

ALTERNATIF PENGGUNAAN PASIR LAUT PACIRAN SEBAGAI BAHAN SUSUN ASPAL PANAS AC-WC

Prima Eko Agustyawan¹, Indra Setia Wiguna²

¹Program Studi Sipil Fakultas Teknikl, Universitas Islam Lamongan

²Dosen Program Studi Sipil Fakultas Teknikl, Universitas Islam Lamongan

Email :Pelokpea@gmail.com, Indrasetia3@gmail.com.

ABSTRACT

The aims of this study are to know the effect of sand sea compound on asphalt (Ac-Wc), (2) To know the trial outcome of sand sea compound at Paciran on hot adpal (Ac-Wc).

The research method is experimental research. The experiment object which made for each increasing percentages are three samples, trial by using 1 mold 1100 grams. The result of this research is the variation of sand sea substitution 0%, 50%, 75%, and 100% from soft electric generator weight shown the value of Marshall Properties ideal calculate by using equation regression model with highest decision index. On that equation model got the determination index value (R^2) = 1. On the Highest Marshall Properties is 30 percent of sand sea substitution which Marshall parameter consists of Stability 1029.27 kg, VIM 5.07%, VMA 16.35%, VFWA 81.36%, Flow 2.98 mm, Marshall Question 343.85%. From these results, the substitution of 30% sea sand fulfills criteria in Indonesian national standards.

Keywords: Sea sand, hot asphalt (AC-WC)

PENDAHULUAN

▪ Latar Belakang

Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang di peruntukan bagi lalu lintas (Menurut undang –undang jalan raya no. 13 /1980). Panjang jalan di rinci menurut jenis permukaannya pada tahun 1987 untuk jalan aspal sepanjang 93.778 km, jalan bukan aspal 120.998 km, sehingga total panjang jalan aspal sepanjang 214.776 km. Sedangkan pada tahun 2012 untuk jalan aspal panjangnya 285.252 km, jalan bukan aspal sepanjang 216.717 km, sehingga total panjang jalan tahun 2012 mencapai 501.969 km (kementrian pekerjaan umum dan dinas pekerjaan umum). Pertumbuhan jalan dari tahun 1987 hingga 2012 mencapai 150 %.

▪ Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh campuran pasir laut terhadap aspal panas (AC-WC).
- Untuk mengetahui hasil pengujian campuran pasir laut terhadap aspal panas (AC-WC).

METODE PENELITIAN

▪ Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian seperti pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji di lakukan di laboratorium program studi Teknik Sipil Fakultas Teknuk Universitas Islam Lamongan. Penelitian yang di uji pada *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) adalah Marshall test dengan pergantian sebagian filler berupa kombinasi dari Pasir Laut Paciran. Semua bahan yang di gunakan pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum yang di keluarkan.

Pengujian Bahan Susun Campuran Aspal Panas

Pada tahap ini dilakukan dan pemeriksaan bahan penelitian yaitu agregat dan aspal. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui sifat sifat bahan apakah memenuhi standart spesifikasi yang telah di tentukan.

- a. Pemeriksaan agregat
- b. Pemeriksaan Aspal

Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Agregat kasar.
- b. Agregat halus
- c. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal keras produksi Pertamina penetrasi 60/70.
- d. *Filler* atau material lolos saringan No. 200 yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland Cement*.
- e. Pasir Laut yang di ambil di daerah Paciran.

Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Alat Uji Pemeriksaan Aspal
- b. Alat Uji Pemeriksaan Agregat
- c. Alat Uji Karakteristik Campuran Beraspal

Pengujian Bahan

- a. Pengujian Aspal
- b. Pengujian Agregat

Tahap Analisis Pasir Laut Paciran

Langkah – langkah proses penggunaan pasir laut Paciran :

- a. Pengambilan pasir laut di daerah Paciran.
- b. Pembersihan pasir laut dari kandungan air laut.
- c. Perendaman pasir laut dengan selang waktu yang di tentukan.
- d. Pengeringan pasir laut hingga siap di gunakan.

Tahap Pembuatan Rencana Campuran / Job Mix Formula

Rencana kerja diawali dengan melakukan studi pustaka berupa studi literatur, pedoman pengujian dan penelitian sebelumnya yang berkaitan, hal ini dilakukan sebagai acuan setiap kegiatan dalam penelitian ini.

