

Evaluasi Perancangan Tebal Perkerasan Lentur dan Analisis Kerusakan Menggunakan Program *Kenpave* pada Jalan Gumenter – Kabuaran Kebumen

Evaluation the Design of Flexible Pavement Thickness and Damage Analysis using the Kenpave Program at Gumenter – Kabuaran Road In Kebumen

Aby Yansun Pangestu, Anita Rahmawati, Dian Setiawan M

Jurusan Teknik Sipil, Falkutas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting dalam terciptanya suatu keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Dengan adanya jalan, diharapkan aksesibilitas terhadap barang dan atau jasa akan meningkatkan perekonomian masyarakat, sehingga perlu adanya perancangan struktur jalan yang sesuai dengan pedoman untuk memberikan rasa aman dan nyaman saat berkendara. Dalam rangka peningkatan dan pengembangan kualitas jalan, maka diperlukan evaluasi tebal perkerasan jalan menggunakan Metode Analisa Komponen 1987 dan Metode *Austrroads* 2004 serta menganalisis kerusakan perkerasan menggunakan Program *Kenpave* guna mengetahui nilai regangan yang terjadi pada jalan akibat beban lalu-lintas. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh hasil tebal perkerasan Metode Analisa Komponen, yaitu lapis permukaan sebesar 7,5 cm (Laston MS 340), lapis pondasi atas sebesar 10 cm (Laston Atas MS 340) dan lapis pondasi bawah sebesar 15 cm (Sirtu Kelas B). Sedangkan untuk Metode *Austrroads*, yaitu lapis permukaan sebesar 7,5 cm (Laston MS 340), lapis pondasi atas sebesar 13 cm (Laston Atas MS 340) dan lapis pondasi bawah sebesar 50 cm (Sirtu Kelas B). Dari hasil perhitungan tebal perkerasan yang telah dilakukan, selanjutnya dianalisis kerusakan perkerasan jalan lentur menggunakan Program *Kenpave*, didapatkan nilai repetisi beban retak lelah (*fatigue cracking*) sebesar 143.484 ESAL dan repetisi beban retak alur (*rutting*) sebesar 208.241 ESAL untuk metode Analisa Komponen. Sedangkan nilai repetisi beban retak lelah (*fatigue cracking*) sebesar 390.302 ESAL dan repetisi beban retak alur (*rutting*) sebesar, 8.369.086 ESAL untuk Metode *Austrroads*. Repetisi beban rencana yang diperoleh sebesar 206.158 ESAL. Berdasarkan hasil analisis kerusakan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa Metode Analisa Komponen 1987 tidak mampu menahan beban lalu-lintas rencana, sedangkan Metode *Austrroads* 2004 mampu menahan beban lalu-lintas selama umur rencana.

Kata Kunci: Analisis Kerusakan, Analisa Komponen, *Austrroads*, *Kenpave*, Perkerasan Lentur.

Abstrak. Road is a land transportation infrastructure that has an important role in the creation of a balance and equitable development among regions. With the road, it is expected that accessibility to goods and or services will improve the economy of the community, so it is necessary to design the road structure in accordance with the guidelines to provide a sense of security and comfort when driving. In order to improve and develop road quality, it is necessary to evaluate pavement thickness using Analisa Komponen 1987 Method and *Austrroads* 2004 Method and analyze pavement damage using *Kenpave* Program to know strain value that happened on road due to traffic load. Based on calculations that have been done, the results of pavement thickness of Analisa Komponen Method, that are the surface layer of 7,5 cm (Laston MS 340), the base layer of 10 cm (Laston Up MS 340) and the subbase layer of 15 cm (Sirtu Class B). While for *Austrroads* Method, that are the surface layer of 7,5 cm (Laston MS 340), the base layer of 13 cm (Laston Atas MS 340) and the subbase layer of 50 cm (Sirtu Class B). From the calculation of pavement thickness that has been done, then analyzed the damage of pavement bending using *Kenpave* Program, got fatigue cracking load repetition of 143.484 ESAL and rutting load repetition of 208,241 ESAL for Analisa Komponen Method. While the value of fatigue cracking repetition of 390,302 ESAL and rutting repetition load of 8,369,086 ESAL for *Austrroads* Method. The repetition of the planned loads is 204.589 ESAL. Based on the results of the damage analysis that has been done, shows that the Analisa Komponen Method is not able to withstand the traffic load of the plan, while the *Austrroads* 2004 Method is able to withstand the traffic load during the life of the plan.

