

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	01	01	381 - 387	2017	2252-5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii

Vol 1 Nomer 1/rekat/17 (2017)

ANALISIS PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

Puspa Dewi Ainul Mala, Machfud Ridwan, 01 – 12

PEMANFAATAN SERAT KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN PLAFON ETERNIT

Dian Angga Prasetyo, Sutikno, 13 – 24

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT BAMBU PADA PLAFON GIPSUM DENGAN PEREKAT POLISTER

Tiang Eko Sukoko, Sutikno, 25 – 33

PENERAPAN SAMBUNGAN MEKANIS (METODE PEMBAUTAN) PADA BALOK DENGAN PERLETAKAN SAMBUNGAN $\frac{1}{2}$ PANJANG BALOK DITINJAU DARI KUAT LENTUR BALOK

Hehen Suhendi, Sutikno, 34 – 38

STUDI KELAYAKAN EKONOMI DAN FINANSIAL RENCANA PELEBARAN JALAN TOL WARU-SIDOARJO

Reynaldo B. Theodorus Tampang Allo, Mas Suryanto HS, 39 – 48

PENGARUH SUBSTITUSI FLY ASH DAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH PADA KUALITAS GENTENG BETON

Mohamad Ari Permadi, Sutikno, 49 – 55

PENGARUH PENAMBAHAN SLAG SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DAN PERMEABILITAS PADA CAMPURAN PANAS (HOT MIX) ASPAL PORUS

Rifky Arif Laksono, Purwo Mahardi, 56 – 64

ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI KE DALAM ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS

Taufan Gerri Noris, Purwo Mahardi, 65 – 70

ANALISIS PERSEDIAAN MATERIAL PADA PEMBANGUNAN PROYEK MY TOWER HOTEL & APARTMENT DENGAN MENGGUNAKAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)

Tri Wahyuni, Arie Wardhono, 71 – 85

ANALISIS KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT GRAND SUNKONO LAGOON SURABAYA

Great Florentino Miknyo Hendarich, Karyoto, 86 - 100

PEMANFAATAN SLAG BAJA SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

Arifin Kurniadi, Sutikno, 101 - 106

PENERAPAN E-PROCUREMENT PADA PROSES PENGADAAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DI UNIT LAYANAN PENGADAAN PEMERINTAH KABUPATEN GRESIK

Anastastia Ria Utami, Hendra Wahyu Cahyaka, 107 - 116

PENGARUH PENAMBAHAN SULFUR TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DAN PERMEABILITAS PADA ASPAL BERPORI

Qurratul Ayun, Purwo Mahardi, 117 - 122

PENGARUH PENAMBAHAN DINDING GESER PADA PERENCANAAN ULANG GEDUNG FAVE HOTEL SURABAYA

Irwan Wahyu Wicaksana, Sutikno, 123 - 128

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK (PET) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DAN PERMEABILITAS PADA ASPAL BERPORI

Rizky Putra Ramadhan, Purwo Mahardi, 129 - 135

PENGARUH TREATMENT LUMPUR LAPINDO TERHADAP MUTU BATU BATA BAHAN LUMPUR LAPINDO BERDASARKAN SNI 15-2094-2000

Ah. Yazidun Ni'am, Arie Wardhono, 136 - 143

ANALISIS PRODUKTIVITAS TOWER CRANE PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG TUNJUNGAN PLAZA 6 SURABAYA

Sofia Dewi Amalia, Didiek Purwadi, 144 - 155

ANALISIS PENAMBAHAN LIMBAH MARMER TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK

Machfud Ridwan, Falaq Karunia Jaya, 156 - 166

ANALISA PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PADA PEMASANGAN DINDING BATA RINGAN DI PROYEK PERUMAHAN

Loga Geocahya Pratama, Sutikno, 167 - 181

ANALISA PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PADA PEMASANGAN GENTENG ATAP METAL DI PROYEK PERUMAHAN

Siti Komariyah, Hasan Dani, 182 - 191

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK

Nur Fauzan, Nur Andajani, 192 - 200

PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH *POZZOLAN* LUMPUR SIDOARJO SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DENGAN AGREGAT *PUMICE* PADA KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON RINGAN

Dwi Kurniawan, Arie Wardhono, 201 - 211

PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO SEBAGAI BAHAN DASAR PENGANTI PASIR PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK GEOPOLYMER*

Feminia Heri Cahyanti, Arie Wardhono, 212 - 219

ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA

Siswo Hadi Murdoko, Karyoto, 220 - 228

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN PELENGKUNG BAJA

Achmad Fajrin, Karyoto, 229 - 237

ANALISA HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA MENGGUNAKAN GEMPA SNI 1726-2002 DENGAN MENGGUNAKAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013

Mohamad Sukoco, Sutikno, 238 - 241

ANALISA PENGARUH VARIASI BENTANG KOLOM PADA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FMIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TERHADAP PERSYARATAN KOLOM KUAT BALOK LEMAH PADA SRPMK

Imam Awaludin Asshidiq Ramelan, Arie Wardhono, 242 - 246

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG

Dyah Rinjani Ratu Pertiwi, Bambang Sabariman, 247 - 255

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT IJUK DALAM PEMBUATAN BALOK BETON BERTULANG BERDASARKAN UJI KUAT GESER

Dennes Yuni Puspita, Bambang Sabariman, 256 - 265

PERBANDINGAN PERHITUNGAN EFISIENSI BESI JEMBATAN GELAGAR BETON STRUKTUR ATAS ANTARA JARAK GELAGAR JEMBATAN 1,10 METER; 1,38 METER; 1,83 METER; DAN 2,75 METER

