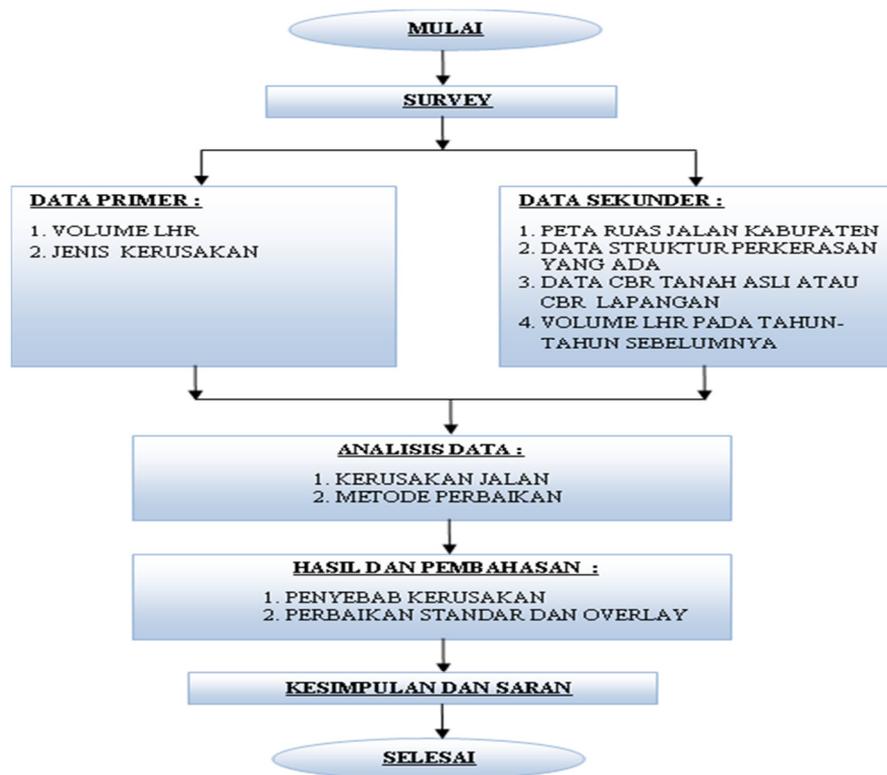
- 1) Menentukan teknik perbaikan permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) ;
- 2) Menentukan metode yang paling optimal untuk perbaikan permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000).

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan objek penelitian ini adalah ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000). Kabupaten Tana Toraja adalah kota di Sulawesi Selatan yang berada di bagian utara kota Makassar, terbentang mulai dari Km. 280 sampai dengan Km. 355. Tepatnya pada 2° -3° Lintang Selatan

dan 119°-120° Bujur Timur, dengan luas sekitar 2.054,30 Km² persegi. Dengan batas-batas, sebelah utara adalah Kabupaten Toraja Utara dan Propinsi Sulawesi Barat, sebelah selatan adalah Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Pinrang, sebelah timur adalah Kabupaten Luwu, sebelah barat adalah Propinsi Sulawesi Barat.



Gambar 2.1 Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyebab Kerusakan Lapis Permukaan Aspal Beton

Lokasi penelitian yang dijadikan objek dalam penulisan skripsi ini adalah ruas jalan Makale – Rantepao, tepatnya (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000). Di mana panjang ruas jalan penelitian ini kurang lebih (\pm 12 Km) dan lebar jalan 6 meter.

Adapun beberapa faktor secara teknis di lapangan penyebab kerusakan lapis permukaan aspal beton secara dini, dapat dilihat pada tabel di berikut ini.

Tabel 1. Beberapa Faktor Secara Teknis Penyebab Kerusakan Lapis Permukaan Aspal Beton Secara Dini

No	Kesalahan/Kelalaian Yang Dilakukan	Akibat Yang Terjadi/Masalah Yang Timbul	Cara Memperbaiki/Mengatasi
1.	Penggunaan aspal dengan nilai penetrasi rendah	Campuran aspal menjadi keras/ lebih getas	Digunakan aspal yang sesuai spesifikasi
2.	Kadar aspal kurang dari jumlah yang diperoleh dari JMF	Lapisan aspal terhadap agregat kecil/ tipis , aspal akan cepat pengerasan , pelapukan aspal , perkerasan cepat retak.	Gunakan kadar aspal yang sesuai dengan hasil perencanaan campuran (JMF)
3.	Temperatur di AMP terlalu rendah	Penyelimutan agregat oleh aspal tidak merata	Laksanakan pencampuran sesuai spesifikasi, tergantung jenis aspal
4.	Temperatur pemadatan terlalu rendah	Pemadatan tidak sempurna, rongga udara besar sehingga cepat terjadi pengerasan aspa, cepat terjadi retak	<ul style="list-style-type: none"> - Lindungi campuran beraspal dengan terpal agar penurunan temperatur tidak terlalu tinggi. - Jarak AMP dengan lokasi harus paling lama 2 jam - Jangan lakukan pemadatan pada saat hujan

