

Peta Jalan Penelitian Campuran Beraspal Dingin di Laboratorium Transportasi UMS

Sri Sunarjono

Prodi Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Email: Sri.Sunarjono@ums.ac.id

Abstrak

Keywords:

Campuran beraspal
dingin; foamed
asphalt; aspal emulsi;
RAP; peta jalan

Campuran beraspal dingin dapat berbentuk campuran foamed asphalt ataupun campuran aspal emulsi. Jenis campuran ini semakin dikenal karena efektif untuk penggunaan teknologi daur ulang perkerasan jalan. Dalam campuran ini, bahan agregat dalam keadaan dingin dicampur dengan foamed bitumen atau aspal emulsi, akan menghasilkan campuran yang ramah lingkungan dan sustainable. Sayangnya, campuran ini belum masif dimanfaatkan di lapangan karena teknologinya belum banyak dikenal dan memiliki resiko nilai stabilitas kurang baik, serta kinerja kurang konsisten. Oleh karenanya perlu ada seperangkat penelitian untuk merubah posisinya menjadi campuran yang lebih kompetitif dengan nilai stabilitas yang lebih baik dan kinerjanya konsisten. Maka perlu dibangun peta jalan penelitian terkait dengan jenis campuran ini. Peta jalan dibangun dengan mengintegrasikan hasil-hasil penelitian dan mengidentifikasi kebutuhan penelitian di masa mendatang. Peta jalan memiliki 6 tahap yakni (1) mengembangkan hubungan antara propertis foamed bitumen dan kinerja campuran, (2) pendalaman teori foamed bitumen, (3) investigasi agregat RAP, (4) kebijakan penggunaan bahan jalan ramah lingkungan, (5) investigasi propertis campuran foamed asphalt, (6) investigasi propertis campuran aspal emulsi, dan (7) prospek agenda penelitian selanjutnya: peningkatan nilai stabilitas campuran dan penggunaan agregat limbah perkerasan beton.

1. PENDAHULUAN

Kualitas bahan perkerasan jalan menjadi titik penting terjaganya kualitas pelayanan transportasi darat melalui infrastruktur jalan. Pengembangan bahan perkerasan jalan yang kuat dan awet menjadi isu yang sangat penting. Namun demikian isu pembangunan harus disertai dengan perhatian terhadap kelanggengan lingkungan alam sebagai wahana kehidupan manusia. Sehingga pengembangan bahan perkerasan jalan harus memiliki aspek kuat, awet, ramah lingkungan, dan *sustainable* (KARS).

Laboratorium Transportasi UMS sangat berkonsentrasi terhadap penelitian untuk mengembangkan campuran beraspal dingin sebagai salah satu bahan perkerasan KARS yang memiliki prospek ke depan. Hasil penelitian yang telah dilaksanakan sejak tahun 2005 [1] kemudian dirumuskan menjadi peta jalan penelitian. Isu permasalahan terpenting terkait campuran beraspal dingin adalah campuran ini bersifat ramah lingkungan dan *sustainable*, namun disisi lain campuran ini memiliki kelemahan nilai

stabilitas yang rendah dan belum digunakan secara luas oleh para insinyur di bidang jalan terutama di Indonesia [2,3].

Tujuan penelitian adalah untuk merubah posisi pemanfaatan campuran beraspal dingin menjadi jenis campuran yang lebih kompetitif dengan nilai stabilitas lebih baik dan konsisten, serta dimanfaatkan secara luas di lapangan.

Perlu diketahui bahwa campuran beraspal dingin adalah campuran antara agregat dan aspal yang dicampur secara dingin, artinya bahan agregat tidak perlu dipanaskan sebagaimana sistem campuran beraspal panas. Agar binder aspal mampu mengikat agregat dingin, maka harus diubah dalam bentuk foamed bitumen ataupun aspal emulsi. Sehingga dikenal campuran foamed asphalt dan campuran aspal emulsi.

Foamed bitumen diperoleh dengan cara memanaskan aspal hingga diatas titik didih air, dan kemudian diinjeksi dengan tekanan tinggi air sehingga terbentuklah foamed bitumen [1,3,4-6].

Aspal emulsi diproduksi dengan cara mencampur aspal dengan air dan bahan emulsi sehingga droplet aspal melayang dalam air. Kadar residu aspal dapat bervariasi 70% atau lebih rendah [7-11].

