

KINERJA MEKANIK CAMPURAN AC-BC YANG MENGANDUNG ASBUTON MODIFIKASI TRANSFORMASI LIMBAH PLASTIK PP (POLYPROPYLENE)

Sukrislistarto¹, M. Isran Ramli², Mubassirang Pasra³ dan A. Arwin Amiruddin⁴

¹Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Email: sukrislistartopal2018@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Email: muhisran@yahoo.com

³Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Email: mubapasra@gmail.com

⁴ Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Email: a.arwinamiruddin@yahoo.com

ABSTRAK

Menurut *Indonesia Solid Waste Association* (2013), jenis limbah plastik menduduki peringkat kedua sebesar 5,4 juta ton per tahun dan masuk dalam peringkat kedua di dunia sebagai penghasil limbah plastik kelaut setelah Tiongkok. Kategori limbah plastik yang terbesar berasal dari kemasan seperti botol minuman dan kantong plastik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan tegangan dan regangan campuran AC-BC yang mengandung limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*), merumuskan model hubungan antara nilai stabilitas campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal dan hubungan antara nilai kuat tarik tidak langsung campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal. Penelitian ini berbentuk eksperimental di laboratorium. Penggunaan limbah plastik (0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5%) sebagai bahan tambah pada kadar aspal optimum. Pengujian stabilitas dan kuat tarik tidak langsung diaplikasikan untuk mengevaluasi kinerja mekanik campuran aspal yang dihasilkan. Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mendapatkan model hubungan antara nilai stabilitas campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal dan model hubungan antara nilai kuat tarik tidak langsung campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal.

Kata kunci: limbah plastik, PP (*Polypropylene*), stabilitas, kuat tarik tidak langsung

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur Jalan di Indonesia saat ini sangat meningkat, dimulai proyek pembangunan jalan baru sampai proyek peningkatan jalan. Di rencanakan Perkerasan jalan untuk pelayanan lalu lintas yang ada yang sesuai dengan kondisi suatu lokasi, tetapi sering ditemukan perkerasan jalan yang mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai. Faktor penyebab terjadinya kerusakan diantaranya pemeliharaan jalan yang tidak optimal dan adanya muatan kendaraan yang berlebih (*over loading*).

Dengan mengasumsi sebagai beban monotonik pada konstruksi perkerasan jalan, maka daerah perkerasan yang menjadi sasaran akibat kerusakan jalan yaitu kendaraan yang bermuatan lebih berhenti pada saat lampu merah, kendaraan bermuatan lebih akibat berhenti sesaat (parkir sementara) dan pada saat kendaraan bermuatan lebih mengalami kemacetan.

Sehingga kualitas aspal sangat menentukan keawetan dari suatu perkerasan lentur. Aspal yang berasal dari residu minyak bumi semakin hari semakin menipis persediaannya dengan harga yang cenderung terus naik, sehingga dibutuhkan bahan lain yang dapat menaikkan kualitas aspal dan perkerasan lentur.

Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai modifikasi aspal yaitu polimer (plastomer dan elastomer).

Campuran aspal yang dimodifikasi dengan penambahan aditif menunjukkan bahwa campuran aspal lebih tahan terhadap deformasi permanen dibanding dengan campuran konvensional. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran berisi additive memiliki kekuatan tarik lebih tinggi, sehingga lebih tahan terhadap kegagalan tarik tidak langsung di bawah beban statik (Tayfur *et al.*, 2007).

Salah satu aditif yang dapat digunakan adalah limbah plastik. Oleh karena limbah plastik merupakan hal yang menakutkan di seluruh belahan dunia tanpa terkecuali Indonesia maka diperlukan penelitian yang aplikatif untuk dapat memanfaatkan limbah plastik dalam suatu campuran beraspal. Limbah plastik terdiri banyak jenis diantaranya adalah PP (*Polypropylene*), PET (*Polietilene tereftalat*), LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan lain-lain.

Sampai saat ini belum ada pengelolaan khusus limbah plastik di tingkat kota. Namun, pemulung memiliki peran yang sangat penting dalam mata rantai daur ulang limbah plastik yang dilakukan secara informal. Selain itu, ilmuwan juga terus dipicu untuk bisa mencari alternatif lain bahan pengganti plastik konvensional ataupun penggunaan limbah plastik dalam dunia konstruksi khususnya konstruksi jalan. Berbagai penelitian baik di dalam maupun luar negeri yang meneliti pemanfaatan limbah plastik dalam campuran aspal telah dilakukan.

Abukhettala M., 2016 menyajikan literatur hasil tinjauan ulang dari beberapa material daur ulang (sampah plastik, *shingles* aspal daur ulang, daur ulang perkerasan aspal lama, potongan ban, pasir pengecoran logam, hasil sisa pembakaran batu bara) yang digunakan pada bidang industri dan tujuan ke depannya untuk mengembangkan ide dalam penyertaan material daur ulang dalam industri jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua peneliti menggunakan material daur ulang yang berpeluang digunakan dalam struktur jalan, tetapi masih ada saja beberapa hal yang harus diperhatikan dan celah dalam pengetahuannya yang membutuhkan penelitian yang lebih intensif dan dugaan lebih baik digunakan pada konstruksi bangunan dibandingkan jalan.

