



TR-29

ANALISIS KETAHANAN TERHADAP PELEPASAN BUTIR PADA ASPAL EMULSI YANG MENGANDUNG BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)

Franky E. P. Lopian^{1*}, M. Tumpu², Irianto¹ dan Mansyur³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
e-mail: lapianedwin@gmail.com

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
e-mail: irian.anto@gmail.com

²Program Studi S2-Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar
e-mail: tumpumiswar@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas SembilanBelas November, Kolaka
e-mail: tumpumiswar@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan aspal minyak di Indonesia sekitar 1,2 juta ton pertahun sedangkan kemampuan produksi aspal (aspal minyak) dalam negeri hanya sekitar 600 ribu ton pertahun. Maka untuk memenuhi kebutuhan dari jumlah tersebut harus diimpor dari luar negeri. Salah satu alternatif untuk mengurangi akan kebutuhan aspal minyak adalah dengan menggunakan Aspal Buton Indonesia (Asbuton-Indonesia) yang merupakan aspal alam Indonesia yang terdapat di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penggunaan BGA dan bitumen hasil ekstraksi aspal alam Buton untuk menggantikan sebagian aspal minyak untuk membuat campuran aspal panas terus dikembangkan oleh banyak peneliti, diantaranya oleh Kemas Ahmad Zamhari dkk., (2013), Furqon Affandi, (2006) dan Alberta Research Council, (1989) dalam Nyoman Suaryana, (2008) menunjukkan bahwa bitumen hasil ekstraksi dari aspal alam Buton memiliki karakteristik (penetrasi 85, 43.6, 120) yang menyerupai bitumen hasil daktilasi aspal minyak mentah. Penelitian ini mencampur BGA ke dalam aspal emulsi jenis kationik setting lambat (*cationic slow setting*, CSS) untuk membuat campuran aspal dingin. Salah satu cara untuk mengetahui daya tahan terhadap pelepasan butir pada campuran beraspal adalah uji *cantabro loss* dengan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*.

Kata kunci: aspal emulsi, BGA, cantabro loss

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan infrastruktur jalan yang baik dan berkualitas merupakan hal utama dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Propinsi Papua yang belum memiliki jaringan jalan yang menghubungkan antar kota dan distrik membutuhkan jaringan jalan yang menghubungkan antar kota dan distrik. Jaringan jalan yang terhubung secara luas, akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi, sehingga volume lalu lintas dan beban lalu lintas juga akan meningkat. Oleh sebab itu kualitas jalan yang dibangun harus mampu melayani peningkatan lalu lintas dan struktur lapis keras jalan harus didesain dengan baik dengan metode konstruksi yang benar secara teknis dan ekonomi. Lapis keras jalan membutuhkan pondasi dengan kinerja yang baik dan mampu mendukung lapis aus yang berada di atasnya. Lapis pondasi jalan, baik lapis pondasi atas (*base*) dan lapis pondasi bawah (*sub-bases*) dapat mempergunakan tanah dan material granular.

Secara teknis lapis keras (*pavement*) didefinisikan sebagai semua permukaan yang diperkeras yang mampu memikul beban kendaraan (Lopian F.E.P., et al. 2021). Lapis keras jalan umumnya didesain dengan menggunakan pendekatan berdasarkan sejarah data kinerja dan "resep" spesifikasi. Pendekatan ini memiliki keterbatasan, khususnya karena teknologi material yang semakin berkembang dan prosedur desain yang ketat. Pendekatan ini juga menjadi hambatan utama pada penggunaan material daur ulang (*recycling*) dan material sekunder (Lopian F.E.P., et al. 2020).

Kebutuhan aspal minyak di Indonesia sekitar 1,2 juta ton pertahun sedangkan kemampuan produksi aspal (aspal minyak) dalam negeri hanya sekitar 600 ribu ton pertahun. Maka untuk memenuhi kebutuhan dari jumlah tersebut harus diimpor dari luar negeri. Salah satu alternatif untuk mengurangi akan kebutuhan aspal minyak adalah dengan menggunakan Aspal Buton Indonesia (Asbuton-Indonesia) yang merupakan aspal alam Indonesia yang terdapat di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penggunaan BGA dan bitumen hasil ekstraksi aspal alam Buton untuk menggantikan sebagian aspal minyak untuk membuat campuran aspal panas terus dikembangkan oleh banyak peneliti, diantaranya oleh Kemas Ahmad Zamhari dkk., (2013), Furqon Affandi, (2006) dan Alberta Research Council, (1989) dalam Nyoman Suaryana, (2008) menunjukkan bahwa bitumen hasil ekstraksi dari aspal alam Buton memiliki karakteristik (penetrasi 85, 43.6, 120) yang menyerupai bitumen hasil daktilasi aspal minyak mentah. Penelitian ini mencampur BGA ke dalam aspal emulsi jenis kationik setting lambat (*cationic slow setting*, CSS) untuk membuat

campuran aspal dingin. Salah satu cara untuk mengetahui daya tahan terhadap pelepasan butir pada campuran beraspal adalah uji *cantabro loss* dengan menggunakan mesin abrasi *Los Angeles*.

2. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Rancangan uji

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Campuran aspal dingin diproduksi dengan menggunakan aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 sebagai bahan pengikat dan mensubstitusi aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 secara parsial dengan *Buton Granular Asphalt* (BGA) tipe 20/25. Kemudian dilakukan pengkajian dan pengujian ketahanan terhadap pelepasan butir (*cantabro test*) dengan menggunakan alat abrasi *Los Angeles*.

Karakteristik aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60

Karakteristik aspal emulsi jenis CSS-1 kode EA-60 yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 1. Pengujian karakteristik aspal emulsi menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan hasil pengujian karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 1 maka aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60 dapat digunakan sebagai bahan pengikat untuk memproduksi campuran aspal dingin

Tabel 1. Karakteristik aspal emulsi CSS-1 EA-60

| No. | Jenis Pengujian | Metode Pengujian | Hasil Pengujian | Spesifikasi | Satuan |
|-----|--|------------------|-----------------|-------------|---------|
| 1 | Kekentalan Saybolt Furol pada 25°C | SNI 03-6721-2002 | 39 | 20-100 | Detik |
| 2 | Stabilitas Penyimpanan 24 jam | SNI 03-6828-2002 | 0.6 | Maks.1 | % |
| 3 | Muatan Listrik Partikel | SNI 03-2644-1994 | Positif | Positif | - |
| 4 | Analisa Saringan Tertahan no. 20 | SNI 03-3843-1994 | 0 | Maks. 0.1 | % Lolos |
| | Penyulingan | SNI 03-3642-1994 | | | |
| 5 | ● Kadar Air | | 36.65 | - | % |
| | ● Kadar Minyak | | 2.0 | - | % |
| | ● Kadar Residu | | 62.35 | - | % |
| 6 | Penetrasi Residu | SNI 06-2456-1991 | 101 | Min. 57 | 0.1 mm |
| 7 | Daktilitas Residu | SNI 06-2432-1991 | 103 | Min. 43 | cm |
| 8 | Kelarutan Residu dalam C ₂ HCl ₃ | SNI 06-2438-1991 | 99.4 | Min. 97.5 | % |

Pemeriksaan karakteristik agregat

Agregat yang akan diuji berupa agregat kasar berupa batu pecah dan agregat halus berupa abu batu dan *filler* yang pengambilan materialnya berasal dari sungai Bili – Bili kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun pengujian dan metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode pengujian karakteristik agregat

| Pengujian | Metode Pengujian | |
|--|------------------|------------------|
| | Agregat Kasar | Agregat Halus |
| Analisa Saringan | SNI 03-1968-1990 | |
| Berat jenis dan penyerapan agregat | SNI 03-1969-2008 | SNI 03-1970-2008 |
| Kadar lumpur | SNI 03-4142-1996 | |
| Keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles | SNI 2417-2008 | |
| Indeks Kepipihan | SNI 03-4137-1996 | |
| Sand Equivalent | SNI 03-4428-1997 | |

Buton Granular Asphalt (BGA) Tipe 20/25

Tabel 3 memperlihatkan tipikal hasil analisa kimia bitumen Asbuton dan aspal minyak menurut Puslitbang Departemen Pekerjaan Umum tahun 2007.

Tabel 3. Tipikal hasil analisa kimia bitumen Asbuton dan aspal minyak menurut Puslitbang

| No. | Jenis Pengujian | Bitumen Asbuton | Aspal Minyak |
|-----|------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Asphaltene, % | 51,32 | 21,71 |
| | Malthene, % | 5,61 | 1,29 |
| 2 | · Nitrogen Bases (N) | 26,67 | 29,77 |
| | · Acidaffis I (AI) | 11,77 | 31,12 |
| | · Paraffins (P) | 4,61 | 16,10 |
| 3 | N/P | 1,27 | 0,08 |
| 4 | Parameter Komposisi Malthene | 1,97 | 0,66 |
| | $A(N+AI)/(AI+P)$ | | |



Gambar 1. Buton Granular Asphalt BGA (Ukuran dalam mm)

Tabel 4. Karakteristik Buton Granular Asphalt 20/25

| Parameter | Hasil |
|-------------------------------------|-------|
| Kadar Aspal Hasil Ekstrak (%) | 23.00 |
| Kadar Mineral Hasil Ekstrak (%) | 77.00 |
| Kadar Air (%) | 1.70 |
| Titik Nyala Sebelum Ekstraksi (mm) | 1.68 |
| Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$) | 86 |

Karakteristik BGA tipe 20/25 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 1 memperlihatkan BGA yang bersifat granular, ukuran butir 1,18 mm.

