

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP KARAKTERISTIK  
ASPAL PORUS DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI  
AGREGAT KASAR**

*Disusun Dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana (S – 1) Teknik Sipil Di Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh:**

**GUNAWAN JULIANTO**

**21.21.063**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2025**

## **PERSYARATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gunawan Julianto

NIM : 2121063

Program Studi : Teknik Sipil S – 1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir Saya yang berjudul :

**”Pengaruh Penambahan Lateks Terhadap Karakteristik Aspal Porus Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar”,**

Adalah sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah TUGAS AKHIR ini tidakterdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademiknya disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini diguguran dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 06.08.2025

Yang membuat pernyataan



**Gunawan Julianto**

**2121063**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**"PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP KARAKTERISTIK  
ASPAL PORUS DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI  
AGREGAT KASAR"**

**Disusun Oleh:**

**GUNAWAN JULIANTO**

**21.21.063**

**Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan**

**Pada Tanggal 06 Agustus 2025**

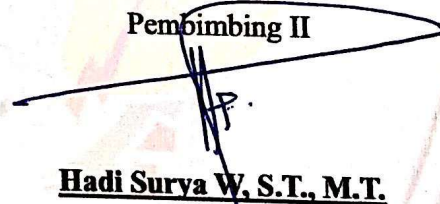
**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,**

**Pembimbing I**

  
**Ir. Eding Iskak Imananto, M.T.**

**NIP. 196605061993031004**

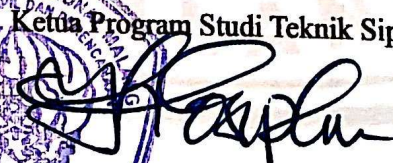
**Pembimbing II**

  
**Hadi Surya W, S.T., M.T.**

**NIP. P. 1032000579**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

  
**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.**  
**NIP. P. 1030300383**



## LEMBAR PENGESAHAN

### "PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP KARAKTERISTIK ASPAL PORUS DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR"

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S – 1) Pada Tanggal 06 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk  
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S – 1

Disusun Oleh:

**GUNAWAN JULIANTO**

21.21.063

Dosen Penguji I

Dosen Penguji,

Dosen Penguji II

**Ir. Ester Priskasari, M.T.**

NIP. Y. 1039400265

**Ir. Sudirman Indra, MS.**

NIP. Y. 1018300054

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



**Edy Rosimpon P. Manaha, S.T., M.T.**  
NIP. P. 1030300 383

**Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.**  
NIP. P. 1031700533

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **"PENGARUH PENAMBAHAN LATEKS TERHADAP KARAKTERISTIK ASPAL PORUS DENGAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGANTI AGREGAT KASAR"** Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak **Dr. Yosimson Petrus Manaha, S.T., M.T.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak **Ir. Eding Iskak Imananto, M.T.**, selaku dosen pembimbing pertama, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan waktu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak **Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, S.T., M.T.**, selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan waktu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak **Ir. I Wayan Mundra, M.T** selaku dosen wali
5. Kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat tanpa henti kepada penulis, baik secara moral maupun materi.
6. Teman-teman dan rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama proses penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Malang,.....2025