Rajput P. S & Yadav R.K., 2016 a menyelidiki penggunaan sampah plastik sebagai modifikasi dari sifat agregat jalan. Metode yang digunakan adalah uji laboratorium, yaitu melapisi agregat dengan sejumlah persen kadar sampah plastik yang berbeda, kemudian menguji kekuatan agregatnya, berat jenisnya, penyerapan airnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan secara signifikan dari sifat agregat yang dilapisi plastik.

Rajput P. S & Yadav R.K., 2016 b mendeskripsikan penggunaan sampah plastik dalam proporsi yang berbeda pada campuran aspal. Penelitiannya menggunakan uji laboratorium, termasuk dengan menguji karakteristik Marshall. Hasil penelitiannya adalah stabilitas Marshall berada dalam keadaan maksimum ketika 12% sampah plastik ditambahkan ke dalam campuran. Parameter Marshall lainnya juga meningkat dengan penambahan sampah plastik ke dalam campuran aspal.

Thanaya I. N. A. *et al.* 2015 mengevaluasi karakteristik *sand sheet asphalt mixture* dengan menggabungkan limbah plastik PP (*polypropylene*). Penelitiannya menggunakan uji laboratorium dengan merujuk pada spesifikasi Indonesia tahun 2010 revisi 2. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa limbah plastik PP dapat digabungkan dengan *sand sheet asphalt mixture* tapi terbatas jumlahnya (kurang dari 10%). Selain flow dan MQ, karakteristik Marshall (stabilitas, VIM, VMA, dan VFB) memenuhi persyaratan.

Fernandes S. *et al.* 2015 mengembangkan suatu inovasi bitumen dengan jumlah yang cukup besar dari penggunaan limbah plastik untuk meningkatkan kinerja campuran aspal. Penelitiannya menggunakan uji laboratorium. Dapat disimpulkan bahwa kinerja campuran aspal meningkatkan beberapa karakteristik penting campuran setelah digabungkan 10% oli motor dan 5% limbah plastik HDPE (meningkatkan nilai penetrasi, titik lembek, meningkatkan fleksibilitas, mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap kelelahan). Selain itu, juga menunjukkan terdapat peluang penggunaan aspal modifikasi ini sebagai solusi ramah lingkungan pada perkerasan jalan yang nyata di lapangan.

Angelone S. *et al.* 2015 menyelidiki suatu pendekatan ramah lingkungan terhadap pengaruh berbagai persentase daur ulang sampah plastik perkotaan dan pedesaan dengan menambahkannya

ke dalam metode kering pencampuran aspal. Penelitiannya menggunakan uji laboratorium dengan metode pencampuran aspal dan limbah plastik secara kering. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik dalam campuran aspal menjadi suatu alternatif yang layak yang juga dapat memberikan kontribusi dalam pengurangan limbah plastik serta menaikkan karakteristik campuran aspal. Campuran aspal dengan karakteristik terbaik, yaitu pada jenis *polyethylene* dibuat dalam bentuk serpihan dengan kadar plastik sebesar 2% dari berat total campuran dan terdapat kemungkinan menaikkan umur kelelahan beton aspal.

Mir A. H. 2015 menemukan cara efektif dalam penggunaan partikel sampah plastik sebagai modifikasi aspal untuk perkerasan lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penambahan plastik dalam campuran menjadi salah satu alternatif dalam permasalahan limbah plastik dan juga dapat meningkatkan umur jalan (kualitas campuran aspal) plastik akan meningkatkan titik leleh.

Gill S. *et al.* 2015 menyelidiki pengaruh dari penambahan limbah plastik dengan bubuk limbah ban bekas pada campuran aspal dalam meningkatkan kinerja jalan. Penelitian yang dilakukan menggunakan uji laboratorium. Persentase plastik yang digunakan untuk menyelimuti agregat, yaitu 4, 6, 8, dan 10%. Hasil penelitiannya diperoleh bahwa penambahan limbah plastik dan bubuk ban bekas lebih signifikan untuk peningkatan kinerja campuran aspal dibandingkan hanya penambahan limbah plastik saja. Plastik meningkatkan titik leleh aspal. Dengan penambahan limbah plastik dan bubuk ban bekas dapat meningkatkan kekuatan jalan sesuai yang disyaratkan dan umur jalan.