Tri Wida Amaliya, Sutikno, 266 - 271

ANALISA PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK PADA PEMBANGUNAN APARTEMEN ROYAL CITYLOFT DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*

Reffi Ike Parastiwi N, Mas Suryanto H.S, 272 - 277

ANALISA PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA UNTUK PEKERJAAN PEMASANGAN ALUMUNUM COMPOSITE PANEL PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT

Eka Yuliawati, Mas Suryanto H.S, 278 - 290

STUDI KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN PEMANFAATAN BEKAS LAHAN TAMBANG BATU KAPUR SEBAGAI PERUMAHAN DI DESA BEKTIHARJO KECAMATAN SEMANDING KABUPATEN TUBAN

Shintiya Nofen Rosila Putri, Mas Suryanto H.S, 291 - 300

PENGARUH LEBAR PEMOTONGAN PROFIL (e) TERHADAP KEKUATAN LENTUR CASTELLATED BEAM PADA BUKAAN LINGKARAN (CIRCULAR) UNTUK STRUKTUR BALOK

Arditya Ridho Putra Pratama, Suprpto, 301 - 307

PENGARUH SUDUT PEMOTONGAN PROFIL ((Ø)) TERHADAP KEKUATAN LENTUR CASTELLATED BEAM PADA BUKAAN RHOMB (RHOMB) UNTUK STRUKTUR BALOK

Muhammad Irfan Yasin, Suprpto, 308 - 315

MODEL PENANGGULANGAN BANJIR PADA CATCHMENT AREA KETINTANG SURABAYA (STUDI KASUS JALAN UTAMA KETINTANG)

Yulis Qamariyah, Kusnan, 316 - 326

ANALISA PENGARUH VARIASI DIMENSI BALOK PADA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FMIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TERHADAP PERSYARATAN KOLOM KUAT BALOK LEMAH PADA SRPMK

Akhmad Aras Rosiqin, Arie Wardhono, 327 - 331

IDENTIFIKASI AWAL STASIUN DAN SHELTER YANG MENJADI TEMPAT PEMBERHENTIAN KA UNTUK PERJALANAN ORANG DI KOTA SURABAYA

Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno, 332 - 335

PENGARUH LEBAR PEMOTONGAN PROFIL (E) TERHADAP KEKUATAN LENTUR CASTELLATED BEAM BUKAAN BELAH KETUPAT (RHOMB) UNTUK STRUKTUR BALOK

Mochammad Alvin Hidayatulloh, Suprpto, 336 - 342

IDENTIFIKASI AWAL LAYANAN ANGKUTAN KERETA API UNTUK PERJALANAN ORANG DI KOTA SURABAYA

Anita Susanti, Ria Asih Aryani Soemitro, Hitapriya Suprayitno, 343 - 347

ANALISIS ALTERNATIF KERUSAKAN JALAN PADA RUAS JALAN LEGUNDI-KRIAN

Mashita Nur Ayuningtyas, Soeparno, 348 - 357

PENGARUH KEKUATAN SAMBUNGAN BAJA TULANGAN DENGAN MENGGUNAKAN SAMBUNGAN MEKANIS DITINJAU DARI PERILAKU BALOK BETON BERTULANG

Sony Arifianto, Andang Widjaja, 358 - 364

ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN NASIONAL DI KOTA SURABAYA

Nunung Fadylah, Anita Susanti, 365 - 370

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT TERHADAP POTENSIAL SWELLING PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO GRESIK

Machfud Ridwan, Nur Fauziah, 371 - 380

ANALISIS PENGARUH SUBSTITUSI ASBUTON LGA (LAWELE GRANULAR ASPHALT) PADA ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP CAMPURAN ASPAL PORUS

Ayuningtyas Surya Mukti, Purwo Mahardi, 381 - 387

ANALISIS PENGARUH SUBSTITUSI ASBUTON LGA (*LAWELE GRANULAR ASPHALT*) PADA ASPAL PENETRASI 60/70 TERHADAP CAMPURAN ASPAL PORUS

Ayuningtyas Surya Mukti

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ayuningtyasurya@gmail.com

Abstrak

Kerusakan jalan yang terjadi di berbagai daerah merupakan permasalahan yang merugikan bagi pengguna jalan, yang secara umum penyebabnya akibat perubahan iklim dan beban lalu lintas berulang yang berlebihan. Pengaruh dari iklim seperti saat musim hujan dapat mengakibatkan adanya genangan air yang dapat membuat jalan berlubang, sehingga diperlukan suatu perkerasan yang di desain rongga berpori yaitu aspal porus. Aspal Porus merupakan jenis perkerasan berpori dengan campuran agregat kasar yang lebih dominan untuk meningkatkan gaya gesek dan mencegah terjadinya genangan air di lapis permukaan, namun kelemahannya dari kadar rongga yang tinggi membuat nilai stabilitas rendah. Permasalahan lain terkait bahan pengikat yang biasa digunakan dalam perkerasan jalan yaitu aspal minyak turut mengalami kenaikan harga akibat dari meningkatnya harga minyak dunia, oleh karena itu sebagai penggantinya dapat memanfaatkan aspal alam yaitu aspal buton, yang memiliki kelebihan dalam stabilitas perkerasan lebih tinggi, sehingga dapat melengkapi dari kelemahan untuk campuran aspal porus.