Keyword: Analisa Komponen, *Austrroads*, Damage Analysis, Flexible Pavement, *Kenpave*.

1. Pendahuluan

Perkerasan kaku atau *rigid pavement* merupakan jenis perkerasan yang banyak digunakan pada konstruksi jalan pada saat ini, karena diyakini banyak memiliki kelebihan dibandingkan perkerasan lentur (Apriyatno, 2015). Oleh sebab itu, perancangan yang baik sangatlah penting dalam menunjang keberhasilan dari suatu jalan agar dapat menerima beban lalu-lintas yang direncanakan (Nurahmi dan Kartika, 2012)

Perhitungan tebal perkerasan jalan yang sering digunakan dalam perancangan adalah Metode Bina Marga dan AASHTO (Wesli dan Akbar, 2014). Selain itu, terdapat pula metode perancangan tebal perkerasan yang berasal dari Negara Australia. Metode itu adalah Metode Austroads. Metode *Austroads "Guide To Pavement Technology"* merupakan metode yang awalnya diterbitkan oleh *National Association of Australia State Road Authorities* yang dikembangkan dari Negara Australia dan New Zealand guna memberikan standar dalam perancangan tebal perkerasan jalan (Urbaez dan Erskine, 2011).

Dalam perancangan tebal perkerasan jalan, faktor penyebab kerusakan jalan haruslah diperhatikan dengan seksama. Arus lalu-lintas merupakan salah satu faktor penyebab beberapa kerusakan pada jalan. Meningkatnya lalu-lintas akan menyebabkan repetisi beban semakin besar yang akan berpengaruh terhadap tebal perkerasan yang direncanakan. Perlunya evaluasi terhadap kondisi jalan secara periodik akan memudahkan pemilihan jenis pemeliharaan yang tepat (Putra dkk., 2013). Nilai CBR juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap umur suatu konstruksi perkerasan dan tebal lapisan pada struktur jalan (Akbar dkk., 2015).

Di Indonesia pembangunan jalan raya telah memiliki peraturan serta pedoman dalam perancangan tebal perkerasan yang merupakan hasil modifikasi dan penyesuaian dari negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris dan Australia yang kemudian dikembangkan dan disempurnakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Direktorat Jendral Bina Marga selaku pihak yang berwenang dalam mengeluarkan peraturan guna memberikan

rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan dalam berlalu-lintas (Aris dkk., 2015).

Kemudian Program *Kenpave* dipilih untuk menganalisis kerusakan pada jalan. Analisis kerusakan yang dipilih adalah retak lelah (*fatigue cracking*) dan retak alur (*rutting*) berdasarkan *output* dari program *Kenpave* yaitu regangan tarik horizontal dan regangan tekan vertikal (Usman dkk., 2017).

Program *Kenpave* merupakan suatu program yang menganalisis tebal perkerasan jalan dari tanah dasar sampai lapis permukaan jalan. Program ini dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. *Professor Emiretus* dari *Civil Engineering University of Kentuky*. Data yang diperlukan untuk menginput ke dalam Program *Kenpeve* berupa data karakteristik dan material perkerasan jalan ,seperti *poisson ratio*, modulus elastisitas, tekanan ban, beban roda dan koordinat dimana tegangan regangan terjadi (Dinata dkk., 2017).

2. Metode Penelitian

Tahap penelitian

Penelitian ini diawali dengan perancangan tebal lapis perkerasan lentur, kemudian menganalisis hasil dari perancangan menggunakan program *Kenpave*.

Pengumpulan Data

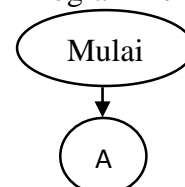
Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya data sekunder yang merupakan data yang tidak didapatkan secara langsung dari lapangan. Data yang diperoleh yaitu, data Lalu-lintas Harian Rata-rata tahun 2018 dan data CBR tanah dasar.