Analisis Komparasi Marshall Properties

Pengujian *Marshall Test* diperlukan untuk mengetahui kadar aspal optimum yang berasal dari *Marshall Properties*, disamping itu pengujian ini digunakan pula untuk mengetahui pengaruh Substitusi pasir laut dalam campuran pada kondisi kadar aspal optimum. Oleh karena itulah, pengujian *Marshall Test* dilakukan bertahap sesuai dengan tujuan penelitian, yakni pertama dilakukan untuk mengetahui kadar aspal optimum dan kedua untuk mengetahui pengaruh Substitusi pasir laut dalam campuran terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* yaitu stabilitas *Marshall (Marshall Tability)*, Rongga Terisi Aspal (*Void Filed With Asphalt / VFWA*), Rongga Dalam Campuran (*Void in The Mix / VIM*), Kelelahan Plastis (*Flow*), dan *Marshall Quotient (MQ)*. Dalam pengujian *Marshall Test* tersebut untuk mengetahui nilai-nilai *Marshall Properties* telah disediakan daftar isian berupa tabel kolom isian yang telah ditentukan formulanya dalam setiap kolomnya.

▪ **Populasi dan Sampel Penelitian**

Untuk populasi penelitian ini adalah *Job Mix Formula* campuran aspal panas Laston tipe IV SNI 03-1737-1989 yang dilihat terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* yang meliputi *Stabilitas*, keawetan atau ketahanan, kelenturan, kekesatan, ketahanan lelehan plastis, kekedapan air, kemudahan pelaksanaan.

Sampel pada penelitian ini meliputi bahan susun campuran aspal panas Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989. Dengan bahan *substitusi* pasir laut yang telah dihasilkan dari proses pembuatan sederhana.

▪ **Pengumpulan Data**

Untuk memperoleh data – data yang diperlukan dalam penelitian, maka dilakukan *experimen* / percobaan dilaboratorium. Disamping itu dilakukan pula beberapa wawancara dengan pihak terkait yang berkepentingan.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya melalui buku, catatan, bukti yang telah ada, atau arsip, baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Dalam hal ini peneliti mengumpulkan data dengan cara berkunjung ke perpustakaan, pusat kajian, pusat arsip atau membaca banyak buku yang berhubungan dengan penelitiannya.

Data Primer

Data primer merupakan data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya baik secara wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok, maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian, atau hasil pengujian. Dalam hal ini, peneliti mengumpulkan data dengan cara memberikan kuisioner atau dengan cara mengamati/observasi.

Data Pengujian Bahan Susun Campuran Aspal Panas Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989

Bahan tambah harus terdiri dari bahan yang telah terbukti baik, dan harus ditambahkan kedalam aspal serta diaduk secara seksama sesuai dengan petunjuk yang diberikan oleh pabriknya sehingga diperoleh campuran yang seragam.

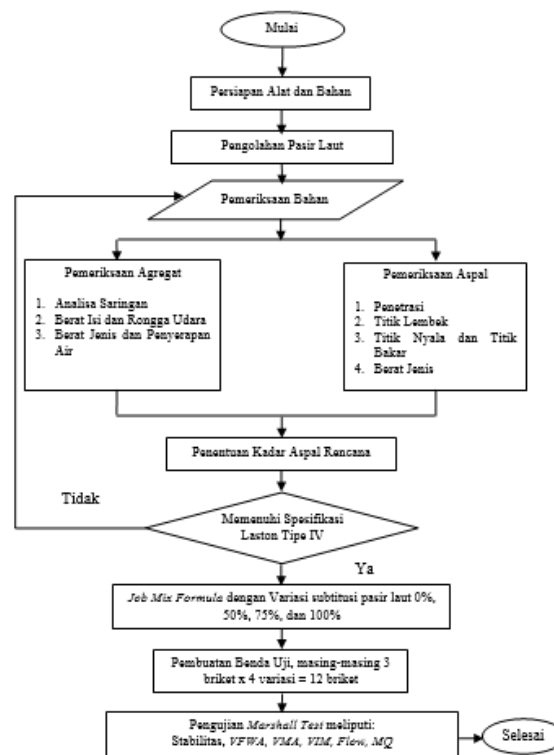
- Pengujian Bahan Agregat Kasar
- Pengujian Bahan Agregat Halus
- Pengujian Bahan Aspal

