

Organizer:



Co-Organizers:



Sponsors:



PROSIDING SIMPOSIUM KE - 20
Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi



ISBN: 979-95721-2-20

PROSIDING

SIMPOSIUM KE - 20
Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi
Gowa, 3 - 5 November 2017,
Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Editors:
Muh. Isran Ramli
Muh. Asad Abdurrahman
Muralia Hustim
Sumarni Hamid

KATA PENGANTAR TIM EDITOR

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh
Salam sejahtera bagi segenap anggota FSTPT*

Puji dan syukur Tim Editor Prosiding panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas selesainya pengeditan prosiding makalah Simposium XX FSTPT di Makassar-Gowa ini.

Prosiding Simposium XX FSTPT ini merupakan salah satu dari 2 prosiding yang dihasilkan dari kegiatan Simposium FSTPT tahun 2017 di Makassar-Gowa, dimana prosiding ini hanya memuat makalah-makalah yang diterima dan disajikan di Simposium Nasional Tahunan FSTPT 2017. Untuk makalah-makalah yang disajikan di the 1st *International Symposium on Transport Studies in Developing Countries (ISTSDC)*, prosidingnya diterbitkan melalui *Matec Web of Conference*, suatu publisher prosiding yang terindeks Scopus.

Prosiding Simposium Nasional XX FSTPT ini dibingkai dalam berbagai tema-tema penelitian transportasi sesuai dengan tematik yang telah dibakukan oleh Komite Ilmiah FSTPT. Prosiding ini memuat 131 makalah yang tersebar pada 12 tema-tema penelitian transportasi.

Ucapan terimakasih Tim Editor sampaikan kepada Ketua FSTPT 2016-2018, Prof. Ir Leksmono Suryo Putranto yang telah memberikan kontribusi dalam pengeditan prosiding ini. Demikian pula kepada Komite Ilmiah FSTPT, terkhusus kepada Prof. Dr.-Ing. Ir. Ahmad Munawar, M.Sc., Dr. Ir. Caroline Sutandi, M.Sc., dan Ir. Bagus Hario Setiadji, MT., Ph.D., atas curahan waktu dan tenaga dalam mengelola proses telaah makalah-makalah yang dikirimkan oleh para penulis ke Simposium XX FSTPT. Tak lupa, Tim Editor juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada Berlian Kushari, ST., M.Eng. dan timnya atas kontribusinya melakukan proses metadata dan pengunggahan *file* prosiding ini ke website FSTPT. Akhirnya, Tim Editor menyampaikan rasa terimakasih terhadap semua pihak yang telah berpartisipasi dalam menyiapkan prosiding ini.

Semoga kerja-kerja keras kita semua dapat menjadi amal jariyah di sisi Tuhan Yang Maha Kuasa, dan semoga Prosiding Simposium XX FSTPT ini dapat bermanfaat dalam pengembangan penelitian-penelitian transportasi di Indonesia. *Amin, Ya Rabbal Alamin.*

Gowa, 20 Februari 2018

Tim Editor Prosiding
Simposium XX FSTPT 2017,

Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.
Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT.
Dr. M. Asad Abdurrahman, ST., M.Eng.

KATA PENGANTAR

KETUA FORUM STUDI TRANSPORTASI ANTAR PERGURUAN TINGGI

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh
Salam sejahtera bagi segenap anggota FSTPT*

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas terlaksananya kegiatan Simposium XX FSTPT di Makassar-Gowa, termasuk publikasi prosiding simposium.

Prosiding Simposium XX FSTPT merupakan salah satu dari 2 prosiding yang dihasilkan dari kegiatan Simposium FSTPT tahun 2017 di Makassar. Prosiding ini memuat makalah-makalah berbahasa Indonesia yang diterima dan disajikan di Simposium Nasional Tahunan FSTPT 2017. Adapun makalah-makalah yang disajikan di the 1st *International Symposium on Transport Studies in Developing Countries (ISTSDC)* sebagai Simposium Internasional FSTPT, diterbitkan pada Prosiding ISTSDC terindeks Scopus mealui *Matec Web of Conference*.

Rangkaian kegiatan Simposium XX FSTPT yang telah diselenggarakan di Kota Makassar dan Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan merupakan batu loncatan penting dalam sejarah FSTPT. Jumlah institusi penyelenggara yang berpartisipasi dalam rangkaian kegiatan ini adalah 6 perguruan tinggi di luar Indonesia (Hiroshima University, Universiti Teknologi Malaysia, Kyushu University, National Taiwan Ocean University, Kyushu Institute of Technology and University Tun Hussein Onnn), Masyarakat Transportasi Indonesia dan 11 perguruan tinggi Indonesia (Universitas Hasanudin, Univeritas Negeri Makassar, Universitas Islam Negeri Alauddin, Universitas Muslim Indonesia, Universitas Bosowa, Universitas Fajar, Universitas Atma Jaya Makassar, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Universitas Teknologi Sulawesi, Universitas Muhammadiyah Pare-Pare and Politeknik Negeri Ujung Pandang).

Pada tahun 2018 ini, organisasi kita akan berusia 20 tahun. Kita perlu untuk mendorong diri kita yang terdiri atas lebih dari 120 institusi anggota untuk lebih matang, sehat dan berkelanjutan. Akhirnya saya ingin menyampaikan rasa terimakasih saya terhadap semua pihak yang telah berpartisipasi dalam menyiapkan prosiding ini, khususnya Dr. Eng. Isran Ramli. Semoga Yang Maha Kuasa senantiasa memberkati anda semua.

Jakarta, 20 Februari 2018
Ketua FSTPT 2016-2018

Prof. Dr. Leksmono Suryo Putranto

SUSUNAN KOMITE ILMIAH FSTPT

Ketua: Prof. Dr.-Ing. Ahmad Munawar (UGM Yogyakarta)

Wakil Ketua: Dr. A. Caroline Sutandi (Unpar Bandung)

Dr. Bagus Haryo Setiadji (Undip Semarang)

- Anggota:
1. Prof. Dr. Siti Malkhamah (UGM Yogyakarta)
 2. Prof. Dr. Erika Buchari (Unsri Palembang)
 3. Prof. Dr. Ade Sjafruddin (ITB Bandung)
 4. Prof. Dr. Budi Hartanto Susilo (UK Maranatha Bandung)
 5. Prof. Dr. I Nyoman Arya Thananaya (Unud Denpasar)
 6. Prof. Dr. Putu Alit Suthanaya (Unud Denpasar)
 7. Prof. Dr. Bambang Haryadi (Unnes Semarang)
 8. Prof. Dr. Sakti Adji Adisasmata (Unhas Makassar)
 9. Dr. Achmad Wicaksono (UB Malang)
 10. Dr. Ludfi Djakfar (UB Malang)
 11. Dr.Eng. Syafi'i (UNS Surakarta)
 12. Dr. Jachrizal Soemabrata (UI Jakarta)
 13. Dr. Muhammad Isya (Unsyiah Banda Aceh)
 14. Dr. Sofyan Saleh (Unsyiah Banda Aceh)
 15. Dr. Didin Kusdian (Univ. Sangga Buana Bandung)
 16. Dr. Purnawan (Unand Padang)
 17. Dr. Tri Basuki Joewono (Unpar Bandung)
 18. Dr. Miftahul Fauziah (UII Yogyakarta)
 19. Dr. Aine Kusumawati (ITB Bandung)
 20. Dr. Endang Wijajanti (ISTN Jakarta)
 21. Dr. Taslim Bahar (Untad Palu)
 22. Dr. Joni Arliansyah (Unsri Palembang)
 23. Dr. Hera Widyastuti (ITS Surabaya)
 24. Dr. Rahayu Sulistyorini (Unila Bandar Lampung)
 25. Dr. Dwi Prasetyanto (Ittenas Bandung)
 26. Dr. Nahry (UI Jakarta)
 27. Dr. Priyantha Wedagama (Unud Denpasar)
 28. Dr. Nurul Hidayati (UMS Surakarta)
 29. Dr. Ari Sandhyavitri (Unri Pekanbaru)
 30. Dr. Imam Muthohar (UGM Yogyakarta)
 31. Dr.Eng. M. Isran Ramli (Unhas Makassar)
 32. Dr.Eng. Muralia Hustim (Unhas Makassar)
 33. Dr. Sumarni Hamid Aly (Unhas Makassar)
 34. Dr. A.St.Chaerunnisa (Unhas Makassar)
 35. Dr.Eng. Slamet Widodo (Untan Pontianak)