5.	Temperatur pemadatan terlalu tinggi	Terjadi alur pada perkerasan	Laksanakan sesuai temperatur pemadatan
6.	Temperatur pencampuran tidak sesuai dengan hasil dari laboratorium	Target pemadatan tidak dipenuhi	Lakukan pencampuran sesuai dengan hasil dari pengujian laboratorium
7.	Jumlah lintasan tidak ditetapkan dengan hasil percobaan	- Lintasan kurang, target tidak tercapai - Lintasan berlebih akan terjadi retak	Lakukan jumlah lintasan sesuai yang disyaratkan
8.	Menggunakan material yang tidak bersih	Kelekatan aspal terhadap agregat kurang sehingga kualitas campuran tidak bisa dipertanggung jawabkan	Material yang digunakan harus selalu bersih dan memenuhi persyaratan.
9.	Resep campuran sangat penting pengaruhnya terhadap mutu campuran beraspal. Resep campuran (JMF) ditetapkan tanpamempertimbang Kan ketersediaan material, cara pelaksanaan dan harga	Persyarat material tidak dipenuhi sehingga kualitas tidak dipenuhi sehingga kualitas tidak seperti yang diharapkan.	Dalam pembuatan Job Mix sejauh mungkin menggunakan material yang ada dilokasi pekerjaan.
10.	Menggunakan batu kerikil (bukan batu pecah) tanpa pengawasan ketat	Batu kerikil bulat tidak bisa saling Mengunci (interlocking) sehingga stabilitas campuran menjadi rendah.	Gunakan batu kerikil yang memenuhi syarat
11.	Tidak menggunakan thermometer untuk pemantauan hasil campuran, penghamparan dan pemadatan	Kualitas campuran tidak terkontrol	Gunakan thermometer dan ukur pada setiap tahapan agar sesuai persyaratan

3.2 Jenis - Jenis Kerusakan Lapis Permukaan Aspal Beton

Berdasarkan pengamatan di lapangan terhadap kerusakan lapis permukaan aspalbeton yang terjadi pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000), terdapat beberapa jenis atau bentuk kerusakan, baik kerusakan yang terjadi saat musim hujan maupun karena faktor lain. Adapun kerusakan-kerusakan tersebut, dapat diidentifikasi menjadi beberapa jenis kerusakan, yakni:

- 1) Penurunan
- 2) Alur Pada Jejak Roda (*Rutting*)
- 3) Retak Kulit Buaya (*Alligator/Crocodile Crack*)
- 4) Retak Diagonal (*Diagonal Crack*)
- 5) Retak Melintang (*Transversal Crack*)
- 6) Retak Memanjang (*Longitudinal Crack*)
- 7) Retak Tepi (*Edge Crack*)
- 8) Pengelupasan (*Delamination*)
- 9) Pelepasan Butir (*Ravelling*)
- 10) Tambalan (*Patching*)
- 11) Lubang (*Potholes*)
- 12) Kegemukan (*bleeding/flushing*)

3.3 Menentukan Teknik Perbaikan Lapis Permukaan Aspal Beton

Jenis teknik perbaikan lapis permukaan aspal beton ini terdiri dari teknik perbaikan fungsional dan teknik perbaikan structural. Teknik perbaikan fungsional dan teknik perbaikan structural ini, biasanya dijumpai pada jalan yang sudah mengalami kerusakan seperti yang terjadi pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000).

3.3.1 Teknik Perbaikan Fungsional

Perbaikan fungsional yang dipakai adalah Metode Perbaikan Jalan Standar. Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Provinsi 1995 mengklasifikasikan metode-metode perbaikan standar untuk jalan menjadi 6 macam, yaitu:

- 1) P1 : Penebaran pasir
 - a). Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi kegemukan aspal terutama pada tikungan dan tanjakan.
 - b). Langkah penanganannya:

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - Memberikan tanda pada jalan yang akan diperbaiki.
 - Membersihkan daerah dengan *air compressor*.
 - Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10mm) di atas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
 - Melakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1 - 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).
- 2) P2 : Pengaspalan
- a). Jenis kerusakan yang ditangani :
 - Kerusakan tepi bahu jalan beraspal.
 - Retak buaya < 2mm.
 - Retak garis lebar < 2mm.
 - Terkelupas.
 - b). Langkah penanganannya :
 - Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, permukaan jalan harus bersih dan kering.
 - Menyemprotkan dengan aspal keras sebanyak 1,5 kg/m² dan untuk *cut back* 1 liter/ m².
 - Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.
 - Melakukan pemadatan mesin *pneumatic* sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).
- 3) P3 : Melapisi retakan
- a). Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan < 2mm.
 - b). Langkah penanganannya :
 - Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
 - Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air*

compressor, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.