Data Pengujian Marshall Properties

Pada tahap ini dibuat benda uji (*briket*) masing-masing sebanyak 3 (tiga) buah tiap variasi. Jumlah briket yang dibutuhkan adalah $3 \times 3 = 9 + 3$ buah briket untuk benda uji normal, jadi total 12 buah briket/benda uji. Setelah *briket* dibuat kemudian dilakukan pengujian *Marshall* untuk mengetahui karakteristik *Marshall* yang meliputi Stabilitas *marshall* (*Marshall Stability*), % rongga dalam campuran (*Void In The Mix*), % rongga terisi asphalt (*Void Filled Asphalt*), kelelahan plastis (*Flow*), dan *marshall quotient* (*MQ*).

Analisis Data

Setelah dilakukan penelitian substitusi pasir laut pada campuran aspal panas, peneliti dapat membandingkan hasil dari test Marshall Properties dengan menggunakan dua jenis benda uji dimana dua benda uji tersebut sebelum diberikan tambahan dan sesudah diberikan pasir laut..



Flow Chart Pembuatan Benda Uji HASIL PENELITIAN

Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

Hasil dari pemeriksaan pengujian agregat yang telah dilaksanakan dibuat dalam bentuk tabulasi untuk kemudian diambil kesimpulan apakah memenuhi standar yang sudah ditentukan atau sebaliknya tidak memenuhi standar tersebut. Hasil penelitian mengenai pengujian agregat yang digunakan telah memenuhi syarat dan standar yang telah ditentukan.

Hasil dan Analisa Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan agregat kasar dari kota Mojokerto. Untuk membuat rencana rancang campuran aspal beton, harus dilakukan pengujian awal pada agregat kasar sesuai dengan prosedur standar Indonesia SNI maupun standar asing *AASHTO* agar memenuhi karakteristiknya.

- a. Analisa Berat Jenis Curah (*Bulk*) Agregat Kasar
- b. Analisa Berat Jenis Kering Permukaan Agregat Kasar
- c. Analisa Berat Jenis Semu Agregat Kasar
- d. Analisa Penyerapan Air Agregat Kasar
- e.

Hasil dan Analisa Pasir Laut

Pasir laut yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan agregat halus dari Paciran Lamongan. Untuk membuat rencana rancang campuran aspal beton, harus dilakukan pengujian awal pada agregat halus sesuai dengan prosedur standar Indonesia SNI maupun standar asing *AASHTO* agar memenuhi karakteristiknya.

- a. Analisa Berat Jenis Curah (*Bulk*) Pasir Laut
- b. Analisa Berat Jenis Kering Permukaan Pasir Laut
- c. Analisa Berat Jenis Semu Pasir Laut
- d. Analisa Penyerapan Air Pasir Laut

Hasil dan Analisa Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70. Untuk membuat rencana rancang campuran aspal beton, harus dilakukan pengujian awal pada aspal penetrasi 60/70 sesuai dengan prosedur standar Indonesia SNI maupun standar asing *AASHTO* agar memenuhi karakteristiknya.

- a. Analisa Penetrasi Aspal
- b. Analisa Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal
- c. Analisa Berat Jenis Aspal
- d. Analisa Titik Lembek Aspal

Perencanaan Campuran Kerja (*Job Mix*)

Untuk memperoleh campuran Laston Tipe IV yang memenuhi spesifikasi diperlukan perencanaan campuran yang baik antar bahan-bahan penyusunnya. Perencanaan campuran ini dimaksudkan untuk menentukan proporsi penggunaan agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dan pasir alami dalam sistem campuran Laston Tipe IV. Sedangkan kandungan aspal ditentukan berdasarkan kadar aspal optimum dengan kadar aspal sebesar 5,8 % dari berat total aspal.

Analisa Gradasi Campuran Agregat

Dalam perencanaan proporsi campuran agregat Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989, diperoleh dengan menggunakan metode *Trial and Error* dengan prosedur kerjanya sebagai berikut :

- a. Memahami batasan gradasi yang disyaratkan.
- b. Memasukkan data spesifikasi yang disyaratkan.

Setelah diperoleh komposisi campuran kerja dengan menggunakan metode *Trial and error*, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan proporsi Proporsi campuran Laston Tipe IV.

Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal :

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%F) + K$$

CA : 100% - total gradasi lolos saringan no.8

FA : Total gradasi lolos saringan no.8 – Total gradasi lolos saringan no.200

F : Filler

K : 0,75

$$CA = 100 - 60$$

$$CA = 40$$

$$FA = 60 - 7$$

$$FA = 53$$

$$0,035 (40) + 0,045(53) + 0,18(7) + 0,75$$

$$\text{Kadar aspal} = 5,80 \%$$

Pencampuran Aspal Beton

Setelah diperoleh persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran dengan kapasitas mould yang ada.

Pengujian Aspal Beton

Pegujian Aspal Beton ini dilakukan di Labolatorium Teknik Sipil Universitas Lamongan. Sebelum pengujian Aspal beton dilakukan terdapat proses perendaman Aspal beton selama 1 hari. Perendaman ini dilakukan setelah benda uji dilepas dari cetakan. Setelah dilepas dari cetakan benda uji akan di keringkan dengan cara dijemur dandilakukan penimbangan. Dan proses terakhir yaitu pengujian benda uji dengan mesin *marshall*.

Pengujian Marshall

Pengujian ini dilakukan terhadap Aspal beton (*Laston*) yang mewakili campuran Aspal Beton, bentuk benda uji berwujud silinder. Benda uji ini memiliki diameter 152,4mm dan tinggi 6inchi.

▪ Hasil Pengujian Marshall Test

Pengujian *Marshall Test* dilakukan bertahap sesuai dengan tujuan penelitian, yakni pertama dilakukan untuk mengetahui kadar aspal yang digunakan apakah sudah memenuhi syarat dan kedua untuk mengetahui pengaruh pasir laut dalam campuran terhadap nilai-nilai *Marshall Properties* yaitu stabilitas *Marshall (Marshall Stability)*, persentase Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt / VFWA*), Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix / VIM*), Rongga dalam agregat (*Void In Mineral Aggregate*), Kelelahan Plastis (*Flow*), dan *Marshall Quotient (MQ)*.

Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan maksimal suatu benda uji campuran beton aspal menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis. Nilai stabilitas akan bertambah dengan naiknya kadar aspal sampai ke batas optimum dan akan mengalami penurunan setelah batas optimum. Hal ini terjadi karena aspal dapat berfungsi sebagai pelicin setelah melebihi batas optimum.

Void in Mix (*VIM*)

Rongga udara dalam campuran (*VIM*) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

Void in Mineral Aggregates (*VMA*)

Rongga antar mineral agregat (*VMA*) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

Voids Filled With Asphalt (VFWA)

Rongga terisi aspal atau *Void Filled with Asphalt (VFWA)* adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (*VMA*) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

Kelelehan (Flow)

Nilai *flow* ditunjukkan oleh jarum arloji pembacaan *flow* pada alat *Marshall*. Untuk arloji pembacaan *flow*, nilai yang didapat sudah dalam satuan mm, sehingga tidak perlu dikonversi lebih lanjut.

Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dengan *flow*. *Marshall Quotient* merupakan indikator dalam menentukan nilai fleksibilitas kelenturan terhadap keretakan. Kenaikan fleksibilitas disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan penurunan hingga batas optimum disebabkan oleh berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelican.

PEMBAHASAN

- **Tinjauan Penggantian Pasir Laut Terhadap Stabilitas Marshall (*Marshall Stability*)**

Penggantian Pasir laut dengan variasi 0%, 50%, 75%, 100% dari berat Agregat halus pada campuran, secara umum memperlihatkan kenaikan nilai stabilitas seiring dengan kenaikan persentase penggantian agregat halus dengan pasir laut. Nilai stabilitas tertinggi mencapai 1022 Kg pada penggantian Pasir laut sebesar 100 %. Hal ini berarti stabilitas mengalami kenaikan ketika menggunakan pasir laut.

- **Tinjauan Substitusi Pasir Laut Terhadap Rongga Dalam Campuran (*Void In The Mix / VIM*)**

Persentase *void in the mix* secara umum tidak sesuai dengan standar nasional indonesia dimana range *void in the mix* dalam SNI yaitu 3 – 5.