36. Dr. Qadriathi Daeng Bau (UNM Makassar)
37. Dr. R. Indra Tjahjani (UP Jakarta)
38. Dr. Imam Basuki (UAJY Yogyakarta)
39. Dr. Hitapriya Suprayitno (ITS Surabaya)
40. Dr. Ervina Ahyudanari (ITS Surabaya)
41. Dr. Sony Sulaksono Wibowo (ITB Bandung)
42. Dr. Resdiansyah (Poltek Indorama Purwakarta)
43. Dr. Supratman Agus (UPI Bandung)
44. Dr. Tonny Judiantono (Unisba Bandung)
45. Dr. Yosritzal (Unand)
46. Dr. Najid (Untar Jakarta)
47. Dr. Capt. Antoni Arif Priadi (STIP Jakarta)

DAFTAR ISI

Kata Pengantar Ketua Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi	iii
Susunan Komite Ilmiah FSTPT	iv
DAFTAR ISI	vi
TOPIK 1. <i>Recent technology in transportation system and infrastructures</i>	1
001 <i>Aeromovel</i> Alternatif Moda Transportasi Umum Perkotaan Indonesia Ibnu Fauzi, Okkie Putriani	2
002 Desain Sistem Informasi Penutupan Kaca Jendela Mobil Berbasis Mikrokontroler (Studi Kasus Mobil Toyota Agya Tipe E) Singgih Laksana, Dahlan Tony Wijaya, Casmal, Masayu Sylvi Ersamaulia, Yusuf Khamdani, Setya Wijayanta	12
003 Kajian Awal Penerapan Metro Kapsul di Kawasan Perkotaan Yogyakarta Okkie Putriani, Ibnu Fauzi	21
004 Mudah Mudik dengan Maps Alia Rizki Fauziah, Firda Fitri Fatimah, Maria Chrisnatalia	31
005 Pemanasan Agregat dan Bahan Peremaja sebagai Upaya Meningkatkan Mutu Campuran Lasbutag Mikro H. Hudan Rahmani, Eka Purnamasari, Robiatul Adawiyah	40
006 Penggunaan Asbuton Semi Ekstraksi BNA Blend 75/25 dan Asbuton Butir BGA Tipe 20/25 dalam Campuran Aspal Panas Lapis Aus (ACWC) Diya Eka Wicaksana, Latif Budi Suparma, Andreas Triwiyono	50
007 Perbedaan Kepuasan Pelanggan antara Dua Perusahaan Ojek Nur Rasaiana Putri, Hendro Prabowo	60
008 Silatolsewa (Sistem Informasi Layanan Tol Se-Jawa) Berbasis Android Anggita Shafira Tefianti, Annisa Nur Arivin, Agus Budi	64
009 Permodelan Mikrosimulasi Lalu Lintas Heterogen pada Simpang Empat Tak Sebidang dimana Terdapat Simpang Tiga Bersinyal Marissa Ulfah, Sumarni Hamid Aly, M. Isran Ramli	74
010 Aplikasi Star Rating untuk Menilai Keselamatan Jalan Kolektor yang Berkeselamatan Berbasis Web Annisa Nindya Putri, Arif Budiman, Bambang Istiyanto	84
TOPIK 2. <i>Land use and transportation sustainability</i>	93
011 Analisis Dampak Lalu Lintas Akibat Perilaku Pengemudi pada Tata Guna Lahan di Ruas Aldes Sam Bera, Erika Buchori, Joni Arliansyah	95

012	Analisis Lokasi Potensial Pengembangan Kawasan Berorientasi Transit untuk Penentuan Rute Utama Angkutan Umum Massal di Kota Pangkalan Bun Tira Puspitasari, Okto R. Manullang	105
013	Analisis Perencanaan Penyediaan Lajur Khusus Sepeda di Kota Tegal dengan Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) Riandy Sholeh Setiawan, Annisatun Izza Mustafa, Pipit Rusmandani	115
014	Identifikasi Kebutuhan Pelayanan Transportasi Perdesaan berdasarkan Karakteristik Perkembangan Desa di Sepanjang Koridor Jalan Kopo – Ciwidey Muhammad Ihsan P.S, Rubiyana Septian, Annesya	125
015	Kajian Penggunaan Lahan Parkir Roda Empat Non Komersial disekitar Pemukiman Padat Juang akbardin, Agus Supratman, Abdul Haries Irianto	135
016	Karakteristik Spasial Lokasi Minimarket di Kota Makassar Alfa Mart- Alfamidi dan Indomaret Syafruddin Rauf	144
017	Kinerja Ruas Jalan pada Koridor Sisingamangaraja-Moh. Yamin-Dewi Sartika Siti Nurfajrina JP, Jurair Patunrangi, Muhammad Kasan	154
018	Peran Sistem Informasi Geografis pada Penentuan Prioritas Lahan dalam Perencanaan Alternatif Koridor Jalan di Kabupaten Bondowoso Nain Dhaniarti Raharjo, Rinto Sasongko	164
019	Tingkat Pemanfaatan dan Aksesibilitas Kawasan Industri Bawen – Pringapus terhadap Jalan Tol Semarang – Solo Catherine Wahyu Ning Widhiastuti, Danang Parikesit	174
020	Pemetaan Perjalanan Berbelanja di Kota Bandung menggunakan Bantuan Sistem Informasi Geografi Prayoga Luthfil Hadi, Tri Basuki Joewono	182
	TOPIK 3. Social and environmental aspects of transportation	190
021	Analisis Kebisingan Lalu Lintas pada Lingkungan Jalan Utama-Komersial dengan Model ASJ-RTN 2008 Ariyanty Kusmawaty R. Mahmud, Sakti Adji Adisasmita, Muralia Hustim,	191
022	Analisis Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa Dalam Mereduksi Emisi Co2 Kendaraan Bermotor Mir'ah Tamrin, Sumarni Hamid Aly, Rita Irmawaty	201
023	Analisis Persepsi Pejalan Kaki di Akhir Perjalanan Harian Andyka Kusuma, Dryan Ghazian Arisyi, Tri Tjahjono	211

024	Aplikasi Model ASJ-RTN 2008 pada Lalu Lintas Heterogen untuk Tipe Jalan 4/2 UD Andi Iin Nindy Karlinda Kadir, Muralia Hustim, Rita Irmawaty	221
025	Aplikasi Pintar Zoss untuk Meningkatkan Pemahaman Keselamatan Lalu Lintas pada Siswa Sekolah Dasar I Dewa Gede Tantara Tesa Putra, Nur Asqi Millati, Wahyuning Wulan Agustina, Yan El Rizal U. D.	229
026	Estimasi Sebaran Emisi Lalu Lintas Berbasis Model Caline-4 pada Lingkungan Jalan Tipe 8/2D di Makassar Fakhrizal Muchtar, Muhammad Isran Ramli	238
027	Evaluasi Kualitas Pelayanan Sistem Informasi pada Angkutan Umum Siti Rahma, R. Sony Sulaksono Wibowo, Widyarini Weningtyas	248
028	Kebutuhan Pemetaan Kembali Topik Riset Transportasi untuk Indonesia R. Didin Kusdian	258
029	Pengaruh Arah Angin pada Kepadatan Lalu Lintas terhadap Beban Emisi Kendaraan Bermotor dan Konsentrasi Gas SO ₂ di Kawasan <i>Roadside</i> Kota Padang Vera Surtia Bachtiar, Purnawan, Reri Afrianita, Dittia Rahma	369
030	Pengaruh Komposisi Kendaraan Bermotor terhadap Besaran Emisi di Kota Yogyakarta Saduddin, Dewanti, Jan Prabowo Harmanto	279
031	Polusi Udara Dalam Ruang pada Kendaraan Bus yang Menggunakan AC Iksiroh El Husna, Yan El Rizal Unzilattirrizqi Dewantoro, Yudi Karyanto, Henna R Sunoko	289
032	Preferensi Masyarakat terhadap Penggunaan Light Rail Transit dan Bus Damri di Kota Bandung Dwi Prasetyanto, Imam Aschuri, Angga Prayoga	294
033	Studi Persepsi Pengguna Mobil Menggunakan Angkutan Umum Massal di Kota Mandiri Brian Ivan Cusyanto, Fredy Jhon Philip.S, Veronica Anastasia Melany Kaihatu	303
034	Tingkat Kesesuaian Pelayanan Bus Kecil (Paratransit) Jabodetabek dengan Standar Pelayanan Minimal Andyka Kusuma, Rahmi Puspita Sari, Yola Pratiwi, Abraham Michael Rantung, Tuesta Refaningati	313
035	Ukuran Tingkat Perilaku <i>Smartdriving</i> pada Pengemudi Angkutan Umum Berdasarkan Persepsi Penumpang Ali Mushoffan, Aditya Haris Setyawan	320
036	Revisi : Karakteristik Spasial Lokasi Minimarket di Kota Makassar : Alfa Mart-Alfamidi dan Indomaret Syafuruddin Rauf	329