2. METODE

Peta jalan penelitian tentang campuran beraspal dingin dikembangkan berdasarkan hasil investigasi skala laboratorium terhadap bahan RAP (*Reclaimed Aggregate Pavement*), benda uji campuran foamed asphalt dan aspal emulsi.

Bahan RAP diambil dari sumber bahan hasil galian perkerasan jalan Pantura dan perkerasan jalan di sekitar wilayah eks karesidenan Surakarta. Proses pencampuran foamed asphalt dilaksanakan di laboratorium PT Tindodi Jakarta. Bahan aspal emulsi diperoleh dari PT Izza Sidoarjo. Benda uji dibuat menggunakan alat penumbuk hammer Marshal. Evaluasi propertis benda uji menggunakan uji Marshal dan

ITS (*Indirect Tensile Strength*). Sedangkan bahan RAP dievaluasi berdasarkan uji standar terhadap fisik dan mekanik partikel bahan RAP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta jalan penelitian bahan perkerasan campuran beraspal dingin di Laboratorium Transportasi UMS dimulai pada tahun 2005. Penelitian dimulai dengan investigasi campuran foamed asphalt. Penelitian ini menemukan hubungan antara propertis foamed bitumen dan kinerja campuran foamed asphalt. Penelitian dilanjutkan pendalaman teori foamed bitumen pada tahun 2009 dan tahun 2010. Pada tahun 2011 hingga tahun 2015 penelitian difokuskan terhadap bahan RAP. Penelitian tentang kebijakan bahan perkerasan yang ramah lingkungan telah diteliti tahun 2012-2013. Pada tahun 2016 dan 2017 penelitian terhadap propertis campuran foamed asphalt diinvestigasi secara seksama. Tahun 2018 dan 2019 penelitian dilanjutkan untuk menyelidiki propertis campuran aspal emulsi.

Agenda penelitian ke depan yang masih sangat potensial adalah upaya peningkatan kualitas campuran beraspal dingin, dan campuran foamed asphalt menggunakan agregat hasil galian beton yang telah melayani lalu lintas kendaraan sekian puluh tahun.

Gambar 1 adalah peta jalan penelitian terkait campuran beraspal dingin.

3.1. Hubungan Antara Propertis Foamed Bitumen dan Kinerja Campuran

Dalam ilmu bahan perkerasan campuran beraspal, kinerja campuran sangat dipengaruhi oleh propertis aspal sebagai bahan pengikat. Teori inilah yang mendorong perlunya ada investigasi hubungan antara propertis foamed bitumen dan kinerja campuran foamed asphalt.

Propertis foamed bitumen diselidiki nilai *maximum expansion ratio* (kemampuan mengembang) dan *half life* (umur mengembang), sedangkan kinerja campuran dievaluasi nilai *stiffness modulusnya*. Dalam praktek di laboratorium, nilai ERm dan HL ditentukan nilai foaming water content (FWC), yakni jumlah kadar air yang diinjeksikan kedalam aspal panas. Bila nilai FWC dinaikkan maka nilai ERm akan naik, namun sebaliknya nilai HL cenderung turun.

Hasil investigasi memperoleh hasil yang menakjubkan (Gambar 2). Nilai FWC diketahui berpengaruh signifikan terhadap nilai stiffness campuran untuk benda uji dengan kondisi pencampuran baik. Namun bila kondisi pencampuran buruk, maka pengaruh FWC tidak terlihat [1, 4].

3.2. Pendalaman Teori Foamed Bitumen

Foamed bitumen berfungsi sebagai bahan pengikat dalam campuran foamed asphalt. Untuk itu diperlukan pengetahuan tentang propertis optimum foamed bitumen yang menghasilkan kinerja campuran terbaik. Salah satu propertis foamed bitumen yang penting adalah nilai viskositas. Seberapa jauh foamed bitumen dapat terdistribusi diatas permukaan agregat dan dapat memberikan ikatan yang tertinggi ditentukan oleh nilai viskositasnya.