Penyusun

## **LEMBAR MOTO**

*"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"*

**(QS. Al – Baqarah : 286)**

*"Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar"*

**(QS. Ar – ruum : 60)**

*"Melamban bukanlah hal yang tabu, kadang itu yang kau butuh*

*Bersandar hibahkan bebamu. Tak perlu kau berhenti kurasi*

*Ini hanya sementara, bukan ujung dari rencana"*

**(Perunggu – 33x)**

*"Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaanmu sebagai manusia"*

**(Hindia – Mata Air)**

*"Hidup bukan saling mendahuli, bermimpilah sendiri – sendiri"*

**(Hindia – Besok Mungkin Kita Sampai)**

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT serta Shalawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya yang tercinta dan tersayang, Bapak Untung Jumadiono dan Ibu Ati Haryati, terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan saya hingga saat ini, kalian memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan seperti saya, namun kalian mampu mendidik dan memotivasi, serta memberikan dukungan sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini hingga akhir. Tanpa ridho dan kekuatan doamu mungkin saya tidak akan sampai sejauh ini, terimakasih atas perjuangan kalian dalam hidup saya, kelak saya akan membahagiakan kalian dan kelak saya akan memperlakukan keturunan saya sama seperti apa yang kalian lakukan kepada saya.
2. Kakak yang selalu saya banggakan, Galih Prakoso, yang selalu mengajarkan arti asam garam nya kehidupan, yang selalu menjadi sosok paling terdepan jika terjadi sesuatu pada saya, dia adalah motivasi bagi saya untuk menjadi lebih baik dan kuat. Terimakasih telah atas doa dan cinta tulus yang selalu diberikan. Berbahagialah dan berjuanglah untuk versi terbaikmu kakak terhebat.
3. Kepada diri saya sendiri, Gunawan Julianto, terimakasih atas perjuangan selama kehidupan yang fana ini. Terimakasih pada setiap proses entah itu senang atau sedih selalu dirayakan dengan sederhana, walaupun terkadang sering terfikirkan untuk menyerah atas apa yang diusakan belum tercapai, namun terimakasih karna tetap berjuang untuk menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak mengenal arti lelah mencoba. Sekali lagi terimakasih, perjalanan ini masih panjang, ini adalah awal dari segala rintangan yang akan datang, terus berjuang dan berbahagialah selalu apapun yang terjadi.

4. Himpunan dan forum yang saya cintai yaitu Himpunan Mahasiswa Sipil ITN Malang (HMS ITN) dan Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia (FKMTSI). Terimakasih telah hadir dalam kehidupan di bangku perkuliahan saya, segala jatuh bangun telah kita perjuangkan, relasi antar instansi atau individu telah diperjuangkan, serta menciptakan insan yang berkarakter. Terimakasih atas segala bentuk perjuangan selama ini, kelak kita akan bersinar lebih terang untuk tanah air kita tercinta Indonesia.
5. Kepada teman – teman seangkatan saya Teknik Sipil ITN Malang 2021 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas selama pertemanan kalian di bangku perkuliahan ini, segala canda dan tawa kita lakukan bersama saat mencari ilmu yang bermanfaat, sukses selalu kawan.
6. Kepada teman – teman sepenelitian dengan saya, Grivandi Umbu M.Patimara, Raja Raid Nabil Putra Purnomo, Iswahyudi, Eka Rahma Tana. Terimakasih telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, susah dan senang selama penelitian telah kita lewati, saya berharap ini bukanlah akhir dari cerita kita.
7. Kepada sahabat terbaik dari kota kelahiran saya Cilegon, Hendra Mangara barimbing, Danny Reyhan Putra, Sakti Bayu Samudra, Harun fatwa, Muhamad Febrian alhafiz, Muhammad Ihsan Ramadhan, Rafi Rijal Muhammad, Bayu Tirto Nirmolo Djatie, Muhammad Raffy, Fikri Gilang Prakoso, Rafli Satria gymnastiar. Terimakasih atas segala bentuk doa dan dukungan selama saya diperantauan, segala canda dan tawa kita pertahankan. Terimakasih untuk manusia – manusia keren.
8. Kepada sahabat sekaligus saudara tidak sedarah, Mochammad Nuril Faizal Akbar, Muhammad Bagus Budiono, Wildan Bayu Saputra, Audy Yitzack Adriansyah, Rakha Radhitya Putra Yudianto terimakasih telah menerima saya menjadi saudara tidak sedarah kalian, terimakasih atas kebaikan yang kalian berikan kepada saya. Terimakasih atas semua nya, semoga pertemanan kita berlanjut sampai anak cucu kita nanti.
9. Kepada keluarga besar Kontrakan Berkah Sentosa (KBS) dan kontrakan Nguyen, Moh Rizki hidayatulloh Assahid, Dima Kanu Almadani, Rendy