TOPIK 4. <i>Transportation safety and emergency response</i>	339
037 Analisis Keselamatan Lalu Lintas pada Siswa Sekolah Dasar (SDN Karuwisi II Kota Makassar) Andi Lukmana K., Muhammad Isran Ramli, Muralia Hustim	340
038 Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan pada Jalan Tol Cipularang Km 90-100 Yusuf Arya Pratama, Martha Leni Siregar, Alan Marino	350
039 Dampak Banjir terhadap Infrastruktur di Kabupaten Wajo Berbasis Data Citra Modis NRT Syafruddin Rauf, A. Faisal Aboe, Herna Wahyun	359
040 Evaluasi Implementasi Zona Selamat Sekolah pada Sekolah Dasar di Kota Makassar Andi Lukmana K, Sumarni Hamid Aly, Muhammad Isran Ramli	369
041 Identifikasi <i>Black Spot</i> pada Jalan Perkotaan (Studi Kasus Jalan Dr Saharjo - Tebet) Robby Yudo Purnomo, Silvanus Nohan Rudrokasworo, Tri Tjahjono	378
042 Identifikasi <i>Blackspot Treatment</i> Jalan Raya Bogor Km 17 sampai dengan Km 29 Kota Depok Yodya Yola Pratiwi, Dwi Setiyadi Sudrajat, Haris Rinaldy	387
043 Identifikasi Faktor Pemicu Persepsi dan Sikap Toleran Pengendara terhadap Risiko Kecelakaan Don Gaspar Noesaku da Costa, Siti Malkhamah, Latif Budi Suparma	398
044 Inspeksi Keselamatan Dian M Setiawan, Lingga Ardhi Rezki, Noor Mahmudah	408
045 Kajian Faktor Manusia Sebagai Penyebab Kecelakaan Lalulintas Menggunakan Metode <i>Cut-Off</i> dan <i>Analytical Hierarchy Process</i> Dwi Prasetyanto, Indra Noer Hamdhan, Sofyan Triana, Rinaldhy Bagus Rajasa	420
046 Model Pemilihan Moda pada saat Terjadi Gempa yang Berpotensi Tsunami di Kota Padang Purnawan, Handayani Puspita Sari	430
047 Pengaruh Berbincang dengan Penumpang terhadap <i>Hazard Perception</i> Pengemudi Mobil Usia Muda Naballa Hurin Dhiba, Sunu Bagaskara	440
048 Pengaruh <i>Feedback</i> terhadap <i>Hazard Perception</i> Pengendara Motor Berusia Muda Alfy Amaliananda, Sunu Bagaskara	450
049 Rancang Bangun Aplikasi <i>Emergency Response Application</i> (E.R.A) Berbasis Android dalam Peningkatan Tanggap Darurat Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus Kabupaten Tulungagung) Muhammad Arief Kurniawan, Prila Asih Pratiwi	459

TOPIK 5. Design and stucture analysis for transportation infrastructures	469
050 Analisis Lebar Efektif Selasar Pejalan Kaki Abdurrahman, Ruliana Febrianty, Muhammad Gunawan Perdana	470
051 Analisis <i>Rigid Pavement</i> dengan Metode <i>Finite Element</i> Wahyu Budhi Utomo, Bambang Suhendro	480
052 Desain Tertib Berlalu Lintas pada Pelintasan Sebidang Berpalang Yulianggi Trisya, I Dewa Gede Tantara Tesa Putra, Yan El Rizal U D	490
053 Identifikasi Awal Wilayah Pengaruh KA Komuter di Kota Surabaya dengan Menggunakan Sepeda Motor Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno	498
054 Kajian Pemberlakuan Sistem Satu Arah guna Meningkatkan Kinerja Ruas Jalan Muhammad Corlang Nugraha Brata	508
055 Pengembangan Prasarana TPKPU di Wilayah Perkotaan Ciamis Rikrik Jami Tarikat, Rachmat Sadili, Bardi	518
056 Potensi Penggunaan <i>Spent Catalyst</i> sebagai Pengganti <i>Filler</i> pada Campuran <i>Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)</i> Dwi Cahyo Wicaksono, Latif Budi Suparma	528
057 Analisis Lapis Pondasi Jalan dengan Menggunakan Campuran Tanah Kapur dengan Semen pada Jalan Provinsi di Kabupaten Manokwari Heribertus Heddy Wiryawan, Latif Budi Suparma	537
TOPIK 6. Traffic engineering and management	546
058 Analisis Dampak Lalu Lintas akibat Pembangunan Hotel Ibis Yogyakarta dengan Pendekatan <i>Four Step Model</i> Muchlisin, Trendy Amarena Sigit	547
059 Analisis Hubungan Volume Kecepatan dan Kepadatan Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta Segmen Fatmawati - Cilandak pada Pagi Hari Hyka Putra Pratama, Endang Widjajanti	558
060 Analisis Kebutuhan Pejalan Kaki dan Pesepeda Wilda Israita, I Made Suraharta, Aryanti Fitriainingsih	568
061 Analisis Kinerja Rencana Simpang Susun Fadilah Arsyad Danu Miharja, Ferry Rusgiyanto, Hanafi, Ronni Ibnu Sabil Rono Hadinagoro	580
062 Analisis Konflik Lalu Lintas pada Simpang Tak Bersinyal Muhammad Reza Artha Nugraha, Assabib Sibyan, Santika Yuliana Margiani, Naomi Srie Kusumastutie	590
063 Analisis Lalu Lintas Rencana Akses Tol Marga Asih pada Jalan Tol Soreang – Pasir Koja Haryati Lenggangsari Kusumah, Irfiani Hanifa, Ferry Rusgiyanto, Ronni Ibnu Sabil Rono Hadinagoro	600