Komposisi campuran dan penyiapan benda uji

Pengujian ini menggunakan campuran antara agregat, aspal emulsi, *Buton Granular Asphalt* (BGA) dengan berat total senilai 1200 gram. Berdasarkan pengujian aspal emulsi jenis CSS-1 EA-60, setiap campuran aspal emulsi mengandung kadar residu senilai 62,35%. Pada penelitian ini menggunakan campuran variabel 5,5% kandungan aspal emulsi dari berat total 1200 gram yaitu seberat 66 gram. Dengan menambahkan BGA seberat 7,6 gram sehingga jumlah aspal emulsi dikurangi menjadi 58,4gram. Benda uji kemudian dipadatkan sebanyak 2 x 50 tumbukan. Biarkan benda uji dalam mould selama 1x 24 jam pada temperatur ruang dan timbang. Kemudian oven benda uji yang telah dikeluarkan dari mould pada temperatur 38 $^{\circ}\text{C}$ selama 1 x 24 jam. Tabel 5 memperlihatkan komposisi material yang mengandung sebanyak 2.5% BGA dalam berat 1200 gram benda uji.

Tabel 5. Komposisi material dengan 2.5% BGA dalam berat untuk 1200 gram benda uji

| Kadar Aspal (5.5%) | Agregat (gram) | | | | Jumlah (gram) |
|------------------------|-------------------|---------------------|----------|--------------------|---------------|
| | Batu Pecah 1-2 cm | Batu Pecah 0.5-1 cm | Abu Batu | Filler | |
| Aspal Emulsi (58.4 gr) | | | | | |
| Bitumen BGA (7.6 gr) | 215.5 | 408.2 | 464.8 | Abu batu (22.7) | 1200 |
| Residu (63%) 36.79 gr | | | | Mineral BGA (22.8) | |

Pengujian cantabro

Pengujian *cantabro* dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi dengan mesin *Los Angeles*. Benda uji yang sudah dipadatkan dengan jumlah tumbukan masing-masing 50 pada kedua sisinya didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang dan minimal 6 (enam) jam sebelum pengujian suhu harus dijaga berada pada suhu ruang. Sebelum benda uji dimasukkan kedalam drum mesin *Los Angeles* terlebih dahulu ditimbang untuk mendapatkan berat sebelum diabrasi (*Mo*). Selanjutnya benda uji dimasukkan ke drum mesin *Los Angeles* tanpa bola baja. Mesin *Los Angeles* kemudian dijalankan dengan kecepatan antara 30-33 rpm sebanyak 300 putaran. Setelah selesai benda uji dikeluarkan dan ditimbang dengan berat setelah abrasi (*Mi*). Standar pengujian *cantabro* mengacu pada Tex-245-F. Gambar 2 memperlihatkan alat mesin abrasi *Los Angeles* yang digunakan dalam pengujian *cantabro*. Kehilangan berat dapat dihitung sebagai berikut :

$$L = \frac{Mo - Mi}{Mo} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : *Mo* = Berat sebelum diabrasi (gram)
Mi = Berat setelah diabrasi (gram), dan
L = Persentase kehilangan berat (%)



Gambar 2. Mesin Abrasi *Los Angeles*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat digunakan. Tabel 5 sampai dengan Tabel 7 memperlihatkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar, karakteristik abu batu dan karakteristik filler.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

| No. | Pemeriksaan | Hasil Uji | Satuan |
|-----|-----------------------|-----------|--------|
| 1 | Penyerapan Air | | |
| | Batu Pecah 0,5 - 1 cm | 2.071 | % |
| | Batu Pecah 1 - 2 cm | 2.080 | % |
| 2 | Berat Jenis | | |
| | Batu Pecah 0,5 - 1 cm | | |
| | Berat Jenis Bulk | 2.622 | - |
| | Berat Jenis SSD | 2.677 | - |
| | Berat Jenis Semu | 2.773 | - |
| | Batu Pecah 1 - 2 cm | | |
| | Berat Jenis Bulk | 2.627 | - |
| | Berat Jenis SSD | 2.682 | - |
| | Berat Jenis Semu | 2.779 | - |
| 3 | Indeks Kepipihan | | |
| | Batu Pecah 0,5 - 1 cm | 20.10 | % |
| | Batu pecah 1 - 2 cm | 9.38 | % |
| 4 | Keausan Agregat | | |
| | Batu Pecah 0,5 - 1 cm | 25.72 | % |
| | Batu Pecah 1 - 2 cm | 24.36 | % |