Kavalera Hakim, Muhammad Alvan Arrozaq, Sholahudin Nur Ambiya, Riesmay Zidane Susanto, Muhammad Adam Ilhamullah, Achmad Syamsul Arifin, Ahmad Zulkarnain Kiromi, Barik Renzo Afthara, Muhammad Dwi Kurniawan terimakasih atas dukungan serta doa yang kalian panjatkan untuk saya, terimakasih telah menjadi teman yang tetap hadir dikala saya sedang susah maupun senang, terimakasih atas segala kebaikan yang kalian berikan kepada saya.

10. Kepada wanita yang tidak bisa saya sebutkan nama nya, mba I dari kota Gresik. Terimakasih atas segala bentuk doa dan dukungan yang engkau panjatkan untuk saya, terimakasih telah memberikan saya rasa cinta dan kecawa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, entah kita berjodoh atau tidak tetapi saya berharap kita berjodoh, Aamiin. Saya ucapkan terimakasih yang sebesar – besar nya.

## ABSTRAK

Gunawan Julianto, Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Juli 2025, Pengaruh Penambahan Lateks Terhadap Karakteristik Aspal Porus Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar, Pembimbing: (1) Ir. Eding Iskak Ismananto, MT. (2) Hadi Surya Wibawanto S, ST., MT., IPP.

---

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan lateks terhadap karakteristik aspal porus dengan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar. Aspal porus merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang memiliki nilai porositas tinggi untuk meningkatkan daya serap air dan mengurangi genangan pada permukaan jalan. Limbah beton digunakan sebagai agregat kasar alternatif untuk mengurangi penggunaan agregat alami, sementara lateks digunakan sebagai bahan tambahan guna meningkatkan sifat elastisitas dan daya ikat aspal.

Metode penelitian ini dilakukan dengan pengujian karakteristik Marshall, seperti stabilitas, flow, VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), dan Marshall Quotient. Variasi lateks yang digunakan yaitu 0%, 3%, 3,5%, 4%, dan 4,5%, serta limbah beton digunakan sebesar 100% sebagai pengganti agregat kasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah beton masih layak digunakan sebagai agregat kasar dengan tetap memperhatikan mutu dan ukuran agregat. Penambahan lateks menunjukkan adanya peningkatan terhadap beberapa parameter Marshall terutama pada kadar 4% yang memberikan hasil optimum.

Dari hasil pengujian, nilai stabilitas meningkat seiring bertambahnya kadar lateks, namun pada nilai flow terjadi penurunan di kadar lateks tertinggi. Nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi 18–25% namun tetap menunjukkan tren positif pada variasi lateks. Penggunaan lateks 4% dianggap sebagai kadar optimum dalam meningkatkan karakteristik campuran aspal porus berbasis limbah beton. Penelitian ini mendukung pemanfaatan material limbah dan sumber daya terbarukan dalam Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan.

*Kata Kunci: Aspal Porus, Limbah Beton, Lateks, Marshall Test, Agregat Kasar.*

## ***ABSTRACT***

Gunawan Julianto, *S-1 Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang, July 2025, The Effect of Latex Addition on The Characteristics of Porous Asphalt with Concrete Waste as A Substitute for Coarse Aggregate, Advisor: (1) Ir. Eding Iskak Ismananto, MT. (2) Hadi Surya Wibawanto S, ST, MT, IPP.*

---

This study aims to determine the effect of latex addition on the characteristics of porous asphalt with concrete waste as a substitute for coarse aggregate. Porous asphalt is a type of pavement that has a high porosity value to increase water absorption and reduce puddles on the road surface. Concrete waste is used as an alternative coarse aggregate to reduce the use of natural aggregates, while latex is used as an additive to improve the elasticity and binding properties of asphalt.