Nilai viskositas foamed bitumen dapat didekati menggunakan rumus Kraynik (Rumus 1).

$$\mu_{ef} = \mu_l [1 + \phi_d] \dots\dots\dots(1)$$

μ_{ef} = viskositas foam efektif
 μ_l = viskositas bagian cair
 ϕ_d = volume fraksi gas

Nilai viskositas aspal cair didekati berdasarkan suhunya yang diukur saat 1 detik setelah foamed bitumen disemprotkan. Volume fraksi

gas dihitung berdasarkan nilai ERm yang diprediksi berdasarkan nilai FWC. Nilai viskositas foamed bitumen dapat diprediksi untuk setiap nilai FWC. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3 nilai viskositas foamed bitumen kritis terjadi pada nilai FWC= 6 atau ERm=35 [4, 6].

3.3. Investigasi Agregat RAP

Tujuan utama investigasi bahan RAP adalah untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai stabilitas campuran beraspal dingin menggunakan bahan RAP ini. Berbagai uji laboratorium dilakukan terhadap propertis bahan RAP [12, 13].

Berdasarkan analisis terhadap data hasil uji, dapat diketahui penyebab utama rendahnya nilai stabilitas. Ada dua penyebab utama, yaitu: (1) nilai berat isi bahan RAP lebih rendah dibanding bahan agregat baru, dan (2) pergerakan partikel bahan RAP kurang dinamis dibanding bahan agregat baru. Kedua penyebab tersebut diperkirakan karena adanya aspal tua yang menempel dan meliputi agregat RAP [14].

3.4. Kebijakan Penggunaan Bahan Jalan Ramah Lingkungan

Penggunaan bahan perkerasan jalan yang ramah lingkungan termasuk jenis campuran beraspal dingin belum masif di lapangan. Hal itu menjadi dorongan untuk mengetahui penyebab utamanya.

Campuran bahan RAP dapat dimanfaatkan dengan dua cara, yakni (1) tanpa bahan tambah, (2) dengan bahan tambah. Sistem pencampuran dapat menggunakan tiga cara, yakni (i) cara dingin, (ii) cara hangat, dan (iii) cara panas. Campuran bahan RAP tanpa bahan tambah hanya efektif dimanfaatkan dengan sistem pencampuran panas, sedangkan campuran dengan bahan tambah dapat menggunakan sistem dingin, hangat, ataupun panas.

Berdasarkan hasil kuesioner yang didistribusikan, dapat diketahui bahwa: (a) Staf teknik pembina jalan masih belum familiar dengan teknologi daur ulang perkerasan jalan, (b) perlu kebijakan untuk mendukung penerapan teknologi daur ulang perkerasan jalan, (c) perlu sosialisasi dan pelatihan teknologi daur ulang perkerasan jalan secara intensif, (d) kendala kualitas campuran rendah, kendala alat, dan adanya resiko tinggi [15]

Kebijakan terkait dengan penyelenggaraan konstruksi yang ramah lingkungan sudah memadai, namun kebijakan untuk mendorong penggunaan teknologi daur ulang perkerasan jalan masih perlu ditingkatkan sampai pada tataran operasional.

3.5. Investigasi Propertis Campuran Foamed Asphalt

Investigasi terhadap campuran foamed asphalt menggunakan bahan RAP memberikan hasil yang memuaskan. Gradasi bahan RAP dilakukan rekayasa agar memenuhi spesifikasi. Sistem pencampuran dilaksanakan dengan sistem dingin dan hangat, serta diberi variasi bahan tambah kapur dan semen [5,16, 17]

Hasil investigasi menunjukkan bahwa campuran beraspal dingin menggunakan bahan RAP sangat prospektif diterapkan. Penggunaan bahan RAP dengan proporsi diatas 50% masih terus diselidiki agar menghasilkan stabilitas campuran yang konsisten dan tinggi. Penggunaan sistem pencampuran hangat memberikan hasil yang lebih baik namun perlu diperhitungkan secara seksama antara keuntungan nilai stabilitas yang diperoleh dan kerugian nilai lingkungan akibat pemanasan bahan. Penambahan kapur dan semen pada campuran memberikan nilai stabilitas yang semakin baik [16, 17, 18].

