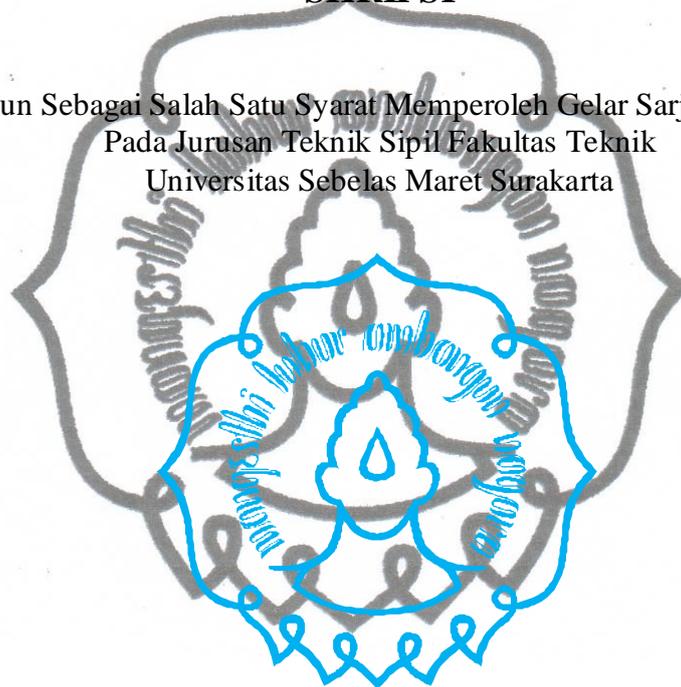


**PENGARUH KEBERADAAN AIR
PADA PROSES PEMADATAN ASPAL BETON
TERHADAP PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS**

*(Effect of Water Existence in Asphalt Concrete Compaction Process
on the Unconfined Compressive Strength Test)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

ANDY YARZIS Q

NIM I 1109002

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

*com***2012***user*

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KEBERADAAN AIR
PADA PROSES PEMADATAN ASPAL BETON
TERHADAP PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS**

*(Effect of Water Existence in Asphalt Concrete Compaction Process
on the Unconfined Compressive Strength Test)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

ANDY YARZIS Q

NIM I 1109002

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ary Setyawan, M.Sc. (Eng), Ph.D

NIP. 19661204 199512 1 001

Ir. Djoko Sarwono, MT.

NIP. 19600415 199201 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KEBERADAAN AIR
PADA PROSES PEMADATAN ASPAL BETON
TERHADAP PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS**

*(Effect of Water Existence in Asphalt Concrete Compaction Process
on the Unconfined Compressive Strength Test)*

SKRIPSI

Disusun oleh :

ANDY YARZIS Q
NIM I 1109002

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendarasan Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 10 Juli 2012

1. Ir. Ary Setyawan, M.Sc. (Eng), Ph.D -----
NIP. 19661204 199512 1 001
2. Ir. Djoko Sarwono, MT -----
NIP. 19600415 199201 1 001
3. Ir. Djumari, M.T. -----
NIP. 19571020 198702 1 001
4. S.J. Legowo, S.T., M.T. -----
NIP. 19670413 199702 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Mengesahkan,
Ketua Program Non Reguler
Fakultas Teknik UNS

Ir. Bambang Santosa, MT
NIP.19590823 198601 1 001

commit to user

Edy Purwanto, ST, MT
NIP. 19680912 199702 1 001

ABSTRAK

Andy Yarzis Qurniawan, 2012. "PENGARUH KEBERADAAN AIR PADA PROSES PEMADATAN ASPAL BETON TERHADAP PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS". Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal beton adalah suatu lapisan pada jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Dengan demikian, aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai daya adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat yang elastis. Kerusakan konstruksi jalan pada perkerasan lentur dapat disebabkan karena adanya keberadaan air pada saat pemadatan aspal berlangsung, yakni pada saat pemadatan terjadi hujan ataupun kesalahan pada saat konstruksi pemadatan aspal.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu membuat benda uji berupa briket dengan ukuran diameter berkisar 100.1 mm dan tebal berkisar 62.5 mm. Pengujian Marshall dilakukan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum yang nantinya akan digunakan untuk pembuatan sampel pengujian kuat tekan bebas. Pengujian kuat tekan bebas dilakukan dengan cara memberikan beban secara vetikal untuk mendapatkan kuat tekan maksimum yang dapat ditahan oleh campuran aspal beton dengan sampel yang digunakan telah diberikan variasi penambahan kadar air yakni sebesar 0 %, 1 %, 1.5 %, 2 %, 2.5%.

Terdapat hubungan linier yang sangat kuat antara nilai kuat tekan bebas (KPa) dengan persentase kadar air (%), yakni pada persamaan $UCS = -644.7x + 7794$ ($r^2 = 0.916$). Dimana penambahan kadar air menyebabkan kuat tekan campuran aspal beton menjadi turun yang disebabkan karena terjadinya penurunan daya kohesi aspal, yakni kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan menjadi berkurang. Pada hasil Pengujian Anova didapatkan hasil F hitung $>$ F tabel, ($78.584 > 3.48$) maka H_1 diterima berarti kadar air berpengaruh terhadap nilai kuat tekan terkoreksi.