- **Tinjauan Substitusi Pasir Laut Terhadap Rongga Dalam Agregat (*Void In Mineral Aggregate / VMA*)**

Substitusi pasir laut menjadikan nilai *void in mineral aggregate* mengalami kenaikan dan penurunan Hal ini disebabkan karena agregat pasir laut dapat mengisi rongga dalam campuran dengan baik pada campuran 50% agregat halus..

- **Tinjauan Substitusi Pasir Laut Terhadap Rongga Terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt / VFWA*)**

Void filled with asphalt / VFWA merupakan rongga terisi aspal dalam campuran setelah mengalami pemadatan yang dinyatakan dalam persen setelah mengalami pemadatan terhadap *void in mineral aggregate / VMA*. Substitusi pasir laut menjadikan nilai *void filled with asphalt* mengalami penurunan dan kenaikan dalam variasi pasir laut. Hal ini disebabkan karena perbedaan agregat yang tercampur dengan aspal. Nilai *void filled with asphalt* tertinggi terjadi pada substitusi pasir laut 50% sebesar 76.70 % .

- **Tinjauan Substitusi Pasir Laut Terhadap Kelelehan Plastis (*Flow*)**

Substitusi pasir laut membuat nilai *flow* secara umum mengalami penurunan dan kenaikan pada variasi 100%. *Flow* mengalami penurunan jika dibandingkan dengan nilai *flow* pada kadar agregat halus optimum tetapi mengalami kenaikan ketika kadar pasir laut 100%. Nilai *Flow* tertinggi diperoleh pada substitusi pasir laut sebesar 100 % yakni sebesar 3,37 mm.

- **Tinjauan Substitusi Pasir Laut Terhadap *Marshall Quotient***

Marshall Quotient merupakan hasil bagi *marshall* dengan *flow*. Nilai *flow* menggambarkan nilai fleksibilitas dari campuran. Semakin besar nilai *Marshall Quotient* menunjukkan bahwa campuran semakin kaku dan sebaliknya semakin kecil *Marshall Quotient* maka campuran semakin lentur. Faktor yang mempengaruhi *Marshall Quotient* yaitu nilai stabilitas dan *flow*. Substitusi pasir laut pada kadar agregat halus terhadap *Marshall Quotient* secara umum menunjukkan kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar pasir laut dalam campuran. *Marshall Quotient* tertinggi terjadi pada substitusi pasir laut 50 % yakni sebesar 318.49 Kg/mm.

PENUTUP

▪ Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan Pasir laut sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran Laston tipe IV SNI 03 – 1737 – 1989 dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Setelah melalui proses pengolahan yang benar Pasir laut sampai menjadi agregat halus, pasir laut dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran aspal panas campuran Laston Tipe IV SNI 03-1737-1989.
- b. *Substitusi* variasi Pasir laut 0%, 50%, 75%, 100% dari berat agregat halus pada penelitian ini menunjukkan nilai Marshall *Properties* yang paling ideal dihitung dengan menggunakan persamaan model regresi dengan indeks determinasi paling tinggi dimana pada persamaan model tersebut didapatkan nilai indeks determinasi (R^2) = 1 untuk *Marshall properties* yang paling tinggi adalah substitusi pasir laut 30% dengan parameter marshall yang meliputi : *Stability* 1029,27 kg, *VIM* 5,07%, *VMA* 16,35%, *VFWA* 81,36%, *Flow* 2,98 mm, *Marshall Question* 343,85%. Dari hasil tersebut substitusi pasir laut dengan kadar 30% memenuhi kriteria dalam standar nasional indonesia.