- Menyemprotkan *tack coat* (0,2 liter/ m² di daerah yang akan di perbaiki).
- Menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang telah diberi tanda.
- Melakukan pemadatan ringan (1 – 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).

4) P4 : Mengisi retakan

- a). Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan > 2 mm.

- b). Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.

- Mengisi retakan dengan aspal *cut back* 2 liter/ m² menggunakan

aspal *sprayer* atau dengan tenaga manusia.

- Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm).

- Memadatkan minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.

5) P5 : Penambalan lubang

- a). Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lubang kedalaman > 50 mm.

- Keriting kedalaman > 30 mm.

- Alur kedalaman > 30 mm.

- Ambles kedalaman > 50 mm.

- Jembul kedalaman > 50 mm.

- Kerusakan tepi perkerasan jalan, dan

- Retak buaya lebar > 2mm.

- b). Langkah penanganannya :

- Menggali material sampai mencapai lapisan dibawahnya.

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Menyemprotkan lapis resap pengikat *prime coat* dengan takaran 0.5 liter/m².
- Menebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

6) P6 : Perataan

- a). Jenis kerusakan yang ditangani :
- Lokasi keriting dengan kedalaman < 30 mm.
 - Lokasi lubang dengan kedalaman < 50 mm.
 - Lokasi alur dengan kedalaman < 30 mm.
 - Lokasi terjadinya penurunan dengan kedalaman < 50 mm.
 - Lokasi jembul dengan kedalaman < 50 mm.

b). Langkah penanganannya :

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Melaburkan *tack coat* 0,55 liter/m².
- Menaburkan campuran aspal beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

3.3.2 Teknik Perbaikan Struktural

Perbaikan Struktural yang dipakai adalah:

- 1) Perbaikan dengan *overlay*
- 2) Perbaikan dengan *Rigid Pavement*
- 3) Perbaikan dengan *CTRB*

3.4 Data Eksisting Perbaikan Jalan

Data *Eksisting* Perbaikan Jalan sangat dibutuhkan dalam mengetahui tingkat kerusakan jalan, dalam hal ini ruas jalan Makale – Rantepao. Dimana data ini dapat menjadi acuan dalam menentukan teknik perbaikan lapis permukaan aspal beton ruas jalan Makale – Rantepao.

3.4.1 Kondisi dan Jenis Penanganan Persegmen

Dari hasil pengamatan visual di lapangan diperoleh luas kerusakan, yang akan digunakan sebagai data untuk penanganan kerusakan dengan

Metode Perbaikan Jalan Standar. Dari hasil *Survey* diperoleh data jenis kerusakan dan luasnya yang dapat dilihat pada Tabel2.

Tabel 2. Data Kerusakan Jalan

No	PROV/WILAYAH/ PPK/NAMA RUAS	PANJANG RUAS (Km)	KONDISI JALAN (Km)			
			Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat
1.	Jl. Merdeka, Makale (Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000).	1.37	0.50	0.87	-	-
2.	Jl. Nusantara, Makale (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000).	1.08	0.30	0.78	-	-
3.	Jl. Pongtiku, Makale (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000).	3.61	1.30	1.71	0.50	0.10
4.	Jl. Poros Makale – Rantepao (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000).	7	3.93	2.32	0.63	0.12
Total		13.06	5.94	5.68	1.13	0.31

3.4.2 Perhitungan Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Dari hasil *survey* di lapangan diperoleh data lalu lintas harian rata-rata yang cara pengambilan datanya dibagi atas empat (4) ruas, diantaranya :

1) Ruas Jalan Merdeka, Makale (Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000).

2) Ruas Jalan Nusantara, Makale (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000).

3) Ruas Jalan Pongtiku, Makale (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000).

Ruas Jalan Poros Makale – Rantepao (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000).

Berikut data Tabel perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR) hasil *survey* di lapangan :

Tabel 3. Data LHR Jalan Merdeka Makale Pada Hari Pasar Makale (Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000)

Type	1	2	3	4
Jam	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Sepeda Motor	

	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		Total Smp/Jam Pengamatan
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	95	95	12	16	120	48	159
07.00 – 08.00	196	196	18	24	245	98	318
08.00 – 09.00	194	194	17	23	239	96	119
09.00 – 10.00	159	159	13	17	214	86	262
10.00 – 11.00	152	152	22	29	211	85	266
11.00 – 12.00	147	147	20	26	175	70	243
12.00 – 13.00	153	153	15	20	279	112	285
13.00 – 14.00	130	130	12	16	184	74	220
14.00 – 15.00	157	157	15	20	175	70	247
15.00 – 16.00	167	167	21	28	188	76	271
16.00 – 17.00	139	139	15	20	199	80	239
17.00 – 18.00	141	141	17	23	186	75	239
18.00 – 19.00	113	113	16	21	163	66	200
19.00 – 20.00	117	117	12	16	134	54	187
20.00 – 21.00	96	96	7	10	128	52	158
21.00 – 22.00	46	46	3	4	105	42	92
Total	2202	2202	235	313	2945	1184	3505