3.6. Investigasi Propertis Campuran Aspal Emulsi

Campuran beraspal dingin menggunakan aspal emulsi memberikan hasil yang memuaskan sebagai alternatif penggunaan foamed bitumen. Penggunaan bahan RAP dan bahan tambah kapur ataupun semen menjadi fokus investigasi. Sistem pencampuran hangat juga diujicoba untuk mengamati peningkatan nilai stabilitasnya. Evaluasi propertis yang digunakan adalah uji Marshall dan ITS.

Penentuan kadar aspal residu optimum sedikit lebih rumit dibanding penentuan kadar aspal optimum campuran foamed asphalt. Namun sistem pencampuran aspal emulsi relatif lebih mudah dibanding campuran foamed asphalt.

Sebagaimana campuran foamed asphalt, penggunaan bahan RAP dan bahan tambah kapur/ semen memberikan hasil yang menggembirakan. Bahkan penggunaan proporsi tinggi bahan RAP menunjukkan hasil yang positif, namun perlu penyelidikan lebih mendalam karena konsistensi hasil belum baik. Penambahan kapur dan semen pada campuran memberikan nilai stabilitas yang semakin baik [7].

Penggunaan sistem pencampuran hangat memberikan hasil yang lebih baik dan ditemukan suhu pencampuran optimum pada 105°C. Namun demikian cara pencampuran hangat sedikit lebih rumit karena perlu mempertimbangkan titik resultante suhu akhir campuran akibat bahan aspal emulsi tidak mungkin dilakukan penghangatan [19, 20].

3.7. Prospek Agenda Penelitian Selanjutnya

Ada dua agenda penelitian lanjutan yang sangat diperlukan, yakni: (1) upaya peningkatan nilai stabilitas campuran beraspal dingin agar mencapai derajat konsistensi tinggi, serta nilai durabilitas yang baik, (2) merumuskan model campuran beraspal

dingin menggunakan agregat hasil limbah perkerasan kaku .

4. KESIMPULAN

Peta jalan penelitian mengenai campuran beraspal dingin telah dikembangkan. Campuran ini sangat prospektif digunakan sebagai bahan lapis jalan karena bersifat murah, mudah, dan ramah lingkungan. Adapun kendala teknologi, alat, stabilitas rendah, dan resiko pelaksanaan perlu diantisipasi oleh Pemerintah.

Peta jalan memiliki 7 tahap yakni (1) mengembangkan hubungan antara propertis foamed bitumen dan kinerja campuran, (2) pendalaman teori foamed bitumen, (3) investigasi agregat RAP, (4) kebijakan penggunaan bahan jalan ramah lingkungan, (5) investigasi propertis campuran foamed asphalt, (6) investigasi propertis campuran aspal emulsi, dan (7) prospek agenda penelitian selanjutnya: peningkatan nilai stabilitas campuran dan penggunaan agregat limbah perkerasan beton.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kementerian Ristekdikti (PTUPT 2019) dan Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi bantuan dana dan fasilitas penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada PT Tindodi dan PT Izza yang telah membantu pelaksanaan penelitian. Kepada seluruh mahasiswa bimbingan tugas akhir yakni Abdul Kholid, Rif'an, Mada, Chanifah, Erlin, Aulia, Nanang, Sukur, Ludy, Bayu, Bambang, dan Sigit Kurniawan, saya ucapkan terima kasih atas kerjasamanya.

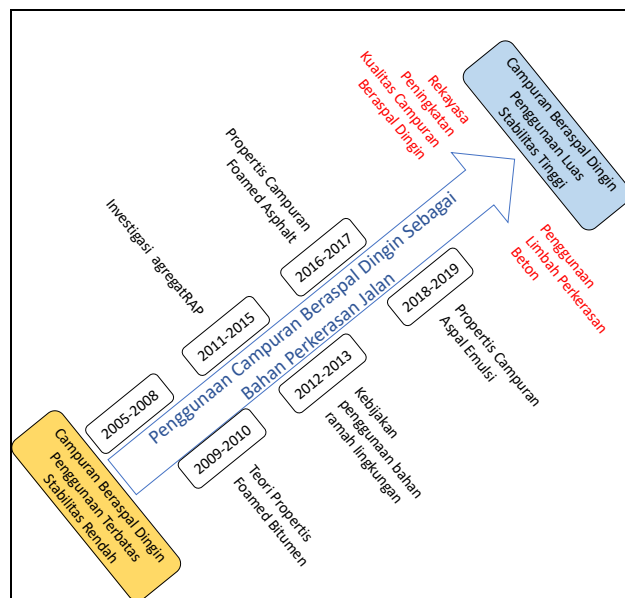
REFERENSI

- [1] Sunarjono S. The influence of foamed bitumen characteristics on cold-mix asphalt properties. University of Nottingham; 2008.
- [2] Sunarjono S, Dimiyati K, Absori. Kebijakan Strategi Penggunaan Green Technology untuk Preservasi