Tabel 6. Hasil pemeriksaan karakteristik abu batu

| No. | Pemeriksaan | Hasil Uji | Satuan |
|-----|------------------|-----------|--------|
| 1 | Penyerapan Air | 2.792 | % |
| | Berat Jenis Bulk | 2.449 | - |
| 2 | Berat Jenis SSD | 2.518 | - |
| | Berat Jenis Semu | 2.629 | - |
| 3 | Sand Equivalent | 89.66 | % |

Tabel 7. Hasil pemeriksaan karakteristik *filler*

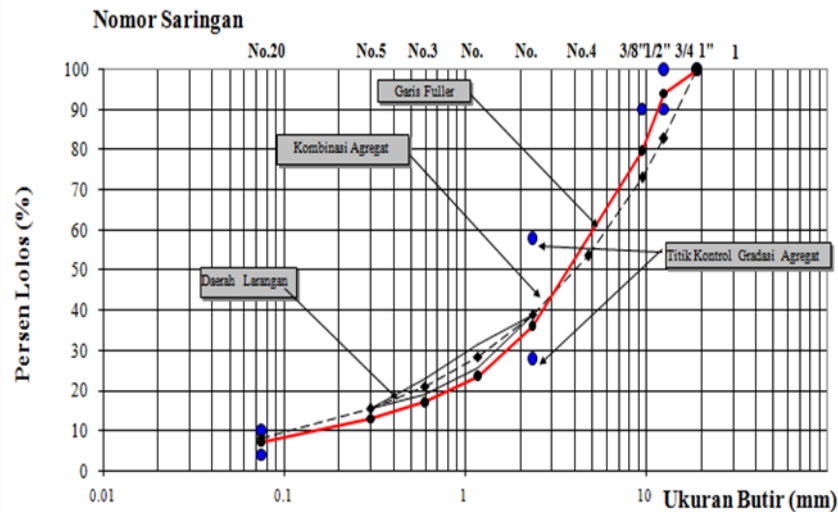
| No. | Pemeriksaan | Hasil Uji | Satuan |
|-----|------------------|-----------|--------|
| 1 | Penyerapan Air | 2.283 | % |
| | Berat Jenis Bulk | 2.595 | - |
| 2 | Berat Jenis SSD | 2.654 | - |
| | Berat Jenis Semu | 2.758 | - |
| 3 | Sand Equivalent | 69.57 | % |

Penentuan gradasi campuran

Proporsi agregat gabungan didapatkan dari nilai perbandingan komposisi agregat rencana dikalikan dengan nilai persen lolos pada analisa saringan. Setelah itu, hasil yang diperoleh untuk semua komponen yaitu batu pecah 1-2 cm, batu pecah 0.5-1 cm dan abu batu kemudian dijumlahkan dan dilakukan analisa saringan hingga didapatkan presentase gabungan yang diharapkan. Gradasi agregat gabungan dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya, proporsi agregat gabungan yang telah diperoleh tersebut disesuaikan dengan nilai interval spesifikasi. Setelah itu, agregat gabungan serta interval spesifikasi diplot ke dalam grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar

3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa rancangan agregat gabungan yang dibuat berada dalam interval spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan sehingga dapat diperoleh campuran yang optimal.



Gambar 3. Gradasi agregat gabungan

Hasil pengujian cantabro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya tahan material terhadap disintegrasi, yang dalam hal ini dapat menggunakan alat mesin *Los Angeles*. Alat uji ini akan menghasilkan nilai abrasi.

Tabel 8. Hasil pengujian *cantabro*

| Benda Uji | Persentase kehilangan (%) |
|---------------|---------------------------|
| 1 | 46.99 |
| 2 | 29.58 |
| 3 | 39.24 |
| 4 | 40.21 |
| 5 | 43.12 |
| Rata-Rata (%) | 39.83 |

Tabel 8 memperlihatkan hasil pengujian *cantabro*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai persentase rata-rata *cantabro loss* (ketahanan campuran terhadap kehancuran/pelepasan butir) yang dihasilkan adalah sebesar 39.83% tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan oleh *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA) yaitu maksimal 20%. Tingginya nilai ketahanan campuran terhadap pelepasan butir ini disebabkan karena kekuatan ikatan antara aspal emulsi dan agregat kasar yang kecil. Pada kadar aspal emulsi yang digunakan yaitu 5.5% menunjukkan adhesi antara aspal emulsi dan agregat kasar kecil dengan kata lain kelekatan (daya lekat) agregat terhadap aspal emulsi yang rendah.