Tabel. 4. Data LHR Jalan Merdeka Makale Pada Hari Biasa
(Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	84	84	8	11	110	44	139
07.00 – 08.00	156	156	14	19	238	96	271
08.00 – 09.00	150	150	12	16	225	90	256
09.00 – 10.00	137	137	9	12	208	84	233
10.00 – 11.00	130	130	17	23	187	75	228
11.00 – 12.00	121	121	15	20	175	70	211
12.00 – 13.00	129	129	12	16	167	67	212
13.00 – 14.00	116	116	9	12	154	62	190
14.00 – 15.00	127	127	12	16	148	60	203
15.00 – 16.00	135	135	18	24	140	56	215
16.00 – 17.00	112	112	11	15	154	62	189
17.00 – 18.00	102	102	12	16	135	54	172
18.00 – 19.00	97	97	8	11	120	48	156
19.00 – 20.00	78	78	6	8	108	44	130
20.00 – 21.00	42	42	3	4	102	41	87
21.00 – 22.00	25	25	1	2	97	39	66
Total	1741	1741	167	225	2468	992	2958

Tabel. 5. Data LHR Jalan Nusantara Makale Pada Hari Pasar
Makale (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	90	90	23	30	110	44	164
07.00 – 08.00	205	205	46	60	233	94	359
08.00 – 09.00	271	271	27	36	228	92	399

09.00 – 10.00	174	174	27	36	203	82	292
10.00 – 11.00	179	179	24	32	208	84	295
11.00 – 12.00	142	142	20	26	163	66	234
12.00 – 13.00	170	170	24	32	268	108	310
13.00 – 14.00	160	160	12	16	173	70	246
14.00 – 15.00	164	164	15	20	163	66	250
15.00 – 16.00	175	175	22	29	178	72	276
16.00 – 17.00	187	187	22	29	188	76	292
17.00 – 18.00	167	167	22	29	177	71	267
18.00 – 19.00	133	133	17	23	153	62	218
19.00 – 20.00	112	112	12	16	123	50	178
20.00 – 21.00	91	91	7	10	113	46	147
21.00 – 22.00	65	65	4	6	93	38	109
Total	2485	2485	324	430	2774	1121	4036

Tabel. 6. Data LHR Jalan Nusantara Makale Pada Hari Biasa
(Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	82	82	17	23	100	40	145
07.00 – 08.00	200	200	31	41	275	110	351
08.00 – 09.00	262	262	21	28	240	96	386
09.00 – 10.00	157	157	22	29	145	58	244
10.00 – 11.00	160	160	19	25	212	85	270
11.00 – 12.00	122	122	17	23	135	54	199
12.00 – 13.00	144	144	20	26	115	46	216
13.00 – 14.00	130	130	10	13	143	58	201
14.00 – 15.00	137	137	13	17	149	60	214
15.00 – 16.00	142	142	18	24	155	62	228
16.00 – 17.00	150	150	16	21	180	72	243
17.00 – 18.00	126	126	18	24	175	70	220
18.00 – 19.00	108	108	12	16	130	52	176
19.00 – 20.00	88	88	9	12	115	46	146
20.00 – 21.00	74	74	5	7	95	96	177
21.00 – 22.00	49	49	2	3	70	28	80
Total	2131	2131	250	332	2434	1033	3496

Tabel. 7. Data LHR Jalan Pongtiku Makale Pada Hari Pasar
Makale (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	88	88	46	60	105	42	190
07.00 – 08.00	201	201	55	72	230	92	365
08.00 – 09.00	268	268	34	45	225	90	403
09.00 – 10.00	171	171	57	75	200	80	326
10.00 – 11.00	175	175	52	68	205	82	325
11.00 – 12.00	138	138	40	52	160	64	254
12.00 – 13.00	168	168	36	47	265	106	321
13.00 – 14.00	157	157	21	28	170	68	253
14.00 – 15.00	161	161	17	23	160	64	248
15.00 – 16.00	171	171	26	34	175	70	275

16.00 – 17.00	184	184	32	42	185	74	300
17.00 – 18.00	164	164	31	41	175	70	275
18.00 – 19.00	129	129	21	28	150	60	217
19.00 – 20.00	110	110	10	13	120	48	171
20.00 – 21.00	89	89	6	8	110	44	141
21.00 – 22.00	62	62	4	6	90	36	104
Total	2436	2436	488	642	2725	946	4168