Pada penelitian ini membahas tentang pengaruh dari substitusi aspal buton menggunakan produk LGA (*LaweLe Granular Asphalt*) ke dalam aspal penetrasi 60/70 terhadap campuran aspal porus, dengan parameter dari karakteristik *marshall* dan permeabilitas. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan kadar aspal pen 60/70 yaitu 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, dan 6.5% untuk mencari nilai kadar aspal optimum, lalu disubstitusikan dengan kadar LGA sebesar 0%, 8%, 10% dan 12% dari berat total aspal campuran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran aspal porus dengan gradasi Jepang diperoleh kadar aspal optimum yaitu 5,75%. Pengaruh substitusi asbuton LGA ditinjau dari karakteristik *marshall* tidak memenuhi spesifikasi untuk nilai VIM dan VMA, sehingga tidak dapat memenuhi parameter untuk struktur perkerasan lentur, serta menurunnya nilai permeabilitas dengan semakin tinggi kadar asbuton LGA meski masih memenuhi spesifikasi tetapi sebaliknya dapat meningkatkan kinerja stabilitas. Nilai persentase kadar LGA yang menghasilkan campuran aspal porus terbaik untuk stabilitas pada kadar 12% sebesar 615 kg sedangkan nilai permeabilitas pada kadar 8% sebesar 0,3520 cm/dtk.

Kata Kunci: *Aspal Porus, Gradasi Jepang, Aspal Buton LGA, Karakteristik Marshall, Permeabilitas.*

Abstract

Road damage that occurred in various areas is a problem detrimental to road users, which is generally the cause of climate change and traffic load excessively repetitive. The influence of the current climate of the rainy season may result in puddles of water that can make the potholes, so that required a pavement in a porous cavity design that is porous asphalt. Porous asphalt is a type of porous pavement with a mixture of coarse aggregate is more dominant to increase the frictional forces and prevent ponding of water in the surface layer, but the weakness of the high void content makes the value of low stability. Another problem related to the binder used in road pavement is asphalt has experienced price increases as a result of rising world oil prices, therefore, as a successor can utilize of natural asphalt is Buton asphalt, which have advantages in the stability of the pavement is higher, so can equip of weakness for porous asphalt mixture.

In this research discusses about the influence of substitution Buton asphalt using products LGA (*LaweLe Granular Asphalt*) into Asphalt of Penetration 60/70 to the porous asphalt mix, with the parameters of the marshall characteristics and permeability. Research carried out experimentally in the laboratory with penetration asphalt content 60/70 is 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, and 6.5% for find the value of optimum bitumen content, and then substituted with content of LGA as much as 0%, 8%, 10% and 12% of the total weight of the asphalt mix.

The results showed that the porous asphalt mixture with gradation Japan acquired optimum asphalt content is 5.75%. Effect of substitution asbuton LGA in terms of the marshall characteristics does not meet the specifications for VIM and VMA value, so it can not meet the parameters for flexible pavement structures, and decreased value of the permeability with higher levels of asbuton LGA although they meet the specifications but instead can improve the performance stability. The percentage value LGA levels that produce the best porous asphalt mixture for stability at a level of 12% amounting to 615 kg, while the permeability at a level of 8% amounting to 0.3520 cm/sec.

Keywords: *Porus asphalt, Gradation of Japan, Buton Asphalt LGA, Marshall Characteristics, Permeability.*

PENDAHULUAN

Jenis lapis perkerasan lentur (*flexible pavements*) dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, direncanakan memiliki umur rencana perkerasan yaitu waktu dalam tahun di hitung sejak perkerasan (jalan) di buka untuk lalu lintas sampai saat diperlukan perbaikan berat, berkisar antara 5 tahun, 10 tahun, 15 tahun dan 20 tahun (Suprpto,2004). Pada kenyataannya banyak kerusakan jalan yang terjadi di berbagai daerah saat ini. Kerusakan jalan yang terjadi di berbagai daerah merupakan permasalahan yang merugikan bagi pengguna jalan.

Secara teori, jalan rusak disebabkan repetisi atau pengulangan beban, artinya beban kendaraan berat sekali lewat mungkin tidak akan menyebabkan kerusakan jalan tetapi jika terus menerus jalan akan mengalami kerusakan, meskipun adanya pemeliharaan jalan tiap tahun sekali. Jalan rusak dipengaruhi juga akibat pengaruh cuaca dan iklim, misal saat musim hujan terus-menerus yang mengakibatkan adanya genangan air di lapisan permukaan jalan setelah terjadi hujan yang juga dapat menyebabkan jalan menjadi berlubang sehingga diperlukan rongga berpori pada permukaan jalan untuk meneruskan aliran air ke saluran samping atau ke lapisan kedap air agar permukaan jalan tidak tergenang air.

Seiring perkembangan teknologi khususnya di bidang perkerasan jalan, di desain suatu perkerasan yang dikenal dengan aspal *porous* yang merupakan jenis perkerasan berpori dengan campuran agregat kasar yang lebih dominan untuk meningkatkan gaya gesek dan mencegah terjadinya genangan air di lapis permukaan jalan (Kamba,2014). Terdapat kelemahan karena kadar rongga yang tinggi mengakibatkan aspal yang teroksidasi lebih besar, sehingga menurunkan kemampuan bahan pengikat untuk mempertahankan posisi agregat atau stabilitas rendah (Aquina, 2014).