▪ Saran

- a. Pelaksanaan penelitian memerlukan tenaga-tenaga yang berpengalaman, mempunyai ketelitian yang cukup serta peralatan yang baik dan sesuai standart indonesia sehingga **validitas data** yang dihasilkan **lebih baik**.
- b. Mahasiswa agar lebih terampil, kreatif, dan profesional sehingga memperoleh pengetahuan yang dapat dijadikan sebagai bekal pada masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Revi.2015. *Efek Pemakaian Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Padacampuran Aspal Panas (Ac-Bc) Dengan Pengujian Marshall* (Jurnal). Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi padan, Padang
- Anonim.2017.*Modul Perencanaan Mix Design (Perencanaan Campuran Beraspal).Laboratorium Rekayasa Jalan.Departemen Teknik Sipil Universitas islam Lamongan*. Lamongan
- Andreawan, Ronal.2017.Penambahan Serat Eceng Gondok Terhadap Campuran HRS-AC. Jurusan Teknik Sipil Universitas Lamongan.Lamongan
- Bestari, Akhmad.2013. Studi Peggunaan Pasir Pantai Bakau Sebagai Campuran Aspal Beton Jenis Hot Rolled Sheet(HRS).Palangkaraya
- Bina Marga, 2002.Penencanaan Campuran Lapis Aspal Beton.Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga
- Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Revisi 3 seksi 6 perkerasan Beraspal*.Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga
- Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Revisi 2*.Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga
- Bina Marga, 2010.Penencanaan Kontruksi Perkerasan Lentur.Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga
- Chairunnisyah, Della. 2016. Optimalisasi Penggunaan Filler Pasir Laut Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course Untuk Lalu Lintas Tinggi.Sriwijaya
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Beton Aspal (Laston) No. 13/Pt/B/1983*.Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987.*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisis Komponen,SKBI-2.3.26.1987*.Jakarta:Balai Penerbit Pekerjaan Umum
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah. 2010.*Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1. Petunjuk umum*.Jakarta

- Hartantyo S,D dan Permata, Intan.2018Pemanfaatan Serat Eceng Gondok Sebagai Campuran Dalam Laston Tipe Vi Sni 03-1737-1989 Di Tinjau Terhadap *Marshall Properties*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Lamongan.Lamongan
- Kusharto, hari. 2004. Pengaruh penggunaan pasir pantai terhadap sifat marshall dalam campuran beton aspal.Diponegoro
- Putra, Aidil. 2015. Perbandingan Filler Pasir Laut Dengan Abu Batu Pada Campuran Panas Asphalt Trade Binder Untuk Perkerasaan Lentur Dengan Dengan Lalu Lintas Tinggi.Bekasi
- Nastiti, Ayu, 2016. Kajian Laboratorium Parameter Marshall Dengan Pasi Antai Carita Sebagai Agregat Halus Dalam Hrs-Wc.Jember
- Naville, A.M.,1997. *Properties Of Concrete*, London : Pitman Books Ltd.
- Ratnasari, Ramlan, 2008. *STUDI PEMANFAATAN PASIR LAUT SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON ASPAL* (Jurnal). Jurusan Teknik sipil.Universitas Tadulako, Palu
- Pettijohn, F.J., 1987. *Sadimentary rocks*.New York
- Putra, Aidil. 2015. Perbandingan Filler Pasir Laut Dengan Abu Batu Pada Campuran Panas Asphalt Trade Binder Untuk Perkerasaan Lentur Dengan Dengan Lalu Lintas Tinggi.Bekasi
- Shell Bitumen,1990.*Shell Bitumen Handbook*.
- Shodiq, Muhammad, 2018.Alternatif Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Laston Tipe VII Sni 03-1737-1989 Untuk Meningkatkan Kinerja Campuran.Jurusan Teknik Sipil Universitas Lamongan.Lamongan
- Sitohang, Oloan, 2015. Pemanfaatan Pasir Laut Pantai Cermin Sebagai Agregat Halus Pada Lapis Tipis Aspal Beton.Medan
- SNI 02-6820-2002.Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen. JAKARTA:BSN.
- SNI 03-1737-1989.*TATA CARA PELAKSANAAN LAPIS ASPALI BETON (LASTON) UNTUK JALAN RAYA*.Jakarta:BSN.
- SNI 03-2834-2000.*TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL*.Jakarta:BSN.
- SNI 06-2489-1991.*METODE PENGUJIAN CAMPURAN ASPAL DENGAN ALAT MARSHALL*.JAKARTA:BSN.
- Standar Nasional Indonesia, 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar*, SNI 03-1969-2008.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus*, SNI 03-1970-2008.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, 1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*, SNI 06-2441-1991.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, 1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan – Bahan Bitumen* , SNI 06-2456-1991.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum. .
- Standar Nasional Indonesia, 1991. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter*, SNI 06-24534-1991.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia, 2008. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakardengan Clave Land*, SNI 06-2433-1991.Indonesia : Departemen Pekerjaan Umum.
- Sukirman, S., 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*.Bandung
- Undang – Undang No.13,1980. *Jalan*. Jakarta