Tabel. 8. Data LHR Jalan Pongtiku Makale Pada Hari Biasa
(Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	68	68	32	42	95	38	148
07.00 – 08.00	182	182	40	52	218	88	322
08.00 – 09.00	247	247	25	33	213	86	366
09.00 – 10.00	143	143	41	54	207	83	280
10.00 – 11.00	152	152	37	49	200	80	281
11.00 – 12.00	112	112	28	37	151	61	210
12.00 – 13.00	137	137	23	30	187	75	242
13.00 – 14.00	120	120	16	21	163	66	207
14.00 – 15.00	132	132	11	15	176	71	218
15.00 – 16.00	148	148	19	25	168	68	241
16.00 – 17.00	150	150	17	23	182	73	246
17.00 – 18.00	127	127	18	24	165	66	217
18.00 – 19.00	106	106	11	15	142	57	178
19.00 – 20.00	94	94	7	10	104	42	146
20.00 – 21.00	68	68	3	4	87	35	107
21.00 – 22.00	39	39	2	3	70	28	70
Total	2025	2025	330	437	2528	1017	3479

Tabel. 9. Data LHR Jalan Poros Makale - Rantepao Pada Hari Pasar Makale (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000)

Type	1		2		3		4
Jam	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		Total Smp/Jam Pengamatan
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	
06.00 – 07.00	83	83	41	54	100	40	177
07.00 – 08.00	192	192	52	68	227	91	351
08.00 – 09.00	258	258	30	39	214	86	383
09.00 – 10.00	165	165	55	72	186	75	312
10.00 – 11.00	152	152	47	62	190	76	290
11.00 – 12.00	127	127	36	47	154	62	236
12.00 – 13.00	173	173	32	42	241	97	312
13.00 – 14.00	142	142	18	24	248	100	266
14.00 – 15.00	158	158	13	17	225	90	265
15.00 – 16.00	164	164	28	37	238	96	297
16.00 – 17.00	170	170	21	28	189	76	274
17.00 – 18.00	153	153	18	24	153	62	239

18.00 – 19.00	127	127	12	16	114	46	189
19.00 – 20.00	102	102	7	10	92	37	149
20.00 – 21.00	68	68	3	4	78	79	151
21.00 – 22.00	57	57	1	2	67	27	59
Total	2291	2291	414	546	2716	1140	3950

Tabel. 10. Data LHR Jalan Poros Makale - Rantepao Pada Hari Biasa (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000)

Type	1		2		3		4
	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat		Sepeda Motor		
	EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.0		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 1.3		EMP (Ekivalen Mobil Penumpang) = 0.4		
Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Kend/jam	Smp/Jam	Total Smp/Jam Pengamatan
06.00 – 07.00	78	78	37	49	94	38	165
07.00 – 08.00	165	165	45	59	215	86	310
08.00 – 09.00	213	213	28	37	193	78	328
09.00 – 10.00	159	159	41	54	174	70	283
10.00 – 11.00	147	147	32	42	184	74	263
11.00 – 12.00	115	115	24	32	143	58	205
12.00 – 13.00	153	153	18	24	236	95	272
13.00 – 14.00	131	131	14	19	241	97	247
14.00 – 15.00	142	142	10	13	217	87	242
15.00 – 16.00	150	150	26	34	224	90	274
16.00 – 17.00	161	161	19	25	172	69	255
17.00 – 18.00	145	145	13	17	143	58	220
18.00 – 19.00	114	114	9	12	105	42	168
19.00 – 20.00	87	87	5	6	83	34	127
20.00 – 21.00	48	48	2	3	61	25	76
21.00 – 22.00	35	35	1	2	48	20	57
Total	2043	2043	325	428	2533	1021	3492

3.5 Analisis Perbaikan jalan

Dalam analisis perbaikan jalan ini, penulis menggunakan dua metode, yakni metode perbaikan standar dan metode perbaikan dengan cara overlay. Dimana kedua metode ini sering digunakan dalam perbaikan jalan, baik itu jalan yang rusak ringan, rusak sedang maupun rusak berat oleh Dinas Pekerjaan Umum, dalam hal ini Bina Marga Kabupaten Tana Toraja.

3.5.1. Perbaikan Dengan Metode Standar

Untuk menentukan perbaikan kerusakan jalan di ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000)., maka harus diadakan pemilihan terhadap jenis dan luas kerusakan yang terjadi. Penanganan kerusakan permukaan jalan pada lapis lentur menggunakan Metode Perbaikan Standar Bina Marga 1995.