Menaria Y & Sankhla R. 2015 mengidentifikasi proporsi optimum dari limbah plastik yang ditambahkan ke dalam campuran aspal untuk memperoleh kekuatan aspal. Menggunakan uji laboratorium. Menggunakan metode pencampuran plastik dan campuran aspal dengan cara kering. Limbah plastik yang ditambahkan dapat lolos pada saringan 2,36 mm – 4,75 mm pada kadar 0%, 8%, 10%, 12%, dan 14%. Hasil penelitiannya menunjukkan penggunaan plastik meningkatkan sifat pengikatan dari campuran. Penggunaan persentase maksimum limbah plastik ke dalam campuran ialah 8%. Karakteristik aspal yaitu penetrasi, titik lembek meningkat dengan penambahan limbah plastik. Limbah plastik pada penggunaannya di jalan meningkatkan nilai stabilitas dan durabilitas. Penambahan limbah plastik dapat menggantikan kadar aspal dalam campuran sehingga lebih ekonomis serta dengan meningkatnya stabilitas dan durabilitas akan mengurangi biaya pemeliharaan jalan ke depannya.

Aforla B. *et al.* 2015 menentukan apakah limbah plastik pantas sebagai *modifier* dalam perkerasan aspal. Menggunakan pengujian laboratorium dengan menguji sifat reologi campuran aspal. Plastik yang digunakan diparut sampai ukuran 2 - 3 mm dan persentase yang digunakan dalam campuran yaitu 0 - 3% dari berat aspal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik campuran aspal setelah ditambahkan limbah plastik mengalami peningkatan dan dapat digunakan dalam konstruksi perkerasan beton aspal dengan peningkatan kualitas dan mengurangi biaya campuran.

Campuran beraspal merupakan bagian perkerasan lentur yang terletak diatas lapis pondasi. Oleh karena letaknya pada bagian atas lapisan maka campuran beraspal harus tahan terhadap beban roda kendaraan yang melintas. Disamping itu, yang tak kalah pentingnya adalah campuran beraspal dituntut untuk memiliki kekuatan yang stabil karena pada saat menerima beban roda kendaraan pada bagian atas lapisan akan menerima gaya tekan dan pada bagian bawah akan mengalami gaya tarik.

Dewasa ini pengujian campuran untuk perkerasan lentur banyak menggunakan stabilitas marshall untuk menganalisa kemampuan campuran AC-BC. Pengujian Tegangan-regangan dianjurkan karena bersifat fundamental sedangkan pengujian *Marshall test* bersifat empiris (Brown, 1990).

Namun, untuk mengetahui kemampuan campuran material menerima gaya tarik dan tekan maka dilakukan pengujian tegangan regangan, dan selain itu pengujian tegangan-regangan dimaksudkan untuk memahami karakteristik nilai kekuatan tarik serta memprediksi nilai kekuatan tersebut sejak munculnya retak dalam campuran, untuk mengetahui tegangan-regangan maka dilakukan pembebanan tekan secara terus menerus dengan laju konstan sampai mencapai beban maksimum,

dimana setelah pembebanan maksimum maka benda uji akan mengalami retak atau deformasi permanen (*The Shell Bitumen Handbook*, 2015).

Selain dari pengujian empirik yang digunakan untuk mengevaluasi campuran beraspal, dapat juga digunakan pengujian yang bersifat semikuantitatif dari benda uji. Pengujian yang dimaksud adalah pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*). Pengujian XRD dilakukan untuk mengidentifikasi unsur/senyawa/fasa dan struktur kristal yang terbentuk secara kualitatif. Pada dasarnya, atom yang tersusun membentuk struktur kristal dan struktur mikro/fasa dapat dianalisis melalui teknik eksperimental yang berbasis difraksi. Pada eksperimen difraksi, gelombang yang ditembakkan akan membentur pada material dan ditangkap oleh detektor. Detektor mengidentifikasi arah dan intensitas gelombang yang terdifraksi/terpancar keluar dari material. Interferensi gelombang terjadi pada gelombang yang diemisikan atom yang berbeda jenis dan posisinya. Geometri yang direpresentasikan melalui arah gelombang membentuk pola difraksi yang dapat digunakan untuk menentukan sel satuan pada struktur kristal dan senyawa (Fultz, 2013; Cullity, 1956).

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu yang telah dikemukakan di atas maka dapat dikatakan bahwa dengan pemanfaatan limbah plastik ke dalam campuran aspal akan menaikkan kinerja campuran khususnya menaikkan stabilitas dan kinerja campuran beraspal yang lainnya serta menjadi salah satu solusi dari permasalahan limbah plastik yang ada saat ini khususnya di Indonesia dimana plastik tidak dapat terurai dengan sendirinya. Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kadar aspal optimum campuran AC-BC yang mengandung limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) yang divariasikan.
2. Menganalisis hubungan tegangan dan regangan campuran AC-BC yang mengandung limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*).
3. Merumuskan model hubungan antara nilai stabilitas campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal optimum.
4. Merumuskan model hubungan antara nilai kuat tarik tidak langsung campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal.