064	Analisis Perbandingan <i>Critical Gap</i> pada <i>U-Turn</i> dengan beberapa Variasi Metode Arry Swanto HDS Simanjuntak, Medis Sejahtera Surbakti	610
065	Analisis Tingkat Keselamatan Penyeberang Jalan pada Ruas Jalan Kolonel Sugiono Asri Islamiyati, Febrina Rachmatika Andini, Benediktus Agung Karsono, Naomi Srie Kusumastutie	620
066	Efektivitas Tambang Kapal sebagai Perangkat <i>Traffic Calming</i> Penurun Konflik Merging pada <i>Uncontrolled Intersection</i> Rahmadhani Nuraini, Nafira Rizqi Anjarningtiyas, Diajeng Ayu Dewi Prito, Pipit Rusmandani	630
067	Evaluasi Jalur Sepeda di Jalan Arief Rahman Hakim Kota Malang Dwi Ratnaningsih	638
068	Evaluasi Kinerja dan Koordinasi Simpang di Kawasan Perkotaan Kabupaten Cianjur Lely Sadijah Tamba, I Made Arka Hermawan, Siti Umiyati,	646
069	Evaluasi Penggunaan Manual Kapasitas Ratnasari Ramlan, Achmad Munawar, M. Zudhy Irawan	655
070	Faktor yang Menentukan Pengguna Memilih Jenis Layanan Bus Rute Makasar Tana Toraja J.Dwijoko Ansusanto, Citrawanodya	663
071	Kajian Masa Konstruksi Rekayasa Lalu Lintas Underpass Mampang dan Kuningan A R Indra Tjahjani, Suharso	673
072	Kajian Penerapan <i>Electronic Road Pricing</i> (ERP) Anugerah Fasikhullisan, Surya Sekarmaji, Singgih Laksana, Agus Sahri	681
073	Model Penilaian Kinerja Fasilitas Parkir Kendaraan di Bandar Udara Supadio Mohamad Isram M. Ain, Dewanti	691
074	Model Simulasi Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal dengan Program Vissim Awaludin Jamin, Ahmad Munawar	702
075	Pengaruh Aktivitas Swalayan Grand Hero terhadap Kinerja Ruas Jalan Basuki Rahmat Kota Palu Muhammad Kasan, Anas Tahir	712
076	Pengaruh Hambatan Samping terhadap Kapasitas Jalan Wolter Monginsidi Kota Palu Anas Tahir, Muh. Kasan	724
077	Pengaruh Proporsi Sepeda Motor terhadap Nilai Ekuivalen Sepeda Motor Arus Lalu Lintas Campuran pada Ruas Jalan Tipe Terbagi di Makassar Aisyah Zakaria, Muhammad Isran Ramli	734
078	Studi Koordinasi Simpang Bersinyal Muhammad Zainul Arifin, Ari Widya Permana, Hendi Bowoputro	741

TOPIK 7. Operation and maintenance of transportation systems and infrastructures	751
079 Analisis Kondisi Infrastruktur Jalan Tol Palimanan-Kanci Cirebon Berdasarkan Standar Pelayanan Minimum Jalan Tol untuk Menentukan Prioritas Perbaikan dan Pemeliharaan Muhammad Nasruddin, Nursyamsu Hidayat, Suwardo	752
080 Analisis Peningkatan Kapasitas Kereta melalui Perubahan Perjalanan Kereta Bogor - Manggarai dengan Metode Penambahan Pergerakan Kereta Langsung Tanpa Pemberhentian Nicklaus Widjanarko, Jachrizal Sumabrata	759
081 Analisis Tundaan KRL Jabodetabek Akibat Antrian Kereta di Stasiun Manggarai Theresia Febrienne L. Tobing, Ir. Ellen S.W. Tangkudung, M.Sc	767
082 Evaluasi Kinerja Layanan Angkutan Pengumpan dalam Kota (<i>City Feeder</i>) Bus Transjakarta Rute Lebak Bulus – Senen Adnan Kusuma Putra, Ellen S.W. Tangkudung	776
083 Kajian Kebutuhan Moda Transportasi Umum pada Kawasan Hunian Menengah ke atas di Jabodetabek Yodya Yola Pratiwi, Donny Cleo Patra Pakpahan, Rinaldi Dwiyanto, Rizki Herdian, Vinensia Meisclin Nanlohy	786
084 Kajian Pengembangan Penyelenggaraan Pelabuhan Branta, Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur M. Asad Abdurrahman	795
085 Optimalisasi Kerjasama Pemanfaatan Aset dalam Pembiayaan Operasional dan Pemeliharaan Stasiun Palmerah Dian Perwitasari, Herawati Zetha Rahman, Jade Sjafrecia Petroceany, Azaria Andreas	806
086 Perbaikan Kinerja Bus Trans Jabodetabek Rute S21 dari Ciputat sampai Tosari Bundaran HI Catharina Widyadayinta, Ellen Sophie Wulan Tangkudung	817
087 Perbandingan Penilaian Kualitas Pelayanan Bus Trans Bandung Raya dan Bus Trans Metro Bandung Esty Herdiani, Tri Basuki Joewono	827
088 Potensi Pengguna <i>Park and Ride</i> sebagai Pendukung Rencana Pengembangan Transportasi Massal Kota Surabaya Muhammad Hadid, Wahyu Herijanto	837
089 Studi Pemilihan Moda Angkutan Umum untuk Pengguna Angkutan Kota di Kota Makassar berdasarkan Perubahan Variabel Biaya Perjalanan Syahlendra, M. Isran Ramli	846
090 Analisis Pembebanan Lalu Lintas terhadap Pengembangan Jaringan Jalan di Kawasan Perkotaan Mamminasata Berbasis Program Emme M. Reza Hasrul, Muhammad Isran Ramli, Mubassirang Pasra	854

091	Penilaian Kinerja Perkerasan Jalan dan Program Penanganan (Studi Kasus : Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua) Made Budi Purnama Putra, Latif Budi Suparma	864
092	Investigasi Kondisi Sistem Angkutan Umum Antar Kota di Wilayah Sorong Muhammad Isran Ramli, Sumarni Hamid Aly, Sutikno	872
TOPIK 8. Economics and finance in transportation		879
093	Kelayakan Finansial Rencana Pembangunan Kereta Api Surabaya – Bandara Juanda Herman, Prayoga Luthfil Hadi	880
094	Program Dinamis Perhitungan Biaya Pengumpulan Sampah Burhamtoro	890
095	Studi Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay (WTP) Angkutan KA Perkotaan dan Antarkota di Pulau Sumatra Djoko Setijowarno, Rudatin Ruktiningsih, Anastasia Yulianti, Ardi Pradana	901
096	Kajian Pembiayaan Infrastruktur Transportasi dengan Penggunaan Dana Zakat Maal dan Zakat Profesi di Provinsi Sulawesi Selatan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Mustafa Dg Bunga - Muttalib Dg Narang Sulawesi Selatan) Mursalim, Sakti Adji Adisasmita, Rusdi Usman Latief, Suharman Hamzah	913
097	Operating Losses Atr-72 And B-737-800 Due To Taxi Holding Position In The Haluoleo Kendari Airport Nining Idyaningsih.	926
TOPIK 9. Freights and logistics		933
098	Analisis Rantai Distribusi Semen Saptadhi Sampurno, Imam Muthohar	934
099	Investigasi Potensi Besar Produksi Logistik di Kota Makassar Indriaty Wulansari, Muhammad Isran Ramli, Sumarni Hamid Aly	944
100	Kinerja Terminal Petikemas dalam Mendukung Kelancaran Transportasi Logistik Nasional Andi Hidayat Rizal, Harnen Sulistio, Achmad Wicaksono, Ludfi Djakfar	954
101	Optimasi Pembiayaan Transportasi Laut Kontainer di Kawasan Timur Indonesia Syarifuddin Ishak, Taslim Bahar	964
102	Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Domestik Kabupaten Kudus Menggunakan <i>Vehicle Routing Problem</i> Dessy Intan Sari, I Made Suraharta, Dessy Angga A	974
103	Karakteristik Spatial Emisi CO ₂ Angkutan Barang Perkotaan Joewono Soemarjito, Dewanti, Saduddin	985

TOPIK 10. <i>Transportation policy, regulation, and management</i>	995
104 Analisa Kelayakan Tarif Angkutan Umum Kota Jayapura Erna Margaretha Bosawer, Sumarni Hamid Aly, Muhammad Isran Ramli	996
105 Analisis Awal Permasalahan Transportasi Udara dan Arah Pengembangan Bandara di Indonesia Tri Sefrus, Sigit Priyanto, Dewanti, Muhammad Zudhy Irawan	1005
106 Analisis Waktu Tempuh Perjalanan Wisatawan Mancanegara di Destinasi Putu Hermawati, Sakti Adji Adisasmita, Muhammad Isran Ramli, Sumarni Hamid	1013
107 Evaluasi Kebijakan Pengelolaan Arien Setyadi, Dewanti	1025
108 Kinerja Operasional dan Pelayanan Angkutan Umum Massal Muhammad Zainul Arifin, Andri Kurniawan, Agus Dwi Wicaksono	1035
109 Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Taksi (Konvensional dan <i>Online</i>) di Jakarta dengan Pendekatan Discrete Choice M Vikry M Septiansyah, Kevin Jorgi Airlangga, Febby Fadillah Akbar, Dwi Novi Wulansari	1045
110 Pengembangan Metoda Survey dan Investigasi Subsidi Angkutan Barang Daerah 3T Tonny Judiantono, Dadan Mukhsin	1053
111 Penilaian Kinerja alternatif Rencana Kebijakan Transportasi Massal Jabodetabek dengan Menggunakan Pendekatan Rudi Sugiono Suyono	1065
112 Analisis Pola dan Estimasi Pergerakan Barang Berbasis Peti Kemas di Kota Jayapura Kain Meokbun, Muhammad Isran Ramli, Mubassirang Pasra	1084
113 Analisis Standar Pelayanan Minimum Transjakarta Berdasarkan Observasi dan Persepsi Penumpang Najid	1093
114 Logistik Perkotaan dalam Pengembangan Kota: Kajian Literatur dan Kerangka Penelitian S. Kamran Aksa, Sakti Adji Adisasmita, Muh. Isran Ramli, Sumarni Hamid Aly	1102
115 Pendekatan Model Dinamika Sistem dalam Optimasi Pengoperasian Angkutan Kota Juliana Fisaini, Ade Sjafruddin, Sony S. Wibowo,	1112