Penanganan kerusakan untuk masing-masing kerusakan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel. 4.11. Penanganan Kerusakan Untuk Masing-Masing Ruas Jalan

Prov/Wil/PPK Nama Ruas	Kondisi Jalan (Km)				Pengukuran	Perbaikan
	Baik	Sedang	Rusak Ringan	Rusak Berat		
Jl. Merdeka, Makale (Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000).	0.50	0.87	-	-	- Lebar retak < 2 mm - Lebar retak < 2 mm (rambut) - Lebar retak > 2 mm - Kedalaman 10 – 50 mm - Kedalaman > 50 mm	P2 (Pengaspalan) P3 (Penutupan retak) P4 (Pengisian retak) P6 (Perataan) P5 (Penambalan lubang)
Jl. Nusantara, Makale (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000).	0.30	0.78	-	-	- Lebar retak < 2 mm - Lebar retak < 2 mm (rambut) - Lebar retak > 2 mm - Kedalaman 10 – 50 mm - Kedalaman > 50 mm	P2 (Pengaspalan) P3 (Penutupan retak) P4 (Pengisian retak) P6 (Perataan) P5 (Penambalan lubang)
Jl. Pongtiku, Makale (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000).	1.30	1.71	0.50	0.10	- Lebar retak < 2 mm - Lebar retak < 2 mm (rambut) - Lebar retak > 2 mm - Kedalaman 10 – 50 mm - Kedalaman > 50 mm	P2 (Pengaspalan) P3 (Penutupan retak) P4 (Pengisian retak) P6 (Perataan) P5 (Penambalan lubang)
Jl. Poros Makale – Rantepao (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000).	3.93	2.32	0.63	0.12	- Lebar retak < 2 mm - Lebar retak < 2 mm (rambut) - Lebar retak > 2mm - Kedalaman 10 – 50 mm - Kedalaman > 50 mm	P2 (Pengaspalan) P3 (Penutupan retak) P4 (Pengisian retak) P6 (Perataan) P5 (Penambalan lubang)
Total	5.94	5.68	1.13	0.31		

3.5.2 Perbaikan Dengan Cara Overlay

Perlu tidaknya dilakukan *overlay* pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000). dapat diketahui dengan cara mencari nilai struktur perkerasan yang ada (ITP_{pada}) dan ITP yang diperlukan terlebih dahulu, apabila ITP_{pada} > ITP_{perlu} maka cukup dilakukan perbaikan dengan metode perbaikan standar Bina Marga, akan

tetapi jika ITP_{pada} < ITP_{perlu} maka diperlukan *overlay* dengan metode analisis komponen DPU 1997. Untuk menghitung berapa besarnya ITP_{perlu} dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menghitung LHR
 - Ruas jalan Merdeka Makale pada hari pasar Makale (Km. 310 +

- 010 – Km. 311 + 000) total
 Smp/jam pengamatan = 3505
 Smp/jam
- Ruas jalan Merdeka Makale pada hari biasa (Km. 310 + 010 – Km. 311 + 000) total Smp/jam pengamatan = 2958 Smp/jam
 - Ruas jalan Nusantara Makale pada hari pasar Makale (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000) total Smp/jam pengamatan = 4036 Smp/jam
 - Ruas jalan Nusantara Makale pada hari biasa (Km. 311 + 000 – Km. 313 + 000) total Smp/jam pengamatan = 3496 Smp/jam
 - Ruas jalan Pongtiku Makale pada hari pasar Makale (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000) total Smp/jam pengamatan = 4168 Smp/jam

- Ruas jalan Pongtiku Makale pada hari biasa (Km. 313 + 000 – Km. 315 + 000) total Smp/jam pengamatan = 3479 Smp/jam
 - Ruas jalan poros Makale - Rantepao pada hari pasar Makale (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000) total Smp/jam pengamatan = 3950 Smp/jam
 - Ruas jalan poros Makale - Rantepao pada hari biasa (Km. 315 + 000 – Km. 322 + 000) total Smp/jam pengamatan = 3492 Smp/jam
- Jadi total Smp/jam

pengamatan yang diambil adalah total Smp/jam pengamatan tertinggi yaitu ruas jalan Pongtiku Makale pada hari pasar Makale = 4168 Smp/jam. Untuk menghitung LHR dapat dilihat pada rumus

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lintasan selama pengamatan}}{\text{lamanya waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{4168}{16}$$

$$= 260,5 \text{ Smp/jam}$$

2) Menentukan Koefisien Relatif (a) dari Tiap Jenis Lapisan

Berdasarkan Tabel 2.2 diketahui nilai koefisien kekuatan relatif (a) adalah:

Laston MS 340 = 0,03

Lapis Perkerasan(*Binder Course*) = 0,05

Lapis Pondasi Atas(*Base Course*) = 0,15

Lapis Pondasi Bawah(*Subbase Course*) = 0,25

3) Tebal Lapisan Jalan Lama

Tebal lapisan jalan lama (sumber SNVT P2JN Provinsi Sulawesi Selatan) :