TINJAUAN PUSTAKA

Plastik dalam Campuran Beraspal

Menurut Suroso (2009), ada dua teknik (metode) pencampuran plastik ke dalam campuran aspal, yaitu :

- a. Cara basah, (*wet process*), yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, *mixer* kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.
- b. Cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini bisa lebih mudah dibandingkan cara basah, hanya dengan memasukkan plastik ke dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (*mixer*). Namun, untuk cara ini harus diperhatikan kehomogenan dan keseragaman kadar plastik yang dimasukkan atau dicampurkan.

Dalam penelitian ini menggunakan cara kering untuk menambahkan plastik ke dalam campuran beton aspal. Dari segi ekonomi, cara kering lebih murah karena waktu pencampuran lebih cepat, tidak membutuhkan peralatan lain untuk mencampur, lebih mudah ditangani dari pada cara basah (Suroso, 2009), dapat meningkatkan sifat pengikatan agregat pada campuran, mengurangi degradasi di jalan, serta mengurangi penggunaan kadar aspal pada campuran (Mir, 2015). Adapun, persentase plastik yang ditambahkan dalam campuran tidak boleh melebihi 17% (Dallas dalam Suroso, 2009) karena akan membuat karakteristiknya jauh dari disyaratkan. Selain itu, menurut Moghaddam, et.al. (2013) kepadatan dan kekakuan campuran akan meningkat jika hanya ditambahkan sedikit

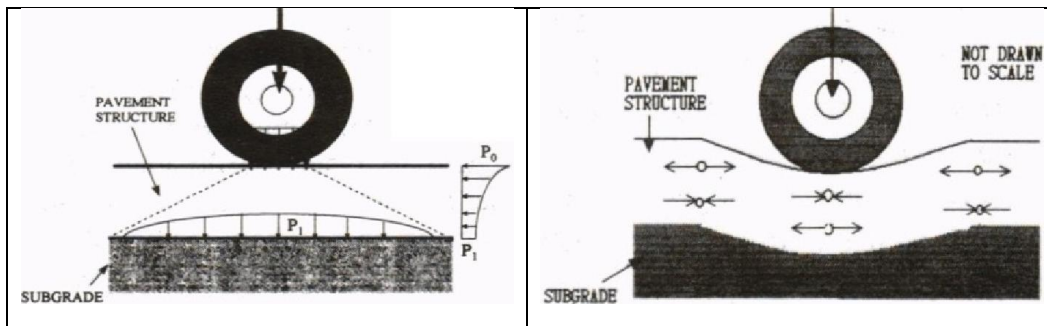
persentase plastik (0,2-1% dari berat agregat). Semakin besar kepadatan suatu campuran, maka akan semakin banyak jumlah siklus pembebanan yang dapat ditahan oleh beton aspal (Widodo dan Setiyaningsih, 2013). Hal tersebut dapat meningkatkan umur kelelahan campuran. Tabel 1 memperlihatkan jenis-jenis plastik yang termasuk kategori termoplastik.

Tabel 1. Karakteristik limbah plastik

Polimer	Titik lembek (°C)	Hasil polutan	Dekomposisi (°C)	Hasil polutan	Titik nyala (°C)	Hasil polutan
PE Film	100 - 120	-	289 - 335	CH ₄ , C ₂ H ₆	> 700	CO, CO ₂
PP	140 - 160	-	271 - 329	C ₂ H ₆	> 700	CO, CO ₂
PS	110 - 140	-	300 - 350	C ₆ H ₆	> 700	CO, CO ₂
PE Foam	120 - 125	-	309 - 385	CH ₄	> 700	CO, CO ₂
Gelas plastik	130 - 150	-	313 - 420	C ₂ H ₆	> 700	CO, CO ₂

Respon Perkerasan Akibat Pembebanan

Chen *et al* dalam *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 4, No.1, October, 2001, memberikan gambaran kinerja pembebanan pada *flexibel pavement* seperti yang terlihat pada Gambar 1.