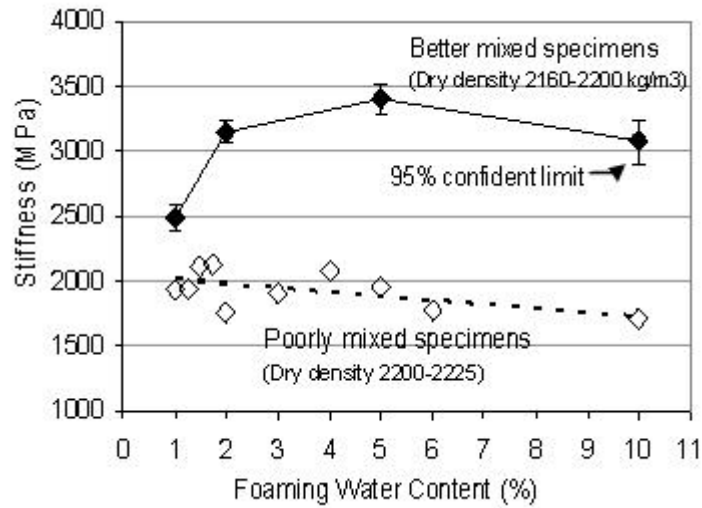
Infrastruktur Jalan Berbasis Kualitas Hidup Masyarakat: sebuah gagasan dan usulan. Judul buku: Pemikiran-pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa Sumbangan Civitas Akademika UMS. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2010.

- [3] Widyatmoko I, Sunarjono S. Some considerations to implement foamed bitumen technology for road construction in Indonesia. The 1st International Conference of European Asian Civil Engineering Forum (EACEF) at Universitas Pelita Harapan; 2007. p.26-27; 2007.
- [4] Sunarjono S, Zoorob SE, Thom N. Influence of foaming water on the foaming process and resultant asphalt mix stiffness. Fourth international SIIV congress, Palermo, Italy; 2007.
- [5] Sunarjono S, Hidayati N. Mixture design consideration for foamed asphalt using RAP materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 403 (1), 012027; 2018
- [6] Sunarjono S, Sutanto MH. Investigating Foamed Bitumen Viscosity. Applied Mechanics and Materials Vol. 660 (2014) pp 254-258; 2014.
- [7] Maulana N, Sunarjono S. Perbandingan Propertis Marshall dan ITS Campuran Aspal Emulsi Menggunakan Bahan RAP dan Fresh Aggregate. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2018.
- [8] Anonim. Spesifikasi Aspal Emulsi. PT Widya Sapta Colas, Jakarta; 2003.
- [9] Muliawan IW. Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED). Tesis Program Pasca Sjana Universitas Udayana, Denpasar; 2011.
- [10] Martens EQ, Borgfeldt MJ. Cationic Asphalt Emulsion, California Research Corporation, California; 1985.
- [11] Ghaly NF, Ibrahim IM, Naomy EM. Tack Coats For Asphalt Paving.