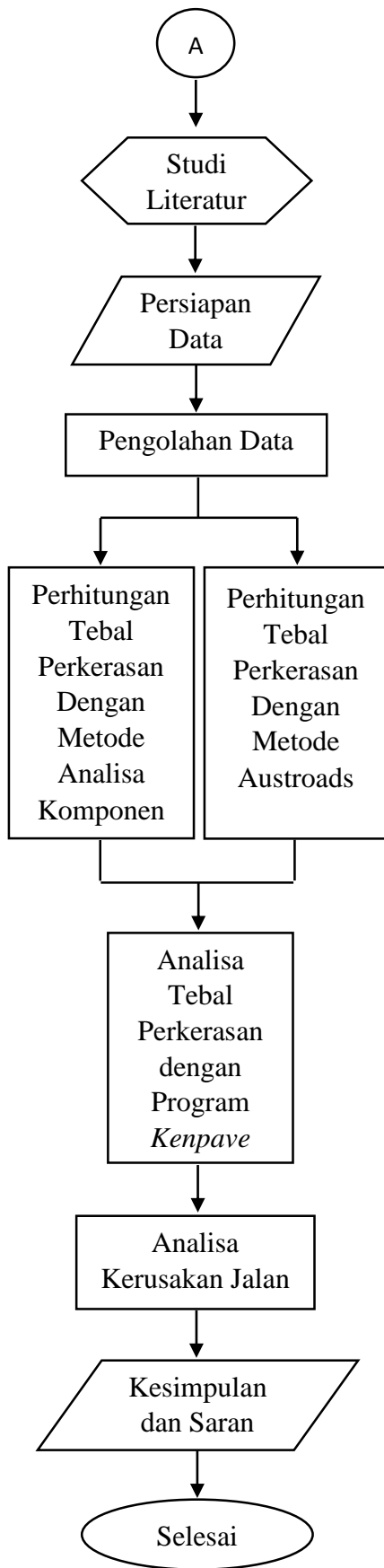
Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di proyek jalan Gumenter – Kabuaran, Kecamatan Kutowinangun, Kabupaten Kebumen

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbandingan tebal perkerasan jalan dan menganalisis kerusakan pada jalan menggunakan Program *Kenpave*.





Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

3. Perhitungan Tebal Perkerasa *Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987*

Metode ini merupakan hasil dari modifikasi metode AASHTO 1972 revisi 1981 yang disesuaikan dengan kondisi alam, lingkungan, karakteristik tanah dasar dan jenis lapis perkerasan yang lazim digunakan di Indonesia. Metode ini dapat dilihat pada petunjuk perencanaan perkerasan lentur jalan raya dengan Metode Analisa Komponen (DPU, 1987). Parameter perancangan tebal perkerasan metode Analisa Komponen dapat dilihat pada Tabel 1.

Metode Austroads 2004 (Design Charts)

Metode ini merupakan metode yang dikembangkan dari negara Australia dan New Zealand sebagai standar dalam prosedur desain perkerasan. Metode ini merupakan metode mekanistik-empiris yang berdasarkan pada hubungan empiris dari keruntuhan perkerasan yang berkaitan dengan sifat-sifat material (teganagan-regangan), beban-beban yang bekerja dan tegangan termal (Hardiyatmo, 2015). Parameter perancangan tebal perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Kerusakan Perkerasan

Berdasarkan output data dari program *Kenpave* seperti *horizontal principal strain* dan *vertical strain* dapat digunakan untuk menghitung repetisi beban terhadap *fatigue cracking* dan *rutting*. Persamaan *Asphalt Institute* sangat direkomendasikan dalam analisis kerusakan tersebut.

- a. Retak Lelah (*fatigue Cracking*)
 Persamaan retak lelah untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik horizontal di bawah lapis permukaan aspal.

$$N_f = 0,0796 (et)^{-3,291} (EAC)^{-0,854} \dots\dots\dots(1)$$
 Dimana:
 N_f = Jumlah repetisi beban.
 et = Regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan.
 EAC = Modulus elastis lapis permukaan.
- b. Retak Alur (*rutting*)
 Persamaan retak alur untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan

tekan vertikal di permukaan tanah dasar (*subgrade*).

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,447} \dots\dots(2)$$

Dimana:

Nd = Jumlah repetisi beban.
 ϵ_c = Regangan tekan pada permukaan tanah dasar (*subgrade*).