Permasalahan lain terkait bahan pengikat dalam campuran aspal, seperti dikutip dari Sugiyanto (2008) adalah meningkatnya kebutuhan aspal dan agregat alam baik agregat kasar/agregat halus. Kenaikan harga aspal minyak saat ini bersumber dari meningkatnya harga minyak dunia hingga lebih dari US\$70 per barel, akibatnya harga produk aspal minyak sebagai produk turunan dari pengolahan minyak bumi turut naik secara signifikan. Kesulitan yang timbul akibat meningkatnya harga minyak dunia tersebut justru seharusnya membangun kesadaran untuk mencari terobosan agar tidak tergantung dari produk aspal minyak impor, hal itu tidak terlampaui sulit karena Indonesia sesungguhnya memiliki sumber daya alam sebagai alternatif produk aspal minyak yaitu aspal Buton. Keunggulan aspal buton

dalam stabilitas perkerasan lebih tinggi jika dibandingkan dengan aspal minyak, titik lembeknya lebih tinggi dari aspal minyak dan ketahanan asbuton yang cukup tinggi terhadap panas sehingga membuatnya tidak mudah meleleh (Yogi,2015), sehingga dapat melengkapi atau menutupi kelemahan untuk campuran aspal porus, salah satunya yaitu stabilitas rendah. Teknologi dan proses untuk mengekstraksi asbuton cukup memakan waktu, sehingga penggunaan asbuton ini sebagai bahan substitusi pada aspal dalam campuran aspal porus yang dapat berfungsi mengurangi dalam pemakaian aspal minyak.

Metode dalam pembuatan benda uji dan pengujian campuran aspal porus sama saja dengan konstruksi perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia ialah jenis lapis permukaan laston dengan campuran AC-WC dan menurut Saodang (2005), aspal yang digunakan untuk aspal beton harus dari salah satu pen 60/70 atau 80/100, maka aspal yang disubstitusi dengan asbuton dipilih dengan penetrasi 60/70.

Aspal Buton yang digunakan ialah produk LGA (*Lawele Granular Asphalt*). Pemilihan karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh PT. Summitama Intinusa sebagai produsen *asphalt additive*, LGA memiliki nilai penetrasi yang tinggi yaitu 60, yang setara dengan aspal minyak biasa digunakan.

Pemilihan menggunakan gradasi Jepang karena pada penelitian sebelumnya dilakukan pengamatan oleh Setyawan (2005) terhadap nilai-nilai stabilitas (pada *Marshall Test*), kuat desak (pada *Unconfined Compressive Test*) dan nilai aus (pada *Cantabrian Test*) untuk beberapa gradasi. Hasil pengamatan tersebut diperoleh bahwa gradasi Jepang adalah gradasi terbaik dibandingkan dengan penggunaan gradasi-gradasi lainnya (Destisari,2013).

Metode yang digunakan dalam pemrosesan asbuton yaitu campuran aspal panas atau *Hot Mix Asphalt* (HMA). Pada suhu yang tinggi tersebut dimanfaatkan agar proses pencampuran dapat saling mengunci (*interlocking*) antar material penyusunnya, dengan mengingat lebih banyaknya jumlah agregat untuk campuran aspal porus.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Berapa Kadar Aspal Optimum (KAO) dari variasi kadar aspal penetrasi 60/70 pada campuran aspal porus dengan gradasi Jepang?
2. Bagaimana pengaruh substitusi asbuton LGA (*Lawele Granular Asphalt*) pada aspal penetrasi 60/70 terhadap campuran aspal porus?
3. Berapa nilai persentase asbuton LGA (*Lawele Granular Asphalt*) yang terbaik untuk menghasilkan campuran aspal porus memenuhi spesifikasi yang

disyaratkan?

Persyaratan gradasi agregat pada campuran aspal porus dari Jepang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Gradasi Agregat Campuran Perkerasan Aspal Porus

Ukuran Ayakan (mm)	Persen Lolos Saringan (%)		
	Ukuran Agregat Maksimal 13 mm		Ukuran Agregat Maksimal 20 mm
	Daerah Perkotaan	Daerah Pegunungan	
26,5	-	-	100
19,0	100	100	95 - 100
13,2	92 - 100	92 - 100	53 - 78
9,5	62 - 81	62 - 81	35 - 62
4,75	10 - 31	14 - 35	10 - 31
2,36	10 - 21	14 - 25	10 - 21
0,6	4 - 17	6 - 19	4 - 17
0,3	3 - 12	5 - 14	3 - 12
0,15	3 - 8	4 - 9	3 - 8
0,075	2 - 7	2 - 7	2 - 7

(Sumber: Activities Of Porous Asphalt Expressway, Japan Highway Public Corporation)

Menurut Ali (2011), nilai parameter yang dianjurkan untuk aspal porus dengan gradasi Jepang, yaitu:

1. Porositas setelah terikat aspal 15 – 25%
2. *Permeability* nilainya $> 10^{-1}$ cm/dt
3. Stabilitas > 500 kg
4. *Cantabro* $> 75\%$
5. *Binder Drain Down* $< 0,3\%$

Penulis melakukan penelitian menggunakan penambahan LGA (*Lawele Granular Asphalt*) dengan variasi kadar yaitu 0%, 8%, 10% dan 12% sebagai bahan substitusi diharapkan dapat mengurangi penggunaan aspal pen 60/70 pada campuran aspal porus dengan gradasi Jepang dan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

METODE

Penelitian ini adalah uji eksperimental pada pengujian aspal porus dengan bahan pengikat aspal buton granular LGA (*Lawele Granular Asphalt*) yang disubstitusikan pada aspal penetrasi 60/70, dimana seluruh kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium PT. Merakindo Mix, Driyorejo, Gresik.

Gradasi agregat campuran aspal porus menggunakan gradasi Jepang dan jenis agregat dengan sistim gradasi terbuka (*open graded*) dengan bahan penyusunnya antara lain agregat, filler, aspal dan asbuton LGA untuk membuat benda uji.