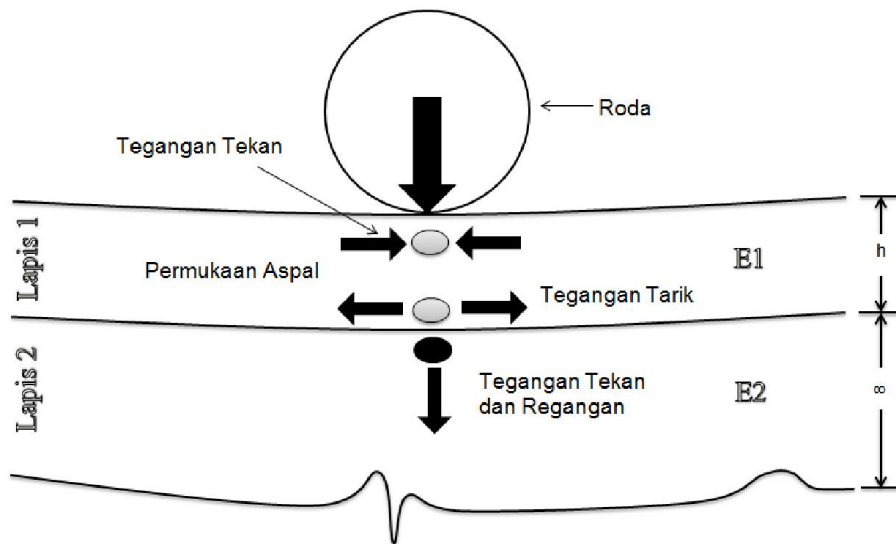
Gambar 1. Kinerja perkerasan lentur

Spesifikasi Khusus Bina Marga, Indonesia (2010) tentang campuran beraspal panas, dijelaskan bahwa yang dimaksud dengan campuran beraspal panas dengan aspal yang dimodifikasi adalah campuran agregat dan aspal dari jenis Asbuton, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan. Pekerjaan ini mencakup pembuatan lapisan campuran aspal modifikasi untuk lapis permukaan antara dan lapis permukaan (lapis aus), yang dihampar dan dipadatkan di atas lapis pondasi atau permukaan jalan yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi dan memenuhi garis, ketinggian, dan potongan memanjang dan potongan melintang yang ditunjukkan dalam gambar Rencana.

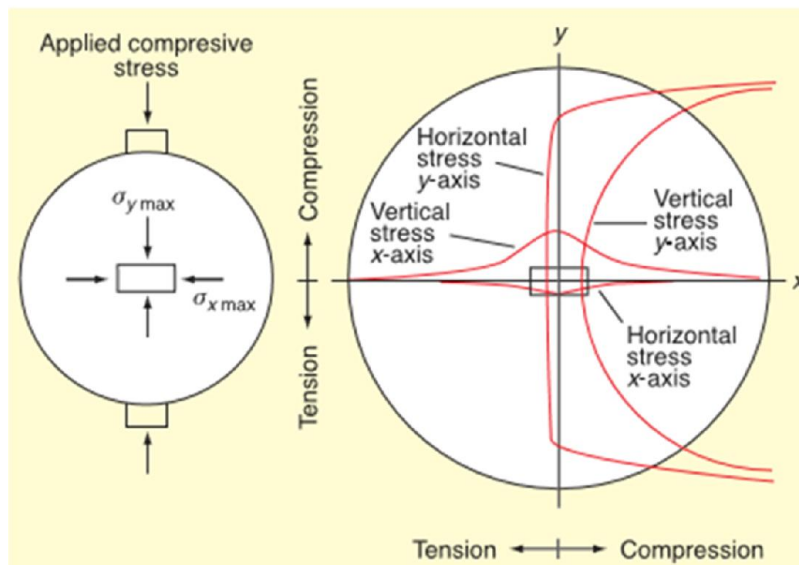
Analisis didasarkan pada pendekatan desain mekanistik (Cronney *et al*, 1998 dan Huang HY, 1993), dan elastis sistem perkerasan dua lapisan linear seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Semua lapisan yang terletak di bawah permukaan aspal (*top-layer*) yang secara teoritis ditandai dengan satu nilai komposit modulus elastisitas (E_2). Akibatnya, kriteria desain perkerasan jalan dapat dibahas yaitu :

- Distribusi tegangan-regangan tiga dimensi lebih tinggi dari lapisan aspal-permukaan.
- Tegangan tarik horizontal dan reganganyang terjadi di zona bawah ($[h-1]$ mm) dari lapisan aspal permukaan yang merupakan parameter kerusakan pada perkerasan akibat kelelahan dan mengakibatkan terjadinya retak.

Gambar 2 memperlihatkan sistem perkerasan jalan dengan sistem dua lapis dengan distribusi tegangan dan regangan pada perkerasan jalan yang ditinjau. Untuk sistem perkerasan *multi-layer*, penyederhanaan pada lapisan atas dan karakterisasi dari lapisan-lapisan dalam menahan beban yang ada pada perkerasan jalan. Selain itu, adanya penyederhanaan model dengan asumsi kondisi lalu lintas sebagai pembebanan statis dan karakterisasi pada kondisi linier-elastis isotropik dari bahan itu sendiri. Dalam Gambar 2, Q adalah beban ban dengan satuan kN, p adalah tekanan ban dalam kPa, h adalah ketebalan lapisan aspal permukaan dalam mm dan E_1 serta E_2 adalah modulus elastisitas dalam MPa. Gambar 3 memperlihatkan distribusi tegangan dan tekanan yang dapat terjadi pada lapis perkerasan jalan.