Tabel 1 Parameter Perancangan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Parameter	Keterangan
Kelas Jalan	Kolektor
Umur Rencana	20 Tahun
Pertumbuhan Lalu-Lintas	5%
CBR Rencana	5%
Material Lapisan Perkerasan	
<i>Surface Course</i>	Laston MS 340
<i>Base Course</i>	Laston Atas MS 340
<i>Subbase Course</i>	Sirtu Kelas B
Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	0,5
Kendaraan Berat	36,6%
Faktor Regional	1
Indeks Permukaan Awal (IPO)	3,9 – 3,5
Indeks Permukaan Akhir (IPT)	7

Tabel 2 Parameter Perancangan Tebal Perkerasan Metode *Austroads*

Parameter	Keterangan
Kendaraan (C)	Komersial 62,2%
Kelas Jalan	Kelas Jalan 3
Faktor F	2,5
<i>Growth Factor</i>	33,3%
CBR Rencana	5%

c. Repetisi Beban Rencana (Nr)

Nilai Nr didapatkan berdasarkan beban standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) yang merupakan jumlah kumulatif beban lalu lintas rencana pada jalur rencana selama umur rencana.

$$CESA = \sum m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$\sum m$ = Jumlah tiap kendaraan.

- 365 = Jumlah hari dalam 1 tahun.
- E = Ekvivalen beban sumbu.
- C = Koefisien distribusi kendaraan.
- N = Faktor hubungan umur rencana dengan perkembangan lalu-lintas.

4. Hasil Perhitungan Tebal Perkerasan

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan lentur berdasarkan Metode Analisa Komponen dan Metode *Austroads*, didapatkan tebal perkerasan masing-masing metode:

Metode Analisa Komponen

Tabel 3 Hasil Perhitungan Metode Analisa Komponen

Lapis	Material	Tebal
Permukaan	Laston MS 340	7,5 cm
LPA	Laston Atas MS 340	10 cm
LPB	Sirtu Kelas B	15 cm

- *LPA = Lapis Pondasi Atas
- *LPB = Lapis Pondasi Bawah

Metode Austroads

Tabel 4 Hasil Perhitungan Metode *Austroads*

Lapis	Material	Tebal
Permukaan	Laston MS 340	7,5 cm
LPA	Laston Atas MS 340	13 cm
LPB	Sirtu Kelas B	50 cm

- *LPA = Lapis Pondasi Atas
- *LPB = Lapis Pondasi Bawah

5. Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Program *Kenpave*

Setelah mendapatkan hasil perhitungan tebal perkerasan, selanjutnya dilakukan analisis perkerasan lentur menggunakan program *Kenpave* pada menu *Kenlayer*. Data karakteristik dan material perkerasan jalan seperti *poisson's ratio*, beban roda, tekanan roda dan tebal perkerasan sangat dibutuhkan untuk *input* pada program *Kenpave* (Selvi, 2015).

Input Data

Nilai modulus elastisitas dan *poisson's ratio* dapat dilihat dari Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Nilai Modulus Elastisitas (Pt-T-01-2002-B)

Lapis	E (KPa)
Permukaan	1.380.000
Lapis Pondasi Atas	1.794.000
Lapis Pondasi Bawah	117.300
Tanah Dasar	50.000

Tabel 6 Nilai *Poisson's Ratio* (Huang, 2004)

Lapis	μ
Permukaan	0,40
Lapis Pondasi Atas	0,40
Lapis Pondasi Bawah	0,30
Tanah Dasar	0,45

Hasil Output Program Kenpave

Hasul *running* atau *output* program *Kenpave* ini berupa *horizontal strain* (ϵ_t) di bawah lapis permukaan beraspal dan *vertical strain* (ϵ_c) di permukaan tanah dasar (*subgrade*).