TOPIK 11. <i>Transportation geotechnics and materials for sustainable infrastructure</i>	1122
116 Analisa Campuran Beraspal Lapis Pengikat (AC-BC) dengan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Dan agregat steel Slag Rindu Twidi Bethary, Bambang Sugeng Subagio, Harmein Rahman	1123
117 Analisa Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Bottom Ash Daud Nawir, Muhammad Djaya Bakri, Iif Ahmad Syarif	1133
118 Analisa Waktu Tunggu Minimum Laburan Prime Coat Emulsi Tipe CSS-1 pada Lapis Pondasi Atas Muhammad Syarif Wibowo, Joni Arliansyah, Erika Buchari	1142
119 Analisis Indeks Penetrasi Aspal dengan Penambahan Asbuton Murni Eva Wahyu Indriyati	1152
120 Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-BC) dengan Penambahan Serpih Sampah Plastik Achmad Zultan Mansur	1160
121 Pengaruh Aspal Modifikasi Menggunakan Briket Asbuton Semi Ekstraksi terhadap Reologi Aspal Leo Sentosa, Bambang Sugeng Subagio, Harmein Rahman, R. Anwar Yamin	1170
122 Pengaruh Lawele Granular Asphalt terhadap Kuat Tarik Tidak Langsung Campuran Asphalt Beton Abdul Gaus, Chairul Anwar, Muh. Anshar Amrin	1181
123 Pengaruh Penambahan Variasi Polyurethane terhadap Peningkatan Karakteristik Campuran Aspal Berpori Amelia Makmur, Setyabudi, Anggi Debrinda Rama, Rendih, Jhon Gayus Mangalla, Widsri Lai Lai P	1191
124 Pengaruh Variasi Suhu Pematatan terhadap Campuran <i>Hot Rolled Sheet-Base</i> (HRS-Base) Wahyu Azhari, Desriantomy, Zainal Aqli	1201
125 Pengembangan Kemampuan Bahan Perkerasan untuk Mengantisipasi Pengurangan Kinerja Jalan Akibat Beban Berlebih Eva Azhra Latifa, Aida Guswan Hamid	1211
126 Perendaman Modifikasi pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course dengan Limbah Plastik HDPE sebagai Agregat Pengganti Anissa Noor Tajudin, Latif Budi Suparma	1221
127 Potensi Bioaspal pada Bahan Daur Ulang Aspal (RAP) dan Campuran Beraspal Hangat (WMA) Atmy Verani Rouly Sihombing, Bambang Sugeng Subagio, Eri Susanto Hariyadi	1231

128	Pengembangan Pengujian Kuat Tekan Bebas untuk Mengukur Ketahanan Air pada Campuran Beton Aspal Arief Setiawan	1240
	TOPIK 12. Marine and river transportation	1251
129	Analisis Karakteristik Pola Pergerakan Penumpang Ferry di Wilayah Kepulauan Andi Kumalawati, Harnen Sulistio, Ludfi Djakfar, Achmad Wicaksono	1252
130	Koreksi Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar yang melalui <i>Flowmeter</i> di Kapal Berdasarkan Tabel ASTM-IP Nafi Almuzani, Imam Fahruddin, Soleh Uddin, Bambang Wahyudi	1262
131	Studi Kapasitas Terminal Peti Kemas dan Kinerja Pelayanan pada Pelabuhan Di Perbatasan Utara Indonesia Daud Nawir	1271

PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI *POLYURETHANE* TERHADAP PENINGKATAN KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BERPORI

Amelia Makmur
Dosen Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
ameliamakmur@gmail.com

Setyabudi
Dosen Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
setyabudi@ukrida.ac.id

Rendih
Mahasiswa Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
rendih.2014ts007@civitas.ukrida.ac.id

Anggi Debrinda Rama
Mahasiswa Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
anggi.2014ts019@civitas.ukrida.ac.id

Jhon Gayus Mangalla
Mahasiswa Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
jhon.2014ts027@civitas.ukrida.ac.id

Widsri Lai Lai P
Mahasiswa Teknik Sipil
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Kristen Krida Wacana
widsri.2015ts020@civitas.ukrida.ac.id

Abstract

The Rapid infrastructure growth in urban areas, leaves problem on surface water runoff. It needs green open space besides porous pavement which can drained water such as porous asphalt. To do a mixed design for porous asphalt is not easy, the asphalt mixture needs additional substances to improve its stability. Addition of the Polyurethane has affected to porous asphalt mixture. Polyurethane consists to Isocyanate and Polyol. The aims of this research is to find which chemical substance has more affected than others on Polyurethane as an additional material on porous asphalt mixture to increase the stability. In this research are using Marshall method for stability testing, and Darcy's law principle for permeability values. The results show that the addition of Isocyanate gave more effect than Polyol to the Polyurethane mixture regarding to the stability value of porous asphalt. With maximum Polyurethane content of 15% will provide 750.8 kg for stability value and permeability coefficient of 0.326 cm/s.

Keywords: porous asphalt, stability, permeability, Polyurethane, Isocyanate, Polyol.

Abstrak

Pertumbuhan infrastruktur yang cepat khususnya di daerah perkotaan meninggalkan salah satu dampak terhadap limpasan air permukaan. Sehingga dibutuhkan banyak lahan terbuka dan lapis perkerasan yang dapat mengalirkan air, atau yang dikenal dengan perkerasan berpori. Salah satu perkerasan berpori adalah aspal berpori. Merencanakan campuran aspal berpori yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan tidaklah mudah, dibutuhkan zat tambahan untuk meningkatkan stabilitas campuran. Penambahan zat *Polyurethane* (*Isocyanate* dan *Polyol*) dapat memberikan pengaruh lebih besar untuk kinerja campuran aspal berpori, namun di antara kedua zat itu belum diketahui zat mana yang lebih berpengaruh dalam peningkatan stabilitas campuran aspal. Untuk itulah penelitian ini dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode Marshall untuk pengujian campuran, dan prinsip hukum Darcy bagi nilai permeabilitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan zat *Isocyanate* memberikan pengaruh lebih besar (lebih baik) dibanding penambahan zat *Polyol* pada campuran *Polyurethane*. Untuk kadar *Polyurethane* maksimal sebesar 15% menghasilkan nilai stabilitas 750,8 kg dengan koefisien permeabilitas 0,326 cm/detik.

Kata Kunci: aspal berpori, stabilitas, permeabilitas, *Polyurethane*, *Isocyanate*, *Polyol*.

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan yang banyak dipakai untuk sarana jalan adalah aspal beton. Perkerasan tersebut memiliki gradasi yang rapat sehingga kinerjanya sangat baik dari segi stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang ada. Namun, perkerasan dengan gradasi rapat ini sulit untuk menyerap air sehingga sering terjadi genangan air di atasnya ketika terjadi hujan. Genangan air tersebut memiliki pengaruh besar terhadap kerusakan lapisan permukaan jalan berupa lubang, bergelombang, retak-retak dan pelepasan butiran perkerasan. Sebuah cara untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan lapis aspal berpori. Aspal berpori adalah lapis perkerasan jalan dengan ukuran agregat halus/ berpasir yang sedikit sehingga memiliki pori lebih besar dibandingkan dengan perkerasan aspal normal yang bergradasi rapat. Adanya jumlah pori yang lebih besar memungkinkan untuk mengalirkan air ke lapisan bawah. Alternatif ini sekaligus menjadi solusi untuk mencegah terjadinya banjir ketika terjadi hujan terus-menerus.