Langkah pertama ialah pemeriksaan karakteristik bahan sesuai spesifikasi, jika memenuhi dilanjutkan menghitung perkiraan awal kadar aspal (Pb) yaitu 4%-6,5% dalam pembuatan benda uji, pada 6 (enam) variasi kadar aspal masing-masing 2 (dua) benda uji dari *marshall test* dan permeabilitas untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran aspal porus.

Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan kemudian digunakan sebagai kadar aspal yang dicampur asbuton LGA sebagai bahan substitusi dengan kadar 0%, 8%, 10%, dan 12% beserta material penyusun campuran aspal porus lainnya (agregat dan *filler*) untuk pembuatan benda uji lagi yaitu masing-masing variasi kadar asbuton LGA berjumlah 2 benda uji dari tiap pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

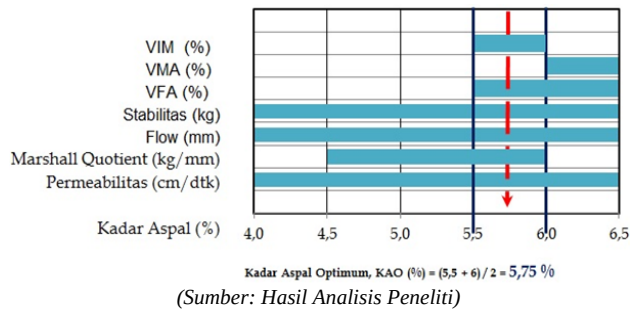
Penelitian ini dilakukan penulis untuk menganalisa pemanfaatan asbuton LGA sebagai bahan substitusi aspal penetrasi 60/70 terhadap campuran aspal porus. Hasil pengujian *Marshall* dan permeabilitas yang dilakukan tanpa substitusi asbuton LGA untuk menentukan nilai KAO dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall dan Permeabilitas Tanpa Substitusi Asbuton LGA

Pengujian	Kadar Aspal (%)						Spek	Standart
	4	4,5	5	5,5	6	6,5		
VIM (%)	6,763	6,489	5,562	3,885	3,461	2,988	3 - 5 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
VMA (%)	13,846	14,713	14,982	14,589	15,317	15,999	Min. 15 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
VFA (%)	51,156	55,896	62,875	73,370	77,404	81,324	Min. 65 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
Stabilitas (kg)	524	556	615	622	576	530	> 500 (kg)	Standar Jpg (Nur Ali)
Flow (mm)	2,3	2,1	2,3	2,3	2,3	3,0	2 - 4 (mm)	SNI BM-2010 (Rev 3)
Marshall Quotient (kg/mm)	227,83	264,76	267,39	270,44	250,44	176,67	Min. 250 (kg/mm)	SNI BM-2006
Permeabilitas (cm/det)	0,2639	0,3064	0,3731	0,2639	0,2687	0,2263	$> 10^{-1}$ (cm/dtk)	Standar Jpg (Nur Ali)

Catatan: *Tidak Memenuhi Spesifikasi
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

Hasil pengujian *marshall* dan permeabilitas seperti pada Tabel 2 dengan menggunakan kadar aspal perkiraan (4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%) pada campuran aspal porus, dengan gradasi Jepang, diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yang ditentukan dari menggabungkan nilai VIM, VMA, VFA, Stabilitas, *Flow* dan *Marshall Quotient* (MQ) serta nilai permeabilitas yang mendapatkan suatu selang kadar aspal yang memenuhi syarat dan diambil nilai tengah dari selang tersebut yaitu 5,75%, dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Penentuan KAO

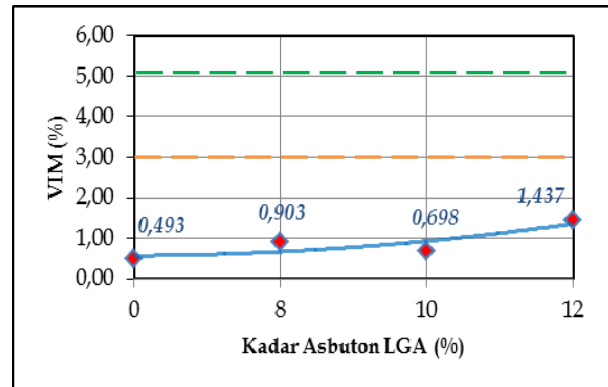
Kemudian dari hasil tersebut dilakukan pembuatan benda uji dengan bahan tambah asbuton LGA dengan variasi kadar sebesar 0% (kontrol), 8%, 10%, dan 12%. Hasil pengujian *Marshall* dan permeabilitas yang dilakukan dengan substitusi asbuton LGA dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Hasil Pengujian Marshall dan Permeabilitas dengan Substitusi Asbuton LGA

Pengujian	Kadar Asbuton LGA (%)				Spek	Standart
	0	8	10	12		
VIM (%)	0,493	0,903	0,698	1,437	3 - 5 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
VMA (%)	12,15	12,510	12,329	12,981	Min. 15 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
VFA (%)	95,94	92,78	94,339	88,930	Min. 65 (%)	SNI BM-2010 (Rev 3)
Stabilitas (kg)	537	556	589	615	> 500 (kg)	Standar Jpg (Nur Ali)
Flow (mm)	1,9	2,2	2,2	2,2	2 - 4 (mm)	SNI BM-2010 (Rev 3)
Marshall Quotient (kg/mm)	282,63	252,73	267,73	279,55	Min. 250 (kg/mm)	SNI BM-2006
Permeabilitas (cm/det)	0,359	0,352	0,2592	0,2104	> 10^{-1} (cm/dtk)	Standar Jpg (Nur Ali)