Tabel 7 Output Regangan Metode Analisa Komponen

Poin	<i>Horizontal Strain</i> (ϵ_t) (17,51 cm)	<i>Vertical strain</i> (ϵ_c) (32,51 cm)
1	0,0002927	0,0006364
2	0,0002958	0,0006766
3	0,0002911	0,0006791
4	0,0002994	0,0006698
5	0,0002927	0,0006364
Max	0,0002994	0,0006791

Tabel 8 Output Regangan Metode *Austroads*

Poin	<i>Horizontal Strain</i> (ϵ_t) (17,51 cm)	<i>Vertical strain</i> (ϵ_c) (32,51 cm)
1	0,0002145	0,0002788
2	0,0002196	0,0002950
3	0,0002175	0,0002976
4	0,0002209	0,0002908
5	0,0002909	0,0002788
Max	0,0002994	0,0002976

Nilai Repetisi Beban

Nilai repetisi beban rencana (Nr) diperoleh dari Persamaan 3 (Departemen Pekerjaan Umum, 2005) sebesar 212880,8 ESAL sebagai batas aman dalam perancangan tebal perkerasan selama umur rencana.

Dari *output* program *Kenpave* berupa *horizontal strain* dan *vertical strain*, maka diperoleh repetisi beban untuk *fatigue cracking* (Nf) dan *rutting* (Nd) masing-masing metode berdasarkan Persamaan 1 dan 2 sebagai berikut.

Tabel 9 Nilai Repetisi Beban

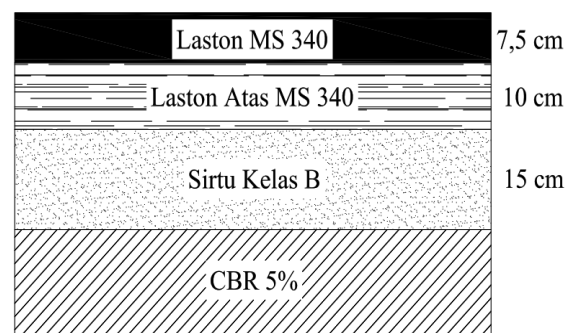
Metode	<i>Fatigue Cracking</i> (ESAL)	<i>Rutting</i> (ESAL)
Analisa Komponen	143.484	208.241
Astroads	390.302	8.369.086

Berdasarkan hasil analisis kerusakan tebal perkerasan jalan berupa nilai repetisi beban rencana (Nr), *fatigue cracking* (Nf) dan *rutting* (Nd) yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa perancangan tebal perkerasan jalan Metode Analisa Komponen 1987 tidak mampu menahan beban lalu-lintas. Hal ini terjadi karena nilai Nr lebih besar dari nilai Nf dan Nd. Sedangkan perancangan tebal perkerasan Metode *Austroads* 2004 mampu menahan beban lalu-lintas, karena nilai Nr lebih kecil dari pada nilai Nf dan Nd. Apabila tebal perkerasan tidak mampu menahan beban lalu-lintas, maka perlu adanya penanggulangan lebih lanjut agar perkerasan tidak rusak selama umur rencana (Dinata dkk, 2017). Modulus elastis lapis permukaan aspal berpengaruh terhadap kerusakan *fatigue cracking* dan *rutting*. Sedangkan tebal fondasi berpengaruh terhadap *rutting* tidak berpengaruh terhadap variasi tebal pondasi, namun tidak berpengaruh terhadap *fatigue cracking* (Behiry, 2012).

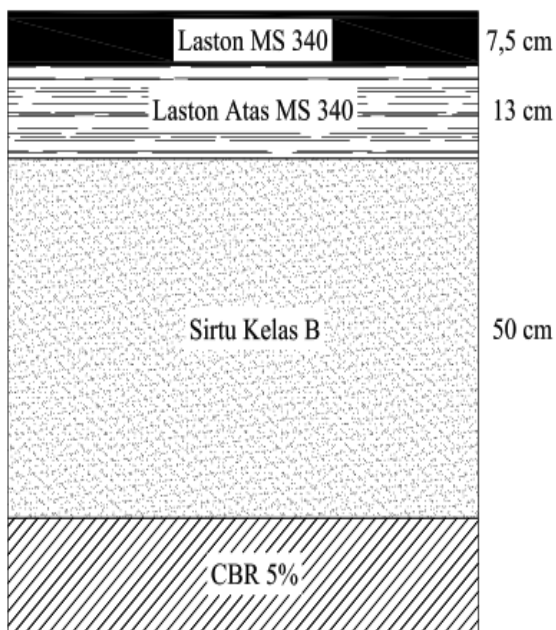
6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Hasil perhitungan tebal perkerasan Metode Analisa Komponen 1987, yaitu:



- b. Hasil perhitungan tebal perkerasan Metode *Austrroads*, yaitu:



- c. Repetisi beban rencana diperoleh sebesar 204.589 ESAL.
- d. Hasil analisis kerusakan perancangan tebal perkerasan menggunakan Program *Kenpave* berupa repetisi beban sebagai berikut, nilai N_f sebesar 143.484 ESAL dan N_d sebesar 208.241 ESAL untuk Metode Analisa Komponen. Sedangkan N_f sebesar 390.302 ESAL dan N_d sebesar 8.369.086 ESAL untuk Metode *Austrroads*.
- e. Berdasarkan hasil analisis kerusakan, repetisi beban N_f dan N_d Metode Analisa Komponen $< N_r$, ini menunjukkan bahwa jalan tidak mampu menahan beban lalu-lintas selama umur rencana. Sedangkan repetisi beban N_f dan N_d Metode *Austrroads* $> N_r$, ini menunjukkan bahwa jalan mampu menahan beban lalu-lintas selama umur rencana.

7. Daftar Pustaka

- Aji, A. H. F., Subagio, B. S., Hariyadi, Eri H. dan Weningtyas, W., 2015, Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013, *Journal of Civil Engineering.*, 22(2), 147-164.
- Akbar, S.J., Burhanudin, dan Jufriadi, 2015, Hubungan Nilai CBR dan *Sand Cone* Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan, *Teras Jurnal.* 5(1), 21-31.
- Apriyatno, T., 2015, Uji Komparasi Perancangan Tebal Perkerasan Lentur dan Kaku Metode AASHTO 1993, *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan.* 17(1), 51-62.
- Aris, M. N. A., Simbolan, G., Setiadji, B. H., dan Supriyono, 2015, Analisis Perbandingan Perancangan Jalan Lentur Menggunakan Beberapa Metode Bina Marga. *Jurnal Karya Teknik Sipil.* 4(4), 380-393.
- Austrroads, 2004, A Guide Structural Design of Road Pavements, *National Library*, Australia.
- Behiry, A.E.A.E.-M., 2012. Fatigue and Rutting Lives in Flexible Pavement, *Ain Shams Engineering Journal.*, 3, 367-374.
- DPU, 1987. *Petunjuk Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Jakarta.
- DPU, 2005. *Pedoman Perancangan Tebal Lapis Tambahan Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan*, Jakarta.
- Dinata, D. I., Rahmawati, A., dan Setiawan, D. M., 2017. Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1993 Menggunakan Program *Kenpave*, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 20(1), 8-19.
- Huang, Y. H., 2004, *Pavement Analysis and Design, 2nd ed*, Pearson Education. United States of America.
- NAASRA, 1987, A Guide Structural Design of Road Pavements, *National Library*, Australia.
- Nurahmi, O., dan Kartika, A. A. G., 2012, Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung, *Jurnal Teknik ITS*, 1, 63-68.
- Pradani, N., Sadli, M., dan Fithriayuni., 2016, Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PD-T-01-2002-B Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai Palu, *Jurnal Forum Profesional Teknik Sipil*, 4(2), 140-155.

- Putra, M. Y. M., Subagio, B. S., Hariadi, E. S., dan Hendarto, S., 2013, Evaluasi Kondisi Fungsional dan Struktur Menggunakan Metode Bina Marga dan AASHTO 1993 Sebagai Dasar dalam Penanganan Perkerasan Lentur. *Journal of Civil Engineering*. 20(3), 245-253.
- Selvi, P., 2015, Fatigue and Rutting Strain Analysis on Lime Stabilized Subgrade to Develop a Pavement Design Chart. *Transportation Geotechnics 2*, 86-98.
- Urbaez, E., dan Erskine, J., 2011, Project Level Australian Methodology for Flexible Pavement Design. *Sydney*.
- Usman, R.S., Setyawan, A., dan Suprpto, M., 2017, Prediction of Pavement Remaining Service Life Based on Repetition of Load and Permanent Deformation. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering* 333(1).
- Wesli, dan Akbar, S. J., 2014, Komparasi Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dengan Metode Bina Marga. *Teras Jurnal*, 4(2), 68-78.