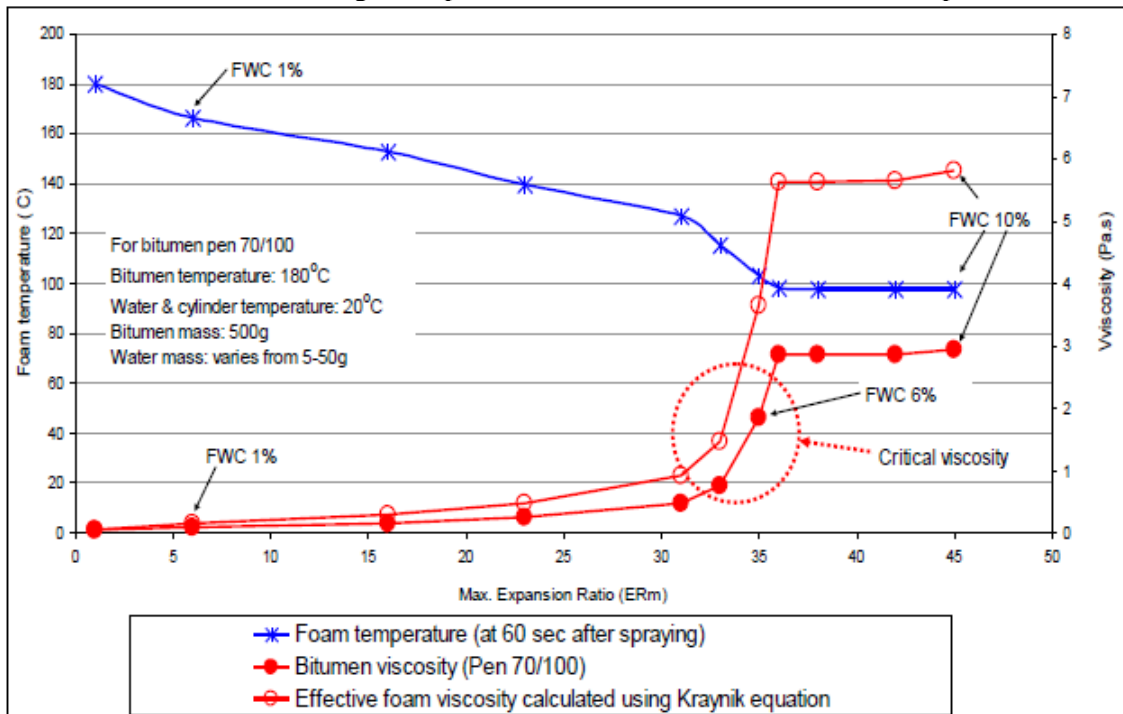
- Egyptian Journal of Petroleum, 1-5; 2013.
- [12] Setyawan A, Harnaeni SR, Sunarjo S. Investigasi Sifat Kepadatan Dan Daya Dukung Bahan RAP Bergradasi EME (Enrobé à Module Élevé). Prosiding STIKES Muhammadiyah Pekajangan; 2016.
- [13] Sunarjo S, . *Evaluasi Engineering Bahan Perkerasan Jalan Menggunakan RAP dan Foamed Bitumen*. Jurnal Eco Rekayasa, vol 2 no 2 September 2006, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta; 2006.
- [14] Sunarjo s, Absori, Riyanto A. Pengembangan Green Technology Melalui Pemanfaatan Material RAP Untuk Preservasi Jalan Nasional di Indonesia. Laporan Penelitian PUPT, Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2012.
- [15] Sunarjo s, Absori, Riyanto A. Pengembangan Green Technology Melalui Pemanfaatan Material RAP Untuk Preservasi Jalan Nasional di Indonesia. Laporan Penelitian PUPT, Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2013.
- [16] Jenkins KJ, Molenaar AAA, de Groot JLA, van de Ven MFC. Foamed bitumen treatment of warmed aggregates, , 2nd Eurasphalt&Eurobitume congress, Barcelona, 20-22 September 2000, Book 2, session 2, pp. 280-288; 2000.
- [17] Widajat D. Uji Coba Daur Ulang Campuran Dingin Dengan Foam Bitumen Pada Jalan Pantura Jawa Barat. Jurnal Puslitbang Jalan dan Jembatan, Vol 26 no 1 April 2009, Bandung; 2009.
- [18] Widyadara M. Analysis of Mixture Density Characteristics of Foamed Asphalt with RAP Compacted using Roller Compactor. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Surakarta: 2016.
- [19] Pujiono S, Sunarjo S. Analisis Variasi Gradasi Terhadap Properties Campuran Dan ITS Bahan RAP Dengan Aspal Emulsi. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2018.
- [20] Wibisono L, Sunarjo S. Analisis Properties Marshall dan ITS Pada Campuran RAP Hangat Menggunakan Bahan Aspal Emulsi. Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2017.



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian Campuran Beraspal Dingin di Laboratorium Transportasi UMS



Gambar 2. Hubungan Propertis Foamed Bitumen dan Stiffness Campuran



Gambar 3. Prediksi Nilai Viskositas Foamed Bitumen