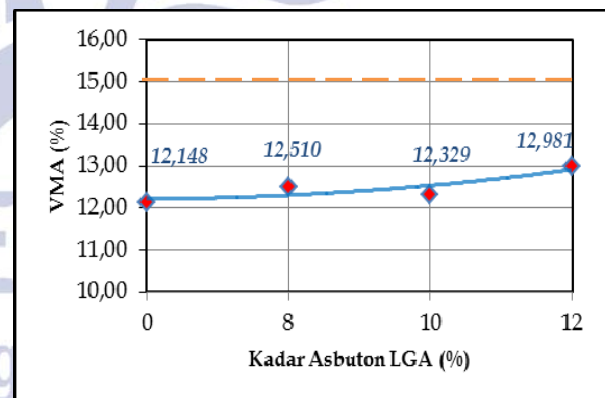
Keterangan: *Tidak Memenuhi Spesifikasi
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

Hasil dari pengujian campuran aspal dengan substitusi asbuton LGA pada aspal pen 60/70 yang masing-masing variasi kadar asbuton LGA sebesar 0%, 8%, 10%, dan 12%. Berdasarkan data-data di atas maka dapat dibuat grafik VIM, VMA, VFA, stabilitas, flow, MQ dan Permeabilitas yang dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8.

**Gambar 2. Grafik VIM**

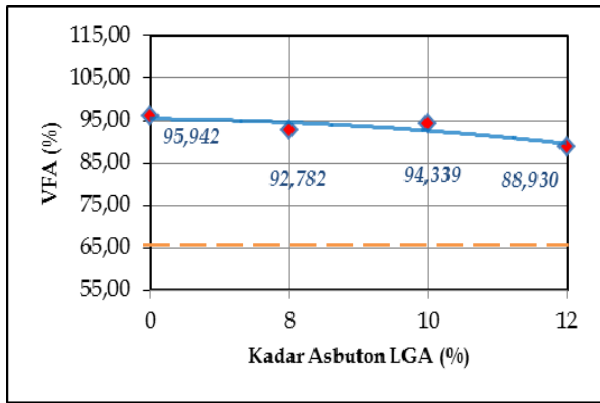
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

VIM atau *Void in Mix* merupakan volume pori yang masih tersisa setelah campuran aspal porus dipadatkan dan dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibatnya meningkatnya temperatur. Pada Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian pada VIM dengan variasi kadar asbuton LGA tidak memenuhi spesifikasi. Hal tersebut diindikasikan karena asbuton LGA yang masih mengandung mineral jika tanpa diekstraksi terlebih dahulu, sehingga dapat mengisi rongga pada campuran dan membuat volume semakin padat, yang dapat dibuktikan dari grafik dengan penambahan asbuton LGA sebagai substitusi ke dalam aspal pen 60/70 makin tinggi pula nilai VIM namun menunjukkan nilai di bawah yang disyaratkan yaitu 3-5%. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding*.

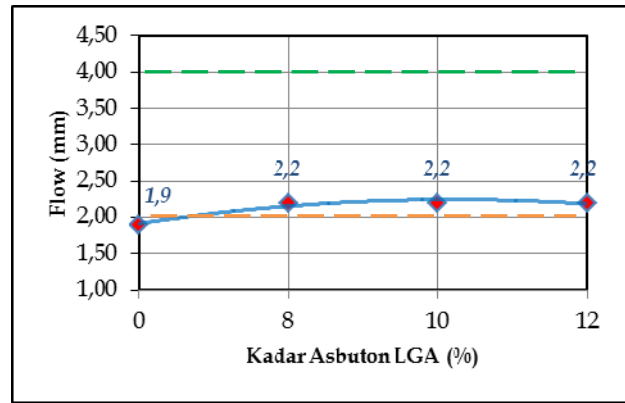
**Gambar 3. Grafik VMA**

(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

VMA atau *Void in the Mineral Aggregate* sendiri merupakan volume pori di antara butir agregat campuran, dalam aspal porus termasuk yang terisi oleh aspal, sehingga nilai VIM yang diperoleh mempengaruhi untuk nilai VMA. Pada Gambar 3 menunjukkan sama hal-nya dengan nilai VIM, semakin banyak kadar asbuton LGA yang disubstitusikan semakin tinggi nilai VMA, namun tidak memenuhi spesifikasi yaitu minimal 15%.



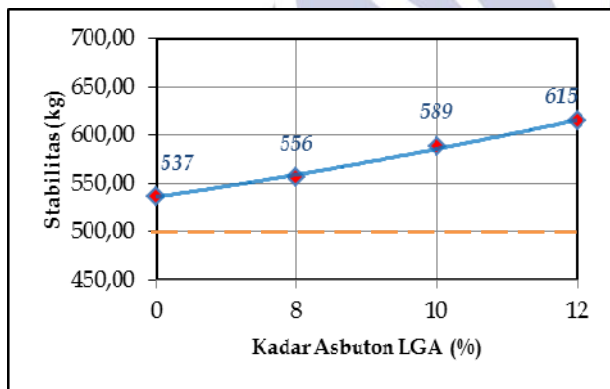
Gambar 4. Grafik VFA
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)