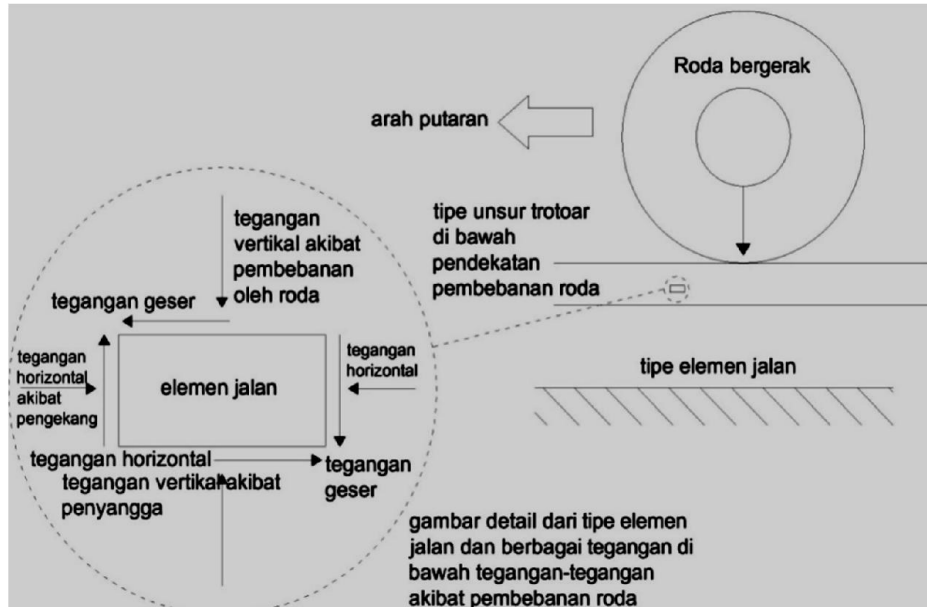
Gambar 2. Sistem perkerasan dua lapis (Walubita, 2000)



Gambar 3. Distribusi tegangan dan tekanan (*The Shell Bitumen Handbook*, 2015)

Berdasarkan Gambar 3 yang memperlihatkan distribusi tegangan dan tekanan yang dapat terjadi pada perkerasan jalan, terlihat bahwa penerapan tegangan tekan yang terjadi berupa tegangan tekan arah horizontal maksimum ($\sigma_y = \max$) dan tegangan tekan arah vertikal maksimum ($\sigma_x = \max$). Selain itu, tegangan dan tekanan saling melawan sehingga besarnya tekanan sama dengan besarnya

tegangan yang terjadi baik tegangan horizontal (y-axis) dan tegangan vertikal (x-axis). Distribusi tegangan dan tekanan yang terjadi pada perkerasan jalan ini dapat disebabkan oleh beban lalu lintas maupun beban roda kendaraan yang berulang.



Gambar 4. Penjabaran tegangan-tegangan (*The Shell Bitumen Handbook*, 2015)

Gambar 4 memperlihatkan penjabaran tegangan-tegangan yang terjadi pada perkerasan jalan. Berdasarkan Gambar 4 yang memperlihatkan penjabaran tegangan-tegangan yang terjadi pada perkerasan jalan, terlihat bahwa tegangan-tegangan yang terjadi pada perkerasan jalan adalah tegangan geser arah horizontal dan tegangan geser arah vertikal. Tegangan geser pada perkerasan jalan ini terjadi pada daerah bawah perkerasan jalan yang disebabkan oleh pembebanan roda kendaraan. Pembebanan roda kendaraan yang terjadi bisa disebabkan karena pembebanan secara berulang dan terus-menerus.

Stabilitas Marshall

Karakteristik deformasi permanen dari campuran aspal dapat dipelajari dengan menggunakan benda uji silinder dipadatkan yang dapat dibuat baik dari superpave atau perangkat pemadat Marshall, terlepas dari metode campuran aspal desain dan jenis agregat (Gul & Guler, 2014). Nilai Marshall Quotient akan memberikan nilai fleksibilitas campuran, dimana semakin besar nilainya maka campuran lapis keras semakin kaku. Sementara jika nilainya kecil, maka campuran lapis keras semakin lentur. Nilai Marshall Quotient diperoleh dengan rumus :

$$MQ = \frac{S}{R} \quad (1)$$

Keterangan :

- S = Nilai stabilitas (kg)
- R = Nilai flow (mm)
- MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)

Kuat Tarik Tidak Langsung (*Indirect Tensile Strength*)

Nilai ITS dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas relatif campuran aspal dalam hubungannya dengan pengujian desain campuran laboratorium dan untuk memperkirakan potensi terjadinya

rutting atau retak. Hasil ini dapat juga digunakan untuk menentukan potensi untuk bidang perkerasan kerusakan kelembaban ketika hasil yang diperoleh pada kedua sampel ber kondisi dan dikondisikan.