This research method was conducted by testing Marshall characteristics, such as stability, flow, VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), and Marshall Quotient. Latex variations used were 0%, 3%, 3.5%, 4%, and 4.5%, and concrete waste was used at 100% as a substitute for coarse aggregate. The results showed that the use of concrete waste is still feasible to use as coarse aggregate while still paying attention to the quality and size of the aggregate. The addition of latex showed an increase in several Marshall parameters, especially at 4% which gave optimum results.

From the test results, the stability value increased as the latex content increased, but the flow value decreased at the highest latex content. VIM values did not meet the specifications of 18-25% but still showed a positive trend in latex variations. The use of 4% latex is considered the optimum level in improving the characteristics of waste-based porous asphalt mixtures. This research supports the utilization of waste materials and renewable resources in environmentally friendly pavements.

*Keywords: Porous Asphalt, Concrete Waste, Latex, Marshall Test, Coarse Aggregate.*

## DAFTAR ISI

|                                                            |             |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>                            | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                             | <b>ii</b>   |
| <b>PERSYARATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>               | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                 | <b>iv</b>   |
| <b>LEMBAR MOTO.....</b>                                    | <b>v</b>    |
| <b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>                            | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                    | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                 | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                  | <b>xv</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                       | <b>xx</b>   |
| <b><i>ABSTRACT</i> .....</b>                               | <b>xxi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                              | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                   | 1           |
| 1.2 Identifikasi Masalah .....                             | 3           |
| 1.3 Rumusan Masalah .....                                  | 3           |
| 1.4 Maksud dan Tujuan .....                                | 4           |
| 1.5 Batasan Masalah.....                                   | 4           |
| 1.6 Manfaat Penulisan .....                                | 5           |
| 1.7 Hipotesis Penelitian.....                              | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                       | <b>6</b>    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....                             | 6           |
| 2.2 Perbandingan Dengan Studi Terdahulu .....              | 12          |
| 2.3 Teori Umum Aspal Porus .....                           | 14          |
| 2.4 Diagram Diagonal Komposisi Agregat Campuran Aspal..... | 15          |
| 2.5 Material Perkerasan Aspal Porus.....                   | 17          |
| 2.5.1 Aspal.....                                           | 17          |
| 2.5.2 Agregat kasar.....                                   | 17          |
| 2.5.3 Agregat Halus.....                                   | 18          |
| 2.5.4 Bahan Tambahan .....                                 | 19          |
| 2.5.5 Gradasi Agregat Gabungan.....                        | 19          |
| 2.5.6 Campuran beraspal .....                              | 20          |
| 2.5.7 Lateks .....                                         | 21          |