Penelitian terdahulu mengenai penggunaan *Polyurethane* pada aspal berpori menggunakan variasi campuran antara *Isocyanate* dan *Polyol* sebesar 50% : 50%. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh nilai stabilitas maksimum sebesar 663,409 kg dengan nilai porositas sebesar 21,54% dan koefisien permeabilitas 0,156 cm/detik (Gunaran dan Makmur, 2016). Berdasarkan referensi tersebut, maka penelitian mengenai pengaruh *Polyurethane* untuk aspal berpori dilanjutkan dengan mengubah variasi campuran yang digunakan menjadi dua, yaitu *Isocyanate* lebih besar daripada *Polyol* dengan rasio 75% : 25% dan sebaliknya *Polyol* lebih besar daripada *Isocyanate* dengan rasio 75% : 25%.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui zat yang memberi pengaruh lebih besar dalam peningkatan kinerja aspal berpori antara *Isocyanate* dan *Polyol* dalam campuran *Polyurethane*. Sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja campuran aspal berpori yang selanjutnya diaplikasikan ke lalu lintas sedang seperti lahan parkir dan jalan yang tidak ramai dilintasi kendaraan.

TINJAUAN PUSTAKA

Aspal Berpori (*Porous Asphalt*)

Aspal berpori adalah campuran aspal yang memiliki rongga atau pori lebih besar dibandingkan dengan campuran aspal beton. Ini terjadi karena campuran pada aspal berpori memiliki komposisi ukuran agregat halus/ berpasir yang sedikit, sehingga terbentuk rongga yang dapat mengalirkan air, sehingga tidak menggenangi permukaan jalan. Dengan adanya pori yang berfungsi untuk mengalirkan air melalui celah atau rongga maka nilai stabilitasnya akan lebih rendah dibanding dengan aspal beton normal. Semakin besar nilai permeabilitas aspal berpori, maka nilai stabilitasnya akan cenderung menurun akibat semakin melemahnya ikatan di antara campuran dan akan mempercepat kerusakan jalan. Adapun untuk aspal beton memiliki standar nilai stabilitas ≥ 800 kg (Bina Marga, 2010). Sedangkan pada aspal berpori ≥ 500 kg (*Australian Road Standard*, 2002). Oleh sebab itu diperlukan adanya perencanaan yang baik untuk menghasilkan komposisi campuran aspal berpori yang paling optimum.

Zat Adiktif Polimer *Polyurethane* (PU)

Polyurethane (PU) dihasilkan dari reaksi kimia pencampuran *rethane* jenis *Isocyanate* dan *rethane* jenis *Polyol*. Artinya apabila salah satu dari kedua zat tersebut belum tercampur maka belum bisa dikatakan sebagai PU. *Polyol* merupakan zat yang mengandung tiga gugus hidroksil atau *triol*. *Polyol* yang digunakan untuk pembuatan PU dibuat secara sintesis, salah satunya *polypropylene glycol* (PPG). Semakin banyak PPG yang digunakan untuk pembuatan PU maka rasio ekspansi volume dan diameter sel meningkat, serta kepadatan sel dan bulk akan menurun (Rahmawati dan Wardana, 2012). Adapun *Isocyanate* adalah komponen yang harus direaksikan dengan *Polyol* agar menghasilkan derajat *cross-linking* untuk memberikan kekakuan pada struktur molekul PU.

PU digunakan untuk proses pembuntalan (*coating*) sehingga menghasilkan lapisan selimut atau film yang keras dan kuat, tahan terhadap bahan kimia serta gesekan. Selain itu, PU juga memiliki keunggulan lain seperti untuk meredam suara, ringan, serta kaku terhadap bahan konstruksi. Keunggulan polimer PU tersebut dapat mengisi kekurangan dari sifat aspal berpori.

Kinerja Campuran Aspal Berpori

Ukuran kinerja campuran aspal berpori terdiri dari karakteristik *Marshall*, kinerja porositas, serta koefisien permeabilitasnya. Karakteristik *Marshall* terdiri dari VIM (*Void in Mixture*), stabilitas, dan *flow*. Untuk porositasnya dapat dilihat berdasarkan nilai VIM yang menunjukkan jumlah rongga dalam campuran yang dapat dilalui air. Sedangkan untuk koefisien permeabilitasnya dapat diperoleh dari pengujian berdasarkan prinsip hukum Darcy. Adapun spesifikasi untuk kinerja aspal berpori menurut *Australian road standard* (2002) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Kinerja Aspal Berpori

No.	Kinerja	Standar
1.	<i>Void in Mixture</i> (VIM)/ Porositas	10% - 30%
2.	Stabilitas	>500 kg
3.	<i>Flow</i>	2-6 mm
4.	Permeabilitas	>0,01 cm/detik

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik agregat dan aspal. Pengujian sifat fisik agregat meliputi pengujian gradasi saringan, berat jenis dan penyerapan agregat, kelekatan agregat terhadap aspal, serta keausan agregat. Sedangkan pengujian pada aspal meliputi pengujian berat jenis, penetrasi, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, serta kelekatan aspal terhadap agregat. Pengujian tersebut merujuk pada beberapa referensi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Acuan Metode Pengujian Agregat dan Aspal

No.	Acuan	Keterangan
1	SNI 03-1968-1990	Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar
2	SNI 1969:2008	Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
3	SNI 1970:2008	Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus
5	SNI 2417:2008	Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi <i>Los Angeles</i>
6	SNI 03-2439-1991	Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
7	SNI 2432:2011	Cara Uji Daktilitas Aspal
8	SNI 2433:2011	Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Alat <i>Cleveland Open Cup</i>
9	SNI 2434:2011	Cara Uji Titik Lembek dengan Alat Cincin dan Bola (<i>Ring and Ball</i>)
10	SNI 2439:2011	Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal
11	SNI 2441:2011	Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras
12	SNI 2456:2011	Cara Uji Penetrasi Aspal

Metode Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran terdiri dari perencanaan komposisi agregat, Kadar Aspal Optimum dan variasi campuran aspal berpori. Komposisi agregat yang digunakan memiliki gradasi yang telah disesuaikan dengan standar gradasi menurut *The Asphalt Institute* (1997). Adapun komposisi campuran yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Agregat yang Direncanakan

Bin	Lolos Saringan No.	Tertahan Saringan No.	Persentase
Bin 1	1/2" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	15%
Bin 2	3/8" (9,5 mm)	#4 (4,75 mm)	15%
Bin 3	#4 (4,75 mm)	#8 (2,36 mm)	40%
Bin 4	#8 (2,36 mm)	#200 (0,075 mm)	29%
Filler	#30 (0,600 mm)	Pan	1%

Kadar Aspal Optimum yang digunakan sebesar 3%, diperoleh berdasarkan pengujian campuran awal. Sedangkan untuk variasi campuran yang digunakan yaitu aspal berpori normal (tanpa tambahan *polyurethane*) serta aspal berpori dengan *Polyurethane* yang dibagi menjadi dua variasi yaitu *Isocyanate* lebih besar dari *Polyol* yang selanjutnya disebut variasi A dan *Polyol* yang lebih besar dari *Isocyanate* yang selanjutnya disebut variasi B. Variasi A yang dimaksud adalah *Polyurethane* dengan campuran *Isocyanate* sebesar 75% dan *Polyol* sebesar 25% terhadap kadar *Polyurethane*. Dan sebaliknya untuk variasi B memiliki kadar *Polyol* 75% dan *Isocyanate* 25%.