Nilai kuat tarik tidak langsung pada benda uji berbentuk selinder merupakan fungsi dari beban (P_{max}), tebal benda uji dan diameter yang dituliskan dalam bentuk :

$$ITS = \frac{2 P}{\pi D H} \quad (2)$$

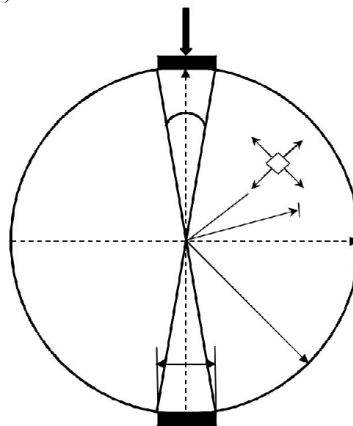
Dimana :

ITS = Kuat tarik langsung dipusat benda uji (kN)

P_{max} = Beban maksimum (kN)

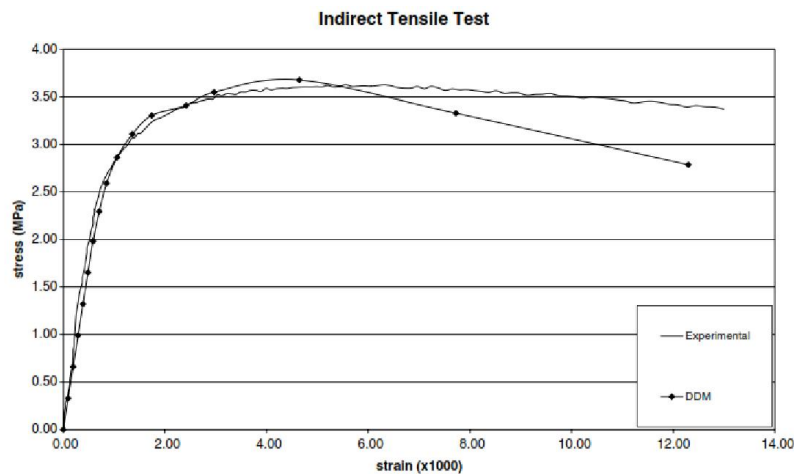
t = Ketebalan benda uji (mm)

d = Diameter benda uji (mm)



Gambar 5. Diagram pembeban uji ITS

Gambar 6 menunjukkan hubungan tegangan–regangan pada campuran aspal superpave. Terlihat bahwa tegangan maksimum sebesar 3,60 MPa pada regangan 0,006. Kurva regangan–tegangan membentuk garis lurus sampai pada tegangan 2,5 MPa dengan regangan 0,001 MPa.



Gambar 6. Hubungan regangan akibat beban tarik dan tegangan Tarik (Birgisson *et al.*, 2008)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Riset Eco Material Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa, Sulawesi Selatan. Adapun waktu penelitian dilaksanakan pada Bulan Juni 2019 sampai Bulan September 2019.

Rancangan Penelitian

Adapun penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium diawali dengan melakukan persiapan peralatan dan material yang akan digunakan, dilanjutkan dengan penelitian karakteristik bahan berupa agregat, limbah plastik dan aspal. Langkah selanjutnya adalah pembuatan sampel (briket) untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk masing-masing variasi kadar limbah plastik yang digunakan (0,0, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 dan 2,5%). Dibuik sampel perkerasan aspal dengan bahan pengikat berupa aspal minyak dengan penetrasi 60/70. Pembuatan sampel KAO dilakukan berdasarkan SNI 06-2489-1991 dengan kadar bitumen yang berbeda-beda berdasarkan perhitungan kadar aspal efektif. Setelah nilai KAO didapatkan untuk masing-masing kadar limbah plastik selanjutnya dibuat benda uji berdasarkan KAO tersebut. Limbah plastik yang digunakan yaitu PP. Selanjutnya sampel akan diberikan perlakuan normal sesuai SNI 06-2489-1991.

Setelah benda uji dinyatakan siap yaitu benda uji dalam kondisi KAO dan telah mengandung limbah plastik sebagai bahan tambah, kemudian dilakukan pengujian-pengujian ; karakteristik Marshall, kuat tarik tidak langsung (*Indirect Tensile Strength*), XRF dan XRD (komposisi senyawa dominan) dan pengujian statistik (uji-t) untuk mengetahui karakteristiknya. Metode yang digunakan adalah penelitian di laboratorium, dengan mengacu pada :

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI).
- b. American Association for Testing and Material (ASTM).
- c. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)
- d. Strategic Highway Research Program (SHRP-A-383)

Pengambilan Material Penelitian

Adapun bahan atau material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Material agregat kasar, agregat halus dan abu batu diambil dari sungai Bili-Bili kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Aspal minyak dengan penetrasi 60/70 diperoleh dari salah satu produsen aspal minyak di Indonesia.
3. Parutan limbah plastik (lolos saringan no.4 dan tertahan di saringan no.50) diperoleh dari hasil parutan botol plastik jenis PP dengan alat pamarut manual.