|                |                                                                                                           |           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.8          | Limbah Beton .....                                                                                        | 22        |
| 2.6            | Pengolahan Data.....                                                                                      | 24        |
| 2.6.1          | Pengertian Hipotesis.....                                                                                 | 24        |
| 2.6.2          | Interval Kepercayaan .....                                                                                | 25        |
| 2.6.3          | Uji F (Anova satu arah).....                                                                              | 27        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                                                                            | <b>28</b> |
| 3.1            | Tempat Dan Lokasi Penelitian .....                                                                        | 28        |
| 3.2            | Metode Penelitian.....                                                                                    | 28        |
| 3.3            | Pengumpulan Data .....                                                                                    | 28        |
| 3.4            | Bahan Dan Peralatan Penelitian .....                                                                      | 29        |
| 3.5            | Metode Penelitian Material Aspal .....                                                                    | 30        |
| 3.6            | Metode Pengujian Material Agregat Limbah Beton Dan Agregat Alami .                                        | 31        |
| 3.7            | Benda Uji.....                                                                                            | 33        |
| 3.8            | Pengujian Karakteristik Aspal Porus.....                                                                  | 34        |
| 3.9            | Bagan Alir Penelitian .....                                                                               | 37        |
| 3.10           | Bagan Alir Penelitian .....                                                                               | 38        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMABAHASAN .....</b>                                                                        | <b>39</b> |
| 4.1            | Pemeriksaan Mutu Bahan.....                                                                               | 39        |
| 4.2            | Pengujian Agregat Alami .....                                                                             | 39        |
| 4.2.1          | Pengujian Analisa Saringan Agregat Alami 0-5 .....                                                        | 39        |
| 4.2.2          | Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Alami (SNI 1969-2016).....                                       | 41        |
| 4.2.3          | Pengujian Keausan Agregat Alami dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (SNI 2417 – 2008).....         | 50        |
| 4.2.4          | Hasil Pengujian Material Agregat Alami Lolos Ayakan No.200 (SNI ASTM C117 – 2012).....                    | 53        |
| 4.2.5          | Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat Alami (SNI 4141-2015).....           | 57        |
| 4.2.6          | Pengujian Setara Pasir Untuk Menguji Agregat Halus Yang Mengandung Bhan Plastis (SNI 03-44828-1997) ..... | 59        |
| 4.2.7          | Hasil Pengujian Agregat Alami .....                                                                       | 60        |
| 4.3            | Pengujian Agregat Limbah Beton .....                                                                      | 63        |
| 4.3.1          | Pengujian Analisa Saringan Agregat Limbah Beton 10 – 10 .....                                             | 64        |
| 4.3.2          | Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Limbah Beton (SNI 1969-2016) .....                               | 65        |

|        |                                                                                                                             |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.3  | Pengujian Keausan Agregat Limbah Beton dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (SNI 2417 – 2008) .....                   | 68  |
| 4.3.4  | Hasil Pengujian Material Agregat Limbah Beton Lolos Ayakan No.200 (SNI ASTM C117 – 2012) .....                              | 71  |
| 4.3.5  | Hasil Pengujian Agregat Limbah Beton .....                                                                                  | 73  |
| 4.4    | HASIL PENGUJIAN ASPAL .....                                                                                                 | 76  |
| 4.4.1  | Pengujian Penetrasi Aspal (Sni 2456: 2011) .....                                                                            | 76  |
| 4.4.2  | Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 2433: 2011) .....                                                                | 78  |
| 4.4.3  | Pengujian Titik Lembek (SNI 2434: 2011) .....                                                                               | 79  |
| 4.4.4  | Pengujian Daktilitas Aspal (SNI 2432: 2011) .....                                                                           | 80  |
| 4.4.5  | Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal (SNI 2441: 2011) .....                                                                    | 82  |
| 4.4.6  | Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal (SNI 06 – 2440 – 1991).....                                               | 85  |
| 4.4.7  | Hasil Rekapitulasi Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70.....                                                           | 86  |
| 4.5    | Perencanaan Komposisi Campuran Aspal Porus Normal .....                                                                     | 87  |
| 4.5.1  | Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Grafis.....                                                                    | 87  |
| 4.5.2  | Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Analitis .....                                                                 | 91  |
| 4.6    | Komposisi Campuran Normal Aspal Porus .....                                                                                 | 92  |
| 4.7    | Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal Porus Normal (Sni 03-6893-2002) .....                                      | 96  |
| 4.8    | Pengujian Marshall Test Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (Kao) Aspal Porus .....                                         | 97  |
| 4.9    | Perhitungan Interval Kepercayaan Aspal Porus .....                                                                          | 100 |
| 4.10   | Kadar Aspal Optimum (Kao) Aspal Porus .....                                                                                 | 110 |
| 4.11   | Perencanaan Komposisi Campuran Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks .....                                     | 115 |
| 4.11.1 | Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Grafis.....                                                                    | 115 |
| 4.11.2 | Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Analitis .....                                                                 | 118 |
| 4.12   | Komposisi Campuran Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks .....                                                 | 119 |
| 4.13   | Pengujian Marshall Test Pada Kadar Aspal Optimum (Kao) Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks .....             | 124 |
| 4.14   | Pengujian Permeabilitas Pada Penentuan Kadar Rencana Aspal Optimum (Kao) Porus Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks ..... | 126 |
| 4.15   | Perhitungan Interval Kepercayaan Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks .....                                   | 129 |