Gambar 6. Grafik flow
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

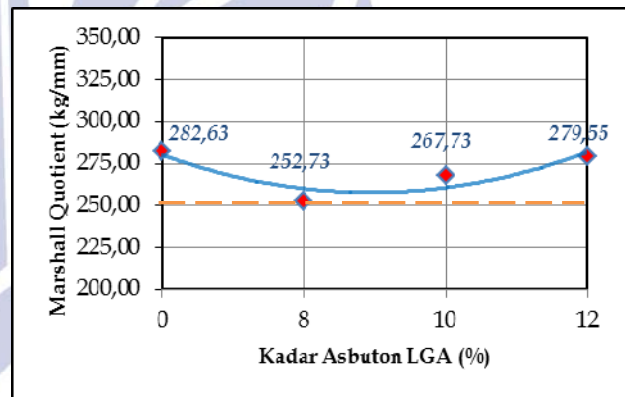
VFA atau *Volume of voids Filled with Asphalt* yaitu volume pori pada aspal porus yang terisi aspal. Gambar 4 menunjukkan bahwa campuran menggunakan variasi kadar asbuton LGA membuat nilai VFA yang tinggi dan memenuhi standar yang disyaratkan dengan spesifikasi minimal 65%. Hal ini mengartikan bahwa dengan substitusi LGA ke dalam aspal pen 60/70 berfungsi untuk menyelimuti butir-butir agregat di dalam aspal porus.

Pada Gambar 6 ini menunjukkan bahwa hubungan antara kadar asbuton LGA yang disubstitusi ke KAO dengan *flow* dimana nilai *flow* pada aspal porus konstan dengan bertambahnya kadar asbuton LGA, karena dari kadar asbuton (LGA 0%) tanpa substitusi menggunakan nilai KAO dengan ditambah substitusi (LGA 8%, 10% dan 12%) menghasilkan nilai *flow* yang sama, maka selisih kadar asbuton 2% tidak mempengaruhi hasil yang lebih tinggi.



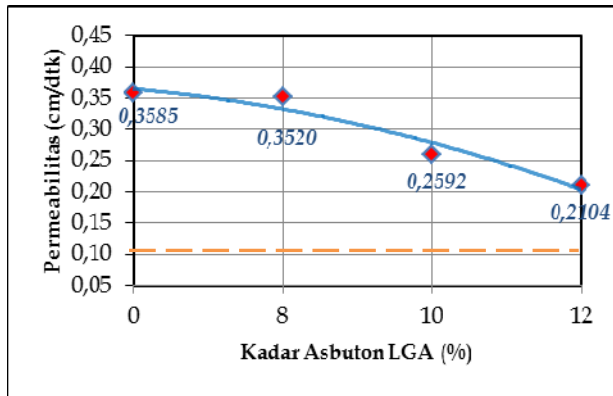
Gambar 5. Grafik Stabilitas
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

Pada Gambar 5 dapat di lihat bahwa campuran menggunakan kadar asbuton LGA memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi dengan nilai terbesar yaitu 615 kg, diperoleh dari campuran aspal porus dengan bahan pengikat aspal pen 60/70 menggunakan nilai KAO sebesar 5,75% yang disubstitusi oleh kadar asbuton (LGA 12%) dibandingkan dengan campuran yang tidak mengandung kadar asbuton (LGA 0%), karena menghasilkan nilai stabilitas terkecil yaitu 537 kg. Pada pengujian diperoleh hasil seperti hal tersebut, dipengaruhi karena LGA memiliki nilai penetrasi yang setara dengan aspal minyak yang digunakan yaitu penetrasi 60/70, serta akibat bertambahnya mineral yang terkandung dalam LGA menyebabkan kelekatan antara agregat dalam campuran semakin kuat, sehingga nilai stabilitasnya semakin tinggi. Nilai stabilitas yang tinggi mempengaruhi dalam menerima beban kendaraan dan untuk nilai tertinggi yang diperoleh memenuhi dan melebihi dari spek yaitu 500 kg.



Gambar 7. Grafik Marshall Quotient
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

Pada Gambar 7 dapat di lihat bahwa campuran memiliki nilai Marshall Quotient (MQ) yang turun, ketika disubstitusi asbuton LGA, hal ini berhubungan karena parameter MQ diperoleh dari perbandingan antara stabilitas dengan *flow*, yang merupakan indikator kekakuan campuran dan fleksibilitas. Pada asbuton tanpa substitusi (LGA 0%) dengan menggunakan nilai KAO menghasilkan MQ lebih tinggi, namun semakin bertambahnya kadar asbuton LGA, nilai pun semakin tinggi. Nilai Marshall Quotient (MQ) merupakan indikator kelenturan campuran yang potensial terhadap keretakan.



Gambar 8. Grafik permeabilitas
(Sumber: Hasil Analisis Peneliti)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar/cepat kemampuan campuran aspal porous dengan berbagai variasi campuran aspal untuk mengalirkan air melalui rongga. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai permeabilitas terbesar yaitu 0,3585 cm/dtk, diperoleh dari campuran aspal porous dengan bahan pengikat aspal pen 60/70 menggunakan nilai KAO sebesar 5,75% yang tanpa disubstitusi oleh kadar asbuton (LGA 0%) dan nilai terkecil yaitu 0,2104 cm/dtk dimana diperoleh dari campuran yang mengandung substitusi kadar asbuton (LGA 12%). Pada pengujian permeabilitas terlihat hasilnya kebalikan dari pengujian stabilitas, karena semakin bertambahnya kadar LGA pada campuran maka nilai permeabilitasnya pun semakin kecil, hal ini disebabkan karena LGA mengandung mineral yang dapat mengisi rongga pada campuran sehingga membuat lebih padat dan bertambah kecilnya rongga, maka waktu yang diperlukan untuk melewati permukaan semakin besar dan mengakibatkan nilai permeabilitasnya semakin kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pihak PT. Merakindo Mix yang telah memberikan dukungan ataupun bantuan dari segi material dan alat demi kelancaran dan kesuksesan penelitian aspal berpori.