Pengujian Karakteristik Marshall

Metode pengujian campuran aspal dengan alat marshall mengacu pada SNI 06-2489-1991 tentang metode pengujian campuran aspal dengan alat Marshall. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur stabilitas dan *flow* (kelelahan plastis) sehingga dapat menunjukkan ukuran ketahanan suatu benda uji dalam menerima beban yang ada. Stabilitas menunjukkan ukuran ketahanan suatu benda uji dalam menerima beban. Stabilitas terdiri dari stabilitas kering dan stabilitas basah. Stabilitas kering merupakan ukuran ketahanan benda uji dalam menerima beban dalam kondisi kering udara. Sementara stabilitas basah merupakan ukuran ketahanan suatu benda uji dalam menerima beban dalam kondisi jenuh. Parameter Marshall yang lain selain stabilitas, flow dan marshall quotient adalah VIM (*Voids in Mix*), VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) dan VFB (*Voids Filled Bitument*). Pada pengujian Marshall terbagi atas 2 jenis, yaitu parameter stabilitas yang terdiri dari stabilitas, flow dan *Marshall Quetiont* (MQ) dan parameter volumetrik yang terdiri dari VIM (*Voids in Mix*),

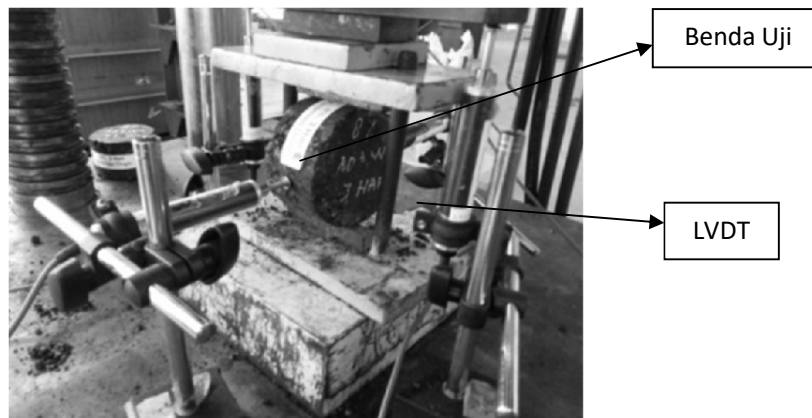
VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) dan VFB (*Voids Filled Bitument*). Gambar 7 menunjukkan alat pengujian *Marshall* yang dapat digunakan untuk mengukur stabilitas dan *flow* sehingga dapat menunjukkan ukuran ketahanan benda uji dalam menerima beban.



Gambar 7. Alat pengujian Marshall

Pengujian Kuat Tarik Tidak Langsung

Gambar 8 memperlihatkan posisi benda uji pengujian ITS (*Indirect Tensile Strength*). LVDT digunakan untuk mengukur perubahan bentuk arah horizontal dan vertikal ketika menerima beban tarik.



Gambar 8. Posisi benda uji pengujian ITS (*Indirect Tensile Strength*)

HASIL YANG DIHARAPKAN

Hasil yang diharapkan dari penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah :

1. Pemanfaatan limbah plastik jenis PP sebagai bahan tambah dalam campuran AC-BC.
2. Mendapatkan kadar aspal optimum campuran AC-BC dengan penggunaan limbah plastik PP sebagai bahan tambah.
3. Mendapatkan model hubungan antara nilai stabilitas campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal.
4. Mendapatkan model hubungan antara nilai kuat tarik tidak langsung campuran AC-BC dengan kadar limbah plastik jenis PP (*Polypropylene*) dan kadar aspal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2005). Persyaratan Teknik Bandar Udara. Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway) dan Landas Parkir (Apron) serta Fasilitas Penunjang Bandar Udara Nomor : SKEP/78/VI/2005.
- Gul. W. A., Guler M., 2014. Rutting susceptibility of asphalt concrete with recycled concrete aggregate using revised Marshall procedure Construction and building materials, 55 hal. 341 – 349.
- Israil, Djamaluddin, Rudy, & Adisasmita, Sakti A.. 2012. Studi Pengaruh Plastik sebagai Bahan Substitusi Aspal terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-WC). Tesis tidak diterbitkan. Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- SNI 06-2489-1991, Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall, Badan Standar Nasional Jakarta.
- Stephen B., the Shell Bitumen Handbook, University of Nottingham, July 2015.
- Suroso, Tjitjik Wasiah. 2009. Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (*Low Density Poly Ethilen*) Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal. *Puslitbang Jalan dan Jembatan*.
- Tayfur S., Ozen H., Aksoy A., 2007. Investigation of rutting performance of asphalt mixtures containing polymer modifiers. ScienceDirect, Construction and Building Materials, hal. 328 -337.
- Widajat D., Sjahdanulirwan M., 2009. Kinerja daur ulang campuran dingin dengan aspal busa pada lalu lintas berat. Jurnal jalan – jembatan, vol. 26, No. 3. Hal 256 – 265.
- Widodo, Sri & Setiyaningsih, Ika. 2013. Modulus Elastisitas dan Umur Perkerasan Jalan Beton Aspal sebagai Fungsi Kepadatan. *Eco Rekayasa*.
- Wikipedia. 2016 a. Plastik, (Online), (<https://id.wikipedia.org/wiki/Plastik> diakses pada 18 Agustus 2016).