4. KESIMPULAN

BGA mampu menyatu dengan aspal minyak membentuk fasa padat yang baru pada aspal emulsi jenis *oil-in-water* (O/W) dan berkontribusi positif dalam peningkatan nilai *cantabro loss*. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mendukung penggunaan aspal emulsi berbasis aspal minyak dan BGA yang selanjutnya diharapkan mampu meningkatkan penerapan campuran aspal dingin (*cold mix*) yang dapat mengurangi pemakaian campuran aspal panas (*hot mix*) yang menggunakan AMP (*asphalt mixing plant*)

DAFTAR PUSTAKA

- AAPA, Australian Asphalt Pavement Association, 1997, *Open Graded Asphalt Design Guide*, Australian.
- Furqon A, Properties of bituminous mixes using Indonesian natural rock asphalt, *Proceeding of 13th conference of the road engineering association of Asia and Australia (REAAA)*, pp. 9–15.
- Kemas Ahmad Zamhari, dkk., (2014). Comparing of Performance of Granular and Extracted Binder From Buton Rock Asphalt. *International Journal of Pavement Research and Technology*. Vol. 7 No.1 Jan 2014.
- Kurniadji. (2006), "Asbuton (Aspal Buton) sebagai Bahan Perkerasan Jalan", Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan, Bandung.

- Lapian FEP, Ramli MI, Pasra M., and Arsyad A. 2020. Opportunity Applying Response Surface Methodology (RSM) For Optimization Of Performing Butonic Asphalt Mixture Using Plastic Waste Modifier: A Preliminary Study. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012032.
- Lapian FEP, Ramli MI, Pasra M., and Arsyad A. 2021. The Performance Modeling of Modified Asbuton and Polyethylene Terephthalate (PET) Mixture Using Response Surface Methodology (RSM). Appl. Sci. 2021, 11, 6144. <https://doi.org/10.3390/app11136144>
- Li G., Yongqi Y., Metcalf J. B., Su-Seng P. (1999). Elastic Modulus Prediction Of Asphalt Concrete. Journal Of Material In Civil Engineering, PP. 236 - 241.
- Nyoman Suaryana. 2008. Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Nyoman Suaryana. 2008. Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Salomon, Delman R. 2006. Asphalt Emulsion Technology. Washington, DC. Transportation Research Board, Number E-C 102.
- Spesifikasi Umum Bina Marga. (2018). Direktorat Jendral Bina marga.
- Standar Nasional Indonesia. (SNI 06-2489-1991). Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. Indonesia : Standar Nasional Indonesia.
- Sukirman, Silvia, 2007. Beton Aspal campuran Panas. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Suryana. A. 2003. Inventory on Solid Bitumen Sediment Using 'Outcrop Drilling' in Southern Buton Region, Buton Regency, Province Southeast Sulawesi, Colloquium on Result Activities of Mineral Resources Inventory. - DIM, the TA.2003, Directorate Mineral (Bandung, in Indonesian).
- Tayfur S., Ozen H., Aksoy A., 2005. Investigation Of Rutting Performance Of Asphalt Mixtures Containing Polymer Modifiers. Science Direct, Construction and Building Materials, PP. 328 -337.
- Tex 245 –F. Cantabro Loss, 2014.
- Tjaronge. M.W and Rita Irmawaty. 2013. Influence of Water Immersion on Physical Properties of Porous Asphalt Containing Liquid Asbuton as Bituminous Asphalt Binder. Proceedings of 3rd International conference and Sustainable Construction Material and Technologies-SCTM, Kyoto, Japan.
- Tumpu M. Tjaronge MW and Djamaluddin AR 2020b. Prediction Of Long-Term Volumetric Parameters Of Asphalt Concrete Binder Course Mixture Using Artificial Aging Test. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012058.
- Tumpu M. Tjaronge MW. Djamaluddin AR. Amiruddin AA and La One. 2020a. Effect Of Limestone And Buton Granular Asphalt (BGA) On Density Of Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Mixture. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 419 (2020) 012029.
- Walubita, Lubinda F., Ven, Martin F C Van De, (2000). *Stresses and Strains in Asphalt-Surfacing Pavements*.