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.16 Kadar Lateks Optimum (Klo) .....                                                               | 139        |
| 4.16.1 Perhitungan Kadar Lateks Optimum Pada Campuran Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton ..... | 143        |
| 4.17 Rekapitan Perbandingan Hasil Parameter Pengujian .....                                         | 144        |
| 4.18 Pengujian Hipotesis .....                                                                      | 146        |
| 4.18.1 Stabilitas .....                                                                             | 147        |
| 4.18.2 Flow .....                                                                                   | 147        |
| 4.18.3 Void In Mix (VIM) .....                                                                      | 148        |
| 4.18.4 Void In Mineral Aggregate (VMA) .....                                                        | 149        |
| 4.18.5 Voids Filled With Asphalt (VFA) .....                                                        | 149        |
| 4.18.6 Berat isi (DENSITY) .....                                                                    | 150        |
| 4.18.7 Marshall Quotient (Mq) .....                                                                 | 151        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                             | <b>153</b> |
| 5.1 kesimpulan .....                                                                                | 153        |
| 5.2 Saran .....                                                                                     | 154        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                         | <b>155</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                                               | <b>157</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2. 1 Aspal Porus.....                                                                   | 15  |
| Gambar 2. 2 Diagram Diagonal Aspal Porus.....                                                  | 16  |
| Gambar 2. 3 Lateks cair .....                                                                  | 22  |
| Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian .....                                                        | 37  |
| Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian .....                                                        | 38  |
| Gambar 4. 1 Diagram Diagonal Aspal Porus Material Agregat Alami .....                          | 61  |
| Gambar 4. 2 Grafik Gradasi Agregat Alami Gabungan Aspal Porus.....                             | 62  |
| Gambar 4. 3 Diagram Diagonal Aspal Porus Material Limbah Beton .....                           | 74  |
| Gambar 4. 4 Tabel Gradasi Agregat Limbah beton Gabungan Aspal Porus .....                      | 75  |
| Gambar 4. 5 Grafik diagonal komposisi Campuran Agregat porus .....                             | 89  |
| Gambar 4. 6 Grafik Gradasi Agregat Alami Gabungan Aspal Porus.....                             | 91  |
| Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stabilitas Koreksi Aspal<br>Porus.....      | 110 |
| Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Flow Aspal Porus .....                      | 111 |
| Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VIM Aspal Porus .....                       | 111 |
| Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VMA Aspal Porus .....                      | 112 |
| Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan VFA Aspal Porus .....                      | 112 |
| Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Marshall Quotient (MQ)<br>Aspal Porus..... | 113 |
| Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Density Aspal Porus..                      | 113 |
| Gambar 4. 14 Grafik Diagram Batang Kadar Aspal Optimum (KAO).....                              | 114 |
| Gambar 4. 15 Grafik diagonal komposisi Campuran Agregat Limbah Beton Aspal<br>Porus.....       | 116 |
| Gambar 4. 16 Tabel Gradasi Agregat Limbah beton Gabungan Aspal Porus .....                     | 118 |
| Gambar 4. 17 Tabel Gradasi Agregat Limbah beton Gabungan Aspal Porus .....                     | 128 |
| Gambar 4. 18 Grafik hubungan antara kadar lateks dan Stabilitas koreksi aspal<br>porus .....   | 139 |
| Gambar 4. 19 Grafik hubungan antara kadar lateks dan Flow aspal porus.....                     | 140 |
| Gambar 4. 20 Grafik hubungan antara kadar lateks dan VIM aspal porus .....                     | 140 |
| Gambar 4. 21 Grafik hubungan antara kadar lateks dan VMA aspal porus.....                      | 141 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 22 Grafik hubungan antara kadar lateks dan VFA aspal porus .....    | 141 |
| Gambar 4. 23 Grafik hubungan antara kadar lateks dan Marshall Quotient (MQ)   |     |
| aspal porus .....                                                             | 142 |
| Gambar 4. 24 Grafik hubungan antara kadar lateks dan Density aspal porus .... | 142 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu .....                                           | 12 |
| Tabel 2. 2 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Stone Matrix Ashpalt .....                                    | 15 |
| Tabel 2. 3 Ketentuan Agregat Kasar .....                                                                | 18 |
| Tabel 2. 4 Ketentuan Agregat Halus .....                                                                | 19 |
| Tabel 2. 5 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal Porus .....                                             | 20 |
| Tabel 2. 6 Spesifikasi Campuran Aspal Porus .....                                                       | 21 |
| Tabel 3. 1 Rancangan Campuran Benda Uji .....                                                           | 34 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Alami 0-5 .....                                     | 39 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Alami 5 – 10 .....                                  | 40 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Alami 10 – 10 .....                                 | 40 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus Alami 0 – 5 .....                   | 41 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Alami 5 – 10 .....                  | 44 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Alami 10 – 10 .....                 | 47 |
| Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Agregat Alami Dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (100 Putaran) ..... | 50 |
| Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Agregat Alami Dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (500 Putaran) ..... | 51 |
| Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Material Agregat Alami Lolos Ayakan No.200 Agregat 10/10 .....               | 53 |
| Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Material Agregat Alami Lolos Ayakan No.200 Agregat 5/10 .....               | 54 |
| Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Material Agregat Alami Lolos Ayakan No.200 Agregat 0/5 .....                | 54 |
| Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat Alami 0/5 .....  | 57 |
| Tabel 4. 13 Hasil Setara Pasir Agregat Halus 0 - 5 .....                                                | 59 |
| Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Material Agregat Alami .....                                                | 60 |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4. 15 Tabel Gradasi Agregat Alami Gabungan Aspal Porus.....                                                  | 62 |
| Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat 10 – 10.....                                                  | 64 |
| Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 10 – 10                                       | 65 |
| Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Agregat Limbah Beton Dengan Menggunakan Alat<br>Abrasi Los Angeles (100 Putaran) ..... | 68 |
| Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Agregat Limbah Beton Dengan Menggunakan Alat<br>Abrasi Los Angeles (500 Putaran) ..... | 69 |
| Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Material Agregat Limbah Beton Lolos Ayakan No.200<br>Agregat 10/10 .....               | 71 |
| Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Material Agregat Limbah Beton .....                                                    | 73 |
| Tabel 4. 22 Tabel Gradasi Agregat Limbah Beton Gabungan Aspal Porus .....                                          | 75 |
| Tabel 4. 23 Hasil Penetrasi Bahan-bahan Bitumen sebelum Kehilangan Berat (SNI<br>2456 : 2011) .....                | 76 |
| Tabel 4. 24 Hasil Penetrasi Bahan-bahan Bitumen setelah Kehilangan Berat (SNI<br>2456 : 2011) .....                | 77 |
| Tabel 4. 25 Hasil Penetrasi Bahan-bahan Bitumen setelah Kehilangan Berat (SNI<br>2456 : 2011) .....                | 78 |
| Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Titik Lembek.....                                                                      | 79 |
| Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Sebelum Kehilangan Berat.....                                         | 80 |
| Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Setelah Kehilangan Berat .....                                        | 81 |
| Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal.....                                                                 | 82 |
| Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal .....                                                | 85 |
| Tabel 4. 31 Hasil Rekapitulasi Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70 .....                                     | 86 |
| Tabel 4. 32 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal Porus.....                                                        | 88 |
| Tabel 4. 33 Gradasi Agregat gabungan Porus .....                                                                   | 91 |
| Tabel 4. 34 Perencanaan Komposisi Campuran Aspal Porus .....                                                       | 95 |
| Tabel 4. 35 Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal 4% Aspal Porus<br>.....                               | 96 |
| Tabel 4. 36 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Porus<br>.....                               | 97 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 37 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Porus .....                        | 98  |
| Tabel 4. 38 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Porus .....                        | 99  |
| Tabel 4.39 Data Pengujian Kadar Aspal 4 % .....                                                          | 100 |
| Tabel 4.40 Tabel Uji-T .....                                                                             | 102 |
| Tabel 4.41 Data Pengujian Stabilitas Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....        | 103 |
| Tabel 4.42 Data Pengujian Flow Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....    | 104 |
| Tabel 4.43 Data Pengujian VIM Setelah Dilakukan Pengujian Inteval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....      | 105 |
| Tabel 4.44 Data Pengujian VMA Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....     | 106 |
| Tabel 4. 45 Data Pengujian VFA Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....    | 107 |
| Tabel 4. 46 Data Pengujian MQ Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % .....     | 108 |
| Tabel 4.47 Data Pengujian Density Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Aspal 4 % ..... | 109 |
| Tabel 4.48 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal Porus.....                                               | 115 |
| Tabel 4.49 Gradasi Agregat gabungan Limbah Beton Aspal Porus .....                                       | 118 |
| Tabel 4.50 Perencanaan Komposisi Campuran Aspal Porus .....                                              | 123 |
| Tabel 4.51 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Porus .....                         | 124 |
| Tabel 4.52 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Porus .....                         | 125 |
| Tabel 4. 53 Data Pengujian Permeabilitas Constant Head .....                                             | 126 |
| Tabel 4. 54 Data Pengujian Kadar Lateks 3,5 %.....                                                       | 129 |
| Tabel 4. 55 Tabel Uji-T .....                                                                            | 131 |