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil analisa data yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Campuran aspal porous menggunakan kadar aspal perkiraan dengan gradasi Jepang diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,75%.
2. Substitusi asbuton LGA pada aspal penetrasi 60/70 memiliki pengaruh yang tidak jauh beda dengan campuran aspal porous tanpa substitusi, dan ditinjau dari hasil *marshall test* untuk nilai VIM dan VMA tidak memenuhi spesifikasi dari semua variasi kadar substitusi asbuton LGA (8%, 10%, 12%) sehingga tidak dapat memenuhi parameter untuk struktur perkerasan lentur. Hal ini diindikasikan karena penambahan asbuton LGA untuk disubstitusikan pada aspal pen 60/70 tidak di ekstraksi dahulu, sehingga masih terdapat kandungan mineral ikut masuk dalam campuran yang dapat mengisi rongga. Namun

menghasilkan nilai semakin tinggi kadar asbuton LGA dapat meningkatkan kinerja stabilitas meskipun nilai permeabilitas menurun tetapi masih memenuhi spesifikasi.

3. Nilai persentase asbuton LGA (*Lawele Granular Asphalt*) terbaik untuk stabilitas maksimum yaitu pada kadar 12% sebesar 615 kg, sedangkan untuk nilai permeabilitas maksimum pada kadar 8% sebesar 0,3520 cm/dtk.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diusulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu mengekstraksi asbuton terlebih dahulu untuk penggunaannya sebagai substitusi dalam campuran aspal porous agar dapat memenuhi spesifikasi.
2. Kadar tambahan asbuton LGA untuk substitusi ke dalam aspal pen 60/70 perlu ditambah atau selisih antar variasi kadar asbuton LGA tidak sedikit.
3. Penggunaan penetrasi aspal yang lebih tinggi dari aspal pen 60/70, penetrasi aspal yang lebih tinggi biasanya digunakan didaerah yang lebih dingin.
4. Penelitian berkelanjutan memanfaatkan aspal buton pada campuran aspal porous dengan bentuk lain seperti liquid asbuton atau penggunaan gradasi versi lainnya maupun variasi kadar asbuton serta jenis asbuton dengan produk lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, Indra. 2013. *Kajian Eksperimental Penggunaan Aspal Minyak dengan Penambahan Aspal Buton Granular sebagai Pengikat Campuran Aspal Porus*. Tesis. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Ali, Nur. 2011. "Kajian Eksperimental Aspal Porus Menggunakan Liquid Asbuton sebagai Bahan Substitusi Aspal Minyak Pada Lapis Permukaan Jalan". *Group Teknik Sipil*. Vol. 5: Desember 2011.
- Anonim. Lawele Granular Asphalt (LGA), (Online), (<http://www.summitama.com/en/lga.html>, di akses 14 Januari 2016).
- Anonim, 2006. *Pemanfaatan Asbuton Buku 1, Umum*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 001-01/BM/2006. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim, 2006. *Pemanfaatan Asbuton Buku 3, Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Olahan*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 00103/BM/2006. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim. 2006. *Spek Khusus Campuran Panas dengan Asbuton*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim. 2010. *Campuran Beraspal Panas*. Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonymous. *Porous Asphalt Pavement Design, Construction and Maintenance*.

- Flexible Pavement of OHIO. Cahill Association.
- Anonymous. *Porous Asphalt Pavement*. National Asphalt Pavement Association.
- Asahi, Masato and Kawamura, Kazumasa. *Activities Of Porous Asphalt On Expressways*. Highway Engineering Division, Engineering Department: Japan Highway Public Corporation.
- Aquina, Hesty. 2014. *Pengaruh Substitusi Styrofoam ke dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*. Tesis. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala. (Online), (<http://etd.unsyiah.ac.id/baca/index.php?id=7785&page=17>, diakses 28 Februari 2016).
- Destisari, Yanti. 2013. *Analisis Resapan Aspal Poros yang Menggunakan Aspal Minyak sebagai Bahan Pengikat*. Jurnal Tugas Akhir. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Kamba, Charles. 2014. *Studi Eksperimental Aspal Porus Gradasi Australia dengan Bahan Pengikat Substitusi Parsial Liquid Asbuton*. Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Mangussa, Mariunus. 2013. *Pengaruh Penggunaan Campuran Liquid Asbuton Terhadap Aspal Porus Pada Nilai Flow dan Binder Drain Down*. Tugas Akhir. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Saleh, Sofyan M., Anggraini, Renni dan Aquina, Hesty. 2014. "Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam Pada Aspal Penetrasi 60/70". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 21 (3): hal. 241-250.
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Konstruksi Jalan Raya: Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Buku 2. Bandung: Nova.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sarwono, Djoko dan Wardhani dan Astuti Koos. 2007. "Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt". *Media Teknik Sipil*. Hal. 131-138.
- Sugiyanto, Gito. 2008. "Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 8 (2): hal. 91-104.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Suprpto. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. Yogyakarta.: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- SNI 06-2489-1991 Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall.
- Yogi, La Ode. 2015. 2016 Impor Aspal Dihentikan: Pemerintah Dorong Penggunaan Aspal Buton, (Online), (<http://fajar.co.id/headline/2015/02/16/2016-impor-aspal-dihentikan.html>, diakses 8 Januari 2016).
- Zuliansyah, Alfriady dan Muis, Zulkarnain. 2015. *Pengaruh Penggunaan Rubberized Asphalt Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus*. Universitas Sumatera Utara.