Metode Pengujian Campuran

Pengujian karakteristik campuran aspal berpori terdiri dari dua yaitu uji *Marshall* dan uji permeabilitas. Pengujian *Marshall* mengacu pada SNI 06-2489-1991 dan akan diperoleh beberapa parameter yang menunjukkan karakteristik dari campuran aspal berpori seperti

nilai VIM, stabilitas, dan *flow*. Dari ketiga parameter tersebut yang paling penting adalah nilai stabilitas yang menunjukkan kekuatan dari campuran beraspal untuk menahan beban. Nilai stabilitas diperoleh dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Stabilitas} = \text{Bacaan dial} \times \text{kalibrasi proving ring} \times \text{koreksi tinggi benda uji} \quad (1)$$

Sedangkan untuk pengujian koefisien permeabilitas mengacu pada prinsip Hukum Darcy. Koefisien permeabilitas dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$k = \frac{aL}{At} \times \left(\ln \left(\frac{h1}{h2} \right) \right) \quad (2)$$

dimana,

- k = Koefisien permeabilitas (cm/detik)
- a = Luas potongan melintang tabung (cm²)
- A = Luas potongan spesimen (cm²)
- h1 = Tinggi batas air paling atas pada tabung (cm)
- h2 = Tinggi batas air paling bawah pada tabung (cm)

HASIL PENELITIAN

Pengujian Karakteristik Agregat

Hasil pengujian agregat kasar dan halus telah memenuhi persyaratan yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3 seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

No.	Karakteristik	Persyaratan	Hasil	Keterangan
Agregat Kasar				
1	Penyerapan	maks. 3%	1,62	Memenuhi
2	Berat jenis	min. 2,5 gr/cc	2,59	Memenuhi
3	Keausan	maks. 40%	19,05%	Memenuhi
4	Kelekatan agregat terhadap aspal	min. 95%	95%	Memenuhi
Agregat Halus				
1	Penyerapan	maks. 3%	2,95%	Memenuhi
2	Berat jenis	min. 2,5 gr/cc	2,53 gr/cc	Memenuhi
Abu Batu				
1	Berat Jenis	2,5 gr/cc	2,71 gr/cc	Memenuhi

Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal curah Esso dengan hasil pengujian mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010. Berikut adalah hasil dari pengujian.

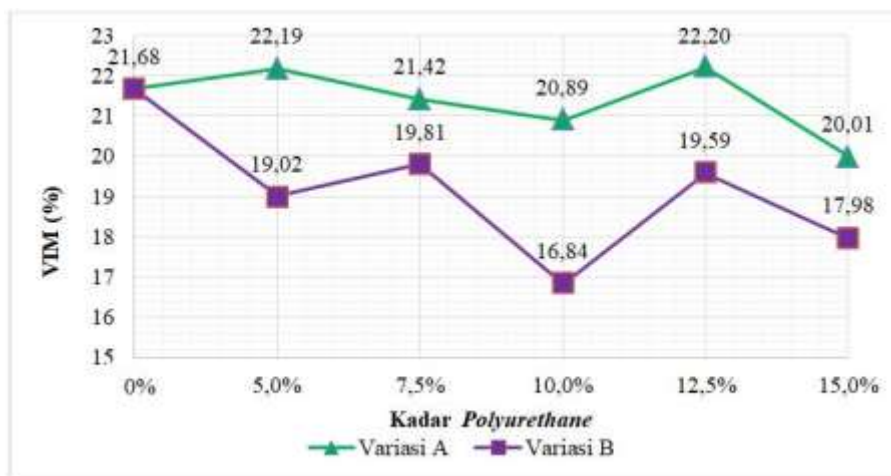
Tabel 5. Hasil Pengujian Aspal

No	Pengujian Standar	Minimum	Maksimum	Hasil	Satuan
1	Penetrasi (25°C, 5 detik, 100 gram)	60	79	68,6	0,1 mm
2	Titik lembek (Ring and Ball)	48	58	48	°C
3	Titik nyala (<i>Cleveland open cup</i>)	200	-	356	°C
4	Kelekatatan aspal terhadap agregat	95	-	98	%
5	Berat Jenis	1	-	1,05	gr/cc
6	Daktilitas pada 25°C	100	-	-	cm

Pengujian Benda Uji Aspal Berpori

Pengujian menggunakan alat *Marshall* mengacu pada SNI 06-2489-1991 tentang *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada beberapa grafik berikut.

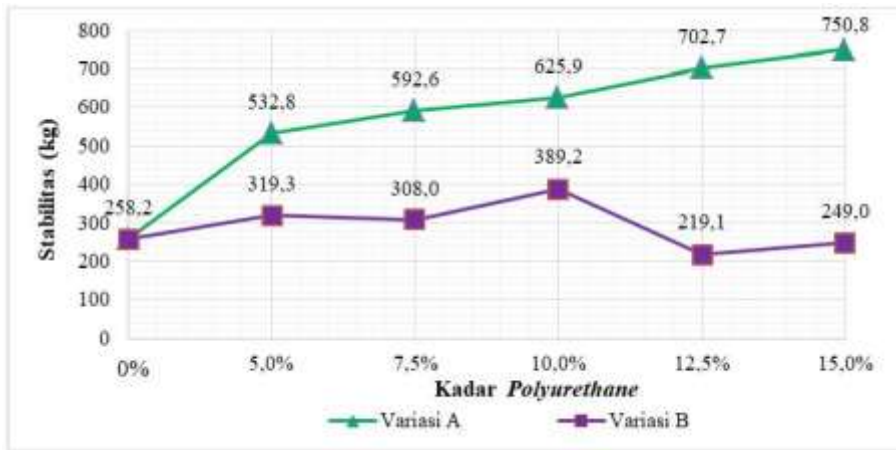
Gambar 1 merupakan nilai rongga udara atau VIM dalam campuran aspal pori untuk benda uji normal maupun campuran *Polyurethane* variasi A dan variasi B. Dari gambar menunjukkan persentase pori efektif dalam benda uji cenderung mengalami penurunan. Penurunan persentase pori tersebut diakibatkan oleh kadar *Polyurethane* yang bertambah dan bersifat mengisi rongga-rongga yang kosong. Namun semua nilai yang diperoleh masih memenuhi spesifikasi aspal berpori menurut *Australian Road Standard* (2002) yakni jumlah rongga udara/ nilai porositas harus berada pada rentang 15%-30%.



Gambar 1. Nilai VIM dalam Campuran Aspal Pori

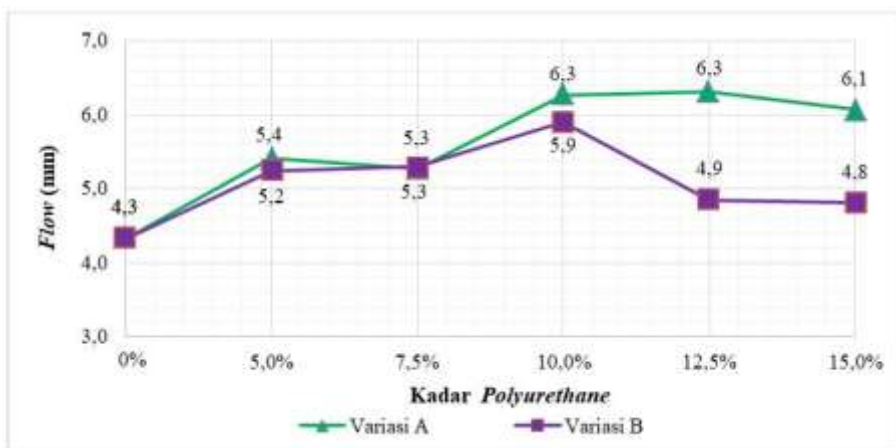
Gambar 2 menunjukkan bahwa untuk campuran *Polyurethane* variasi A memiliki nilai stabilitas yang semakin meningkat seiring semakin banyaknya kadar *Polyurethane* yang digunakan. Kenaikan nilai stabilitas tersebut disebabkan oleh sifat zat *Isocyanate* dalam jumlah yang lebih banyak dapat meningkatkan daya ikat antara aspal dan agregat yang kemudian membuat semakin kakunya campuran. Semakin kakunya campuran tersebut memberi pengaruh besar terhadap naiknya nilai stabilitas. Kenaikan stabilitas pada variasi A diprediksi masih akan naik apabila kadar *Polyurethane* ditambah. Sedangkan untuk campuran *Polyurethane* variasi B menunjukkan grafik yang nilai stabilitasnya cenderung naik dari kadar 0% hingga kadar 10%, tetapi mengalami penurunan yang signifikan pada

kadar 12,5% dan kemudian naik lagi pada kadar 15%. Ditinjau secara keseluruhan kecenderungan grafik variasi B tersebut mengalami penurunan. Penurunan dapat terjadi akibat sifat zat *Polyol* dalam jumlah banyak dibanding zat *Isocyanate* akan mengurangi kepadatan campuran yang kemudian berpengaruh terhadap turunnya nilai stabilitas.