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 56 Data Pengujian Stabilitas Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks .....             | 132 |
| Tabel 4. 57 Data Pengujian Flow Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks.....                    | 133 |
| Tabel 4. 58 Data Pengujian VIM Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks.....                     | 134 |
| Tabel 4. 59 Data Pengujian VMA Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks.....                     | 135 |
| Tabel 4. 60 Data Pengujian VFA Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks.....                     | 136 |
| Tabel 4. 61 Data Pengujian MQ (Marshall Quotient) Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks ..... | 137 |
| Tabel 4. 62 Data Pengujian Density Setelah Dilakukan Interval Kepercaayan Kadar Aspal Optimum (KAO) 4 % Dengan Agregat Limbah Beton Dan Lateks.....                 | 138 |
| Tabel 4. 63 Hasil perhitungan kadar Lateks oprimum pada campuran aspal porus .....                                                                                  | 143 |
| Tabel 4. 64 Rekap Perbandingan Hasil Paarameter Pengujian KAO dan Campuran Aspal Porus Dengan Agregat Limbah Beton Serta Bahan Tambahan Lateks .....                | 144 |
| Tabel 4. 65 Hasil Uji-F terhadap nilai Stabilitas .....                                                                                                             | 147 |
| Tabel 4. 66 Hasil Uji-F terhadap nilai Flow.....                                                                                                                    | 147 |
| Tabel 4. 67 Hasil Uji-F terhadap nilai VIM .....                                                                                                                    | 148 |
| Tabel 4. 68 Hasil Uji-F terhadap nilai VMA.....                                                                                                                     | 149 |
| Tabel 4. 69 Hasil Uji-F terhadap nilai VFA .....                                                                                                                    | 149 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 70 Hasil Uji-F Terhadap Nilai Berat isi..... | 150 |
| Tabel 4. 71 Hasil Uji-F terhadap nilai MQ .....       | 151 |