Lapis AUS (*Wearing Course*) Laston MS 340

= D1 = 3 cm = 1,182 inchi

Lapis Perkerasan (*Binder Course*)

= D2 = 5 cm = 1,97 inchi

Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

= D3 = 15 cm = 5,941 inchi

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

= D4 = 25 cm = 9,85 inchi

4) Perhitungan Nilai ITPada

Laston MS 340 = 0,03 x 1,182 = 0,03546

Lapis Perkerasan (*Binder Course*) = 0,05 x 1,97 = 0,0985

Lapis Pondasi Atas (*Base Course*) = 0,10 x 5,941 = 0,5941

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) = 0,25 x 9,85 = 2,4625 +

ITPada = 3,19056 inchi

4) Menghitung Angka Ekuivalen

Untuk menghitung angka ekuivalen (E)

Perhitungan angka ekuivalen (E) masing-masing kendaraan adalah :

Kendaraan ringan (3+5) (30/53)⁴ + 0,140 = 0,2427

Kendaraan berat (6+7.7) (60/53)⁴ + 0,697 = 2,339

Sepeda motor (1+1) (10/53)⁴ + 0,0002 = 0,0015

6) Menghitung Beban Gandar Standar untuk Lajur Rencana Pertahun

a. \hat{w} 18 perhari = (jumlah tertinggi Smp/jam untuk kendaran ringan x angka ekuivalen kendaraan ringan) + (jumlah tertinggi Smp/jam

$$\begin{aligned} & \text{untuk kendaraan berat x angka ekivalen kendaraan berat)} \\ & + (\text{jumlah tertinggi Smp/jam untuk sepeda motor}) \\ & = (2485 \times 0,2427) + (642 \times 2,339) + (1184 \times 0,0015) \\ = & 603,1095 \quad + \quad 1501,638 \quad + \quad 1,776 \\ = & 2106,5235 \end{aligned}$$

b. $W18$ pe hari = $DD \times DL \times \hat{w}18$

Dimana:

$\hat{w}18$ = Beban gandar standar kumulatif untuk dua arah.

DD = Faktor distribusi arah = 0,5 (Pt T-01-2002-B)

DL = Faktor Distribusi Lajur

$$\begin{aligned} W18 \text{ perhari} &= 0,5 \times 1 \times 2106,5235 \\ &= 1053,26175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } W18 \text{ pertahun} &= 365 \times 1053,26175 \\ &= 384440,539 \end{aligned}$$

7) Menghitung Perkembangan Lalu

Lintas

$$\text{LHR } 2010 = 225,2 \text{ smp/jam}$$

$$\text{LHR } 2013 = 252,6 \text{ smp/jam}$$

$$\text{LHR}_n = \text{LHR} \times (1 + g)^n$$

$$252,6 = 225,2 \times (1 + g)^3$$

$$1,0390 = (1 + g)^3$$

$$g = 0,0390$$

Jadi perkembangan lalu lintas

$$(g) = 3,90 \%$$

- 8) Menghitung beban gandar standar untuk lajur rencana selama umur rencana Untuk menghitung jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif (W18)

$$\begin{aligned} W18 &= W18_{\text{pertahun}} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \\ &= 384440,539 \times \frac{(1 + 0,0390)^{20} - 1}{0,0390} \\ &= 384440,539 \times 29.4709 \\ &= 11329845,68 \end{aligned}$$

- 9) Menghitung Modulus Reselien

$$\begin{aligned} MR &= 1500 \times \text{CBR} \\ &= 1500 \times 7,921 \\ &= 11881,5 \text{ psi} \end{aligned}$$

- 10) Menentukan Tingkat Reliabilitas
Berdasarkan rumus mencari Modulus Reselien, maka tingkat reliabilitas yang diambil adalah 80%.

- 11) Menentukan nilai Deviasi Standar (So)

Rentang nilai Deviasi Standar (So) adalah 0,40 - 0,5. Maka nilai So diambil sebesar 0,45.

- 12) Indeks Permukaan (IP)

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 2.4. dan menentukan indeks

permukaan pada awal umur rencana (IP0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana nilai Ipt = 2,0 dan IP0 = 3,9. Design serviceability loss ($\Delta\text{PSI} = \text{IPo} - \text{Ipt}$) $\Delta\text{PSI} = 3,9 - 2,0 = 1,9$.

- 13) Mencari $\overline{\text{ITP}}$

Untuk mencari $\overline{\text{ITP}}$ berdasarkan data-data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} MR &= 11881,5 \text{ psi} \\ So &= 0,45 \\ R &= 80 \% \end{aligned}$$

$$W18 = 11329845,68$$

$$\Delta\text{PSI} = 1,9$$

sesuai dengan peraturan Departemen Pekerjaan Umum dan korelasi yang didapatkan dari Tabel 2.4 dan 2.5, $\text{ITP}_{20} = 3,9$.