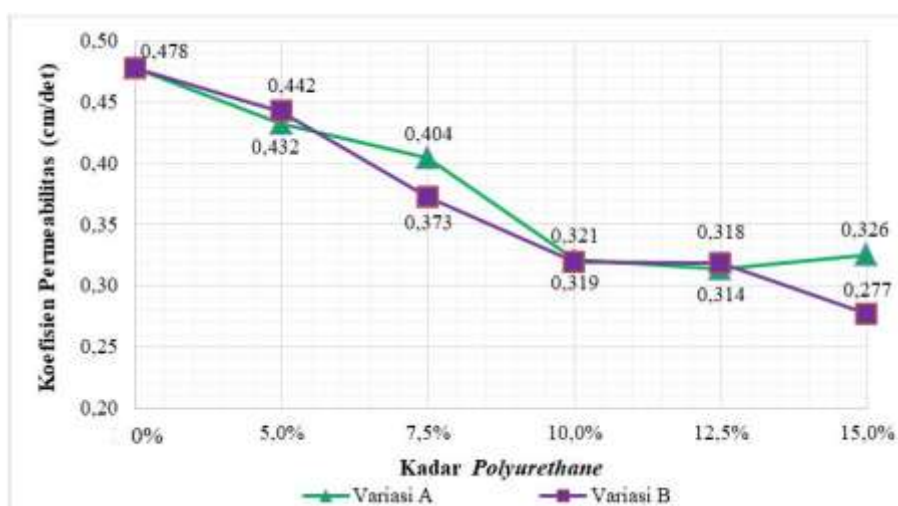
Gambar 2. Hubungan Kadar *Polyurethane* dengan Stabilitas Campuran Aspal Berpori

Gambar 3 menunjukkan nilai *flow* yang juga cenderung meningkat terhadap kadar 0% seiring meningkatnya kadar *Polyurethane*, baik untuk campuran variasi A maupun variasi B. Kenaikan nilai *flow* dapat terjadi akibat *Polyurethane* yang membuat campuran menjadi lebih lembek ketika dalam kondisi suhu pengujian $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Peningkatan nilai *flow* yang dihasilkan berbanding lurus dengan dengan stabilitas campuran. Nilai *flow* yang dihasilkan tersebut cukup tinggi dan tidak diimbangi nilai stabilitas, akibatnya akan memberikan pengaruh terhadap kemudahan campuran mengalami deformasi. Adapun nilai *flow* yang diperoleh terdapat tiga kadar untuk campuran variasi A yang tidak memenuhi spesifikasi aspal berpori menurut *Australian road Standar* (2002) yaitu kisaran nilai *flow* aspal berpori harus berada pada rentang 2-6 mm.



Gambar 3. Nilai *Flow* dalam Campuran Aspal Berpori

Gambar 4 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya kadar *Polyurethane* cenderung membuat penurunan koefisien permeabilitas baik untuk variasi A maupun variasi B. Apabila dibandingkan dengan jumlah rongga dalam campuran (VIM) pada Gambar 1, maka nilai koefisien permeabilitas yang diperoleh telah sesuai. Artinya, dengan semakin bertambahnya kadar *Polyurethane* mengakibatkan jumlah rongga dalam campuran berkurang akibatnya kecepatan benda uji mengalirkan air juga menurun. Selain itu, diperoleh juga hubungan antara nilai stabilitas dengan koefisien permeabilitas yaitu dengan semakin tingginya stabilitas yang diperoleh membuat koefisien permeabilitas menurun untuk campuran variasi A. Menurunnya koefisien permeabilitas pada campuran variasi A diakibatkan banyaknya zat *Isocyanate* yang bersifat memberikan kepadatan untuk campuran sehingga pori-porinya lebih tertutup. Sedangkan turunnya koefisien permeabilitas pada campuran variasi B diakibatkan jumlah *Polyol* yang lebih banyak dan bersifat ekspansif dan membentuk selaput yang menutup rongga pada campuran. Adapun secara keseluruhan dari hasil yang diperoleh telah memenuhi persyaratan koefisien permeabilitas bahkan nilainya masih sangat besar dari persyaratan *Australian road standard* (2002), yaitu minimal 0,01 cm/detik.



Gambar 4. Hubungan Kadar *Polyurethane* dengan Koefisien Permeabilitas

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Zat *Isocyanate* memberikan pengaruh lebih besar dibandingkan zat *Polyol* pada campuran aspal berpori yang ditambahkan *Polyurethane* (PU) karena dapat meningkatkan nilai stabilitas.
- 2) Pada variasi *Isocyanate* yang lebih besar dari *Polyol* dengan kadar PU 15%, nilai stabilitas maksimum sebesar 750,8 kg dan koefisien permeabilitas sebesar 0,326 cm/detik;
- 3) Penambahan kadar *Polyurethane* dengan variasi *Isocyanate* yang lebih besar dari *Polyol* akan meningkatkan nilai stabilitas tetapi tidak memberikan angka yang terbaik untuk koefisien permeabilitas;
- 4) Nilai stabilitas untuk variasi campuran *Isocyanate* yang lebih besar dari *Polyol* lebih baik daripada variasi *Polyol* yang lebih besar dari *Isocyanate* dengan perbedaan maksimum sebesar 66,8%;

- 5) Campuran *Polyol* yang lebih besar dari *Isocyanate* tidak memberikan nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi *Australian Road Standard* (2002).

SARAN

Oleh karena pada campuran PU variasi *Isocyanate* yang lebih besar *Polyol* dengan kadar 5%-15% diperoleh stabilitas yang terus meningkat dengan koefisien permeabilitasnya yang masih memenuhi persyaratan *Australian Road Standard* (2002), maka untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan kadar PU hingga mencapai kadar optimum. Sehingga nilai stabilitas dan permeabilitas maksimumnya tercapai, kemudian hasilnya dapat diaplikasikan tidak hanya untuk lalu lintas sedang tetapi untuk lalu lintas berat juga.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sumarsono, S. W. 2013. Perbandingan Karakter Aspal Porus Menggunakan Aggregate Gravel dan Kerikil Merapi Dengan Aggregate Konvensional. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7), M271-M276.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal. SNI 03-2439-1991. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. SNI 1969:2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970:2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. SNI 2417:2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Daktilitas Aspal. SNI 2432:2011. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Alat Cleveland Open Cup. SNI 2433:2011. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Titik Lembek dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball). SNI 2434:2011. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal. SNI 2439:2011. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras. SNI 2441:2011. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Penetrasi Aspal. SNI 2456:2011. Jakarta
- Bina Marga. 2014. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3 tentang Perkerasan Aspal. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Busnial. 2005. Kajian Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Tafpack-Super terhadap "Wheel Tracking Test". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Djoko Sarwono, A. K. 2007. Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt. Media Teknik Sipil , 131-138.
- El-Korchi, R. B. 2009. Pavement Engineering (Principles and Practice. United States of America: Taylor & Francis Group.

- Gunaran, D., & Makmur, A. 2016. Pengaruh Penambahan Polimer Polyurethane Terhadap Stabilitas Campuran Beraspal Pori. *Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia*, 2, 91-98.
- Institute, A. 1997. *Mix Design Methods*. Lexington, Kentucky: Executive Offices and Research Center.
- Muh. Nashir T, H. P. 2014. Experimental Study of The Performance of Porous Asphalt Mixture with Fiber Stabilisation. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 97-105.
- Rahmawati, T. I., & Wardana, I. L. 2012. Pembuatan Polyuretane Foam dengan Menggunakan Castor Oil (Minyak Jarak Kepyar). ITS Paper and Presentation of Chemical Engineering.
- Soehartono, I. 2010. *Teknologi Aspal Dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum PT. MEDIATAMA SAPTAKARYA.