Perkerasan untuk *overlay* yang digunakan adalah : Laston MS.744

$$\Delta D1 (\text{overlay}) = \frac{\Delta ITP}{a1}$$
$$\Delta D1 (\text{UR} = 20 \text{ th}) = (3,9 - 3,19056) / 0,40$$

= 1,7736 inchi
= 4,5015 cm \approx 4,5 cm

Dari perhitungan di atas diperoleh tebal *overlay* setebal 4,5 cm untuk umur rencana 20 tahun dengan menggunakan Laston MS.744.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) setelah dilakukan analisa dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab kerusakan lapis permukaan aspal beton adalah sebagai berikut:

- 1). Faktor eksternal yang tidak terkontrol (*environment*) seperti akibat panas, hujan dan pengaruh lingkungan lainnya.
- 2). Faktor eksternal yang dapat dikontrol, seperti intensitas beban lalu lintas.
- 3). Faktor internal yang dapat dikontrol, yakni kualitas dari konstruksi jalan itu sendiri. Mengenai kualitas konstruksi jalan ini, dapat dipengaruhi oleh kondisi lapangan, seperti: drainase sekitar jalan, tanah dasar, lapis pondasi agregat, serta lapis permukaan campuran aspal.

Dan dari penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) pula, dapat disimpulkan teknik perbaikan yang cocok dalam pelaksanaan perbaikan jalan adalah sebagai berikut :

- 1) Teknik Perbaikan Fungsional, yang meliputi :
 - a. P1 : Penebaran pasir
 - b. P2 : Pengaspalan
 - c. P3 : Melapisi retakan
 - d. P4 : Mengisi retakan
 - e. P5 : Penambalan lubang
 - f. P6 : Perataan

- 2) Teknik Perbaikan Struktural yang dipakai dalam penulisan ini adalah teknik perbaikan dengan cara *Overlay*, dimana diperoleh :
 - a. Lapis Permukaan *Overlay* (Laston MS.744) = 4,5 cm
 - b. Lapis AUS (*Wearing Course*) (Laston MS.340) = 3 cm
 - c. Lapis Perkerasan (*Binder Course*) = 10 cm

4.2 Saran

- 1) Perbaikan lapis permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000) sebaiknya tidak hanya dipusatkan pada perbaikan perkerasannya saja tetapi juga melakukan usaha peningkatan kapasitas jalan dan perbaikan sistem transportasi secara integral dengan beberapa cara, misalnya menambah lebar perkerasan jalan, mengurangi beban yang masuk, dan mengurangi hambatan samping jalan.
- 2) Sebaiknya dalam penanggulangan kerusakan lapis permukaan aspal beton pada ruas jalan Makale – Rantepao (Km. 310 + 010 - Km. 322 + 000), perlu adanya pengawasan yang lebih baik dan diharapkan berpedoman pada buku pedoman pelaksanaan penanggulangan kerusakan jalan raya yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- 3) Perlu adanya pengelolaan *data base* jalan secara lengkap dan tertib meliputi data kerusakan, data teknis jalan dan data-data lalu lintas yang sewaktu-waktu sangat diperlukan sebagai dasar kegiatan rutin tahunan penanganan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly. M. Anas, 2004, Jalan Beton Semen, Yayasan Pengembang Teknologi dan Manajemen, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapisan Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya, Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1995. Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi, Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.

- Departemen Pekerjaan Umum, 2007, Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, Pemeliharaan Jalan Raya, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Homburger W.S., James H Kell and David D. Perkins, 1992, *Fundamental of Traffic Engineering, 13 Th edition*, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley.
- Lou. Z. and Yin. H, 2008, *Probabilistic Analysis of Pavement Distress Ratings with the Clusterwise Regression Method. Transportation Research Board of the National Academies*, Washington DC.
- Leo Sentosa dan Asri Awal Roza, 2012, Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78), JURNAL TEKNIK SIPIL (Jurnal teoritis dan terapan bidang rekayasa sipil) Vol. 19, Agustus 2012.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 1732-1989-F, Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, 1989.
- Standar Nasional Indonesia, SNI 1738 - 2011, *California Bearing Ratio(CBR)*, Jakarta.
- Shanin, 1994, M.Y, PCI (*Pavement Condition Index*).
- Sukirman. Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Sukirman. Silvia, 2003 , Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Bandung.
- Tamin F Puti , 1998, Perbaikan Struktur Beton Bertulang, Laboratorium Mekanika Struktur PAU Ilmu Rekayasa, Institut Teknologi Bandung.