Kata Kunci : Aspal Beton, Kadar air, Kadar Aspal Optimum, Kohesi Aspal, Kuat Tekan, Pengujian Anova, Pengujian *Marshall*.

commit to user

ABSTRACT

Andy Yarzis Qurniawan, 2012." Effect of Water Existence in Asphalt Concrete Compaction Process on the Unconfined Compressive Strength Test". Thesis of Civil Engineering Department of Engineering Faculty of Surakarta Sebelas Maret University.

Construction of flexible pavement is a pavement that use asphalt as a binder and pavement layers are carrying it and spread the traffic load to the subgrade. Asphalt concrete is a layer on a highway consisting of a mixture of hard asphalt and aggregate are mixed continuously graded, spread and compacted in hot conditions at a specific temperature. Thus, the asphalt must have staying power (not fast brittle) to the weather, have the power of adhesion and cohesion is good and the elastic properties. Damage to road construction on flexible pavement can be due to the presence of water at the asphalt compaction takes place, namely during the compaction of rain or an error occurs during the construction of asphalt compaction.

The method used in this study is an experimental method of making a briquette specimen with a diameter ranging from 100.1 mm and 62.5 mm thickness range. Marshall test carried out to obtain the optimum asphalt content that will be used for the manufacture of unconfined compressive strength test. Compressive strength testing is done by giving free load vetikal to get the maximum compressive strength that can be held by a mixture of asphalt concrete samples used have been given additional variations of the water content of 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%.

Artifacts are very strong linear relationship between the compressive strength of free (KPa) with the percentage of water content (%), namely the equation $UCS = -644.7x + 7794$ ($r^2 = 0916$).). Where the addition of water content causes the compressive strength of asphalt concrete mixtures to be dropped due to a decrease in the cohesion of the asphalt, the asphalt ability to keep the aggregate remains in place after the binding is reduced. Anova test results obtained F calculated $> F$ table, ($78.584 > 3.48$), the H_1 is accepted means that the water content affects the compressive strength value was corrected.

Keyword: Asphalt Concrete, Water content, Optimum Asphalt Content, Asphalt Cohesion, Compressive Strength, Anova Testing, Testing Marshall.

commit to user

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Hipotesa.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	8
2.2.1. Lapis Perkerasan Aspal Beton.....	8
2.2.2. Bahan Penyusun Lapis Perkerasan Aspal Beton.....	8
2.2.2.1. Aspal.....	8

	Halaman
2.2.2.2. Agregat.....	11
2.2.2.3. Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	14
2.2.3. Karakterisasi Campuran.....	14
2.2.3.1. Stabilitas.....	14
2.2.3.2. <i>Flow</i>	15
2.2.3.3. <i>Marshall Quotient</i>	15
2.2.3.4. Densitas.....	16
2.2.3.5. <i>Spesific Gravity</i> Campuran.....	16
2.2.3.6. Porositas.....	17
2.2.3.7. Durabilitas.....	17
2.2.3.8. <i>Skid Resistance</i>	18
2.2.3.9. <i>Workability</i>	18
2.2.3.10. Fleksibilitas.....	18
2.2.3.11. Kuat Tekan.....	19
2.2.4. Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb).....	19
2.2.5. Pematatan Aspal.....	21
2.2.5. Permasalahan dalam Kualitas Aspal Beton Campuran Panas...	24
2.3. Pengujian Campuran Panas Aspal Beton.....	25
2.3.1. Pengujian <i>Volumetrik</i>	25
2.3.2. Pengujian <i>Marshall</i>	25
2.3.3. Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	26
2.4. Teori Korelasi.....	26
2.5. Uji Hipotesis.....	27

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian.....	29
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.2.1. Waktu Penelitian.....	29
3.2.2. Tempat Penelitian.....	30
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	30

	Halaman
3.3.1. Data Primer.....	30
3.3.1. Data Sekunder.....	30
3.4. Peralatan.....	31
3.5. Bahan.....	31
3.6. Benda Uji.....	32
3.6.1. Jumlah Benda Uji.....	32
3.6.2. Pembuatan Benda Uji.....	33
3.6.3. Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji dengan <i>Job Mix</i>	33
3.7. Pengujian Benda Uji.....	34
3.7.1. Pengujian <i>Volumetrik</i>	34
3.7.2. Pengujian <i>Marshall</i>	35
3.7.3. Pengujian Kuat Tekan.....	37
4.1. Hasil Penelitian.....	40
4.1.1. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras.....	40
4.1.2. Hasil Pemeriksaan Agregat.....	41
4.1.3. Hasil Pemeriksaan <i>Filler</i>	42
4.1.4. Data Perencanaan Gradasi.....	42
4.1.5. Data Kadar Aspal Optimum Rencana.....	43
4.1.6. Pemasakan Aspal.....	44
4.1.7. Hasil Pengujian Volumetrik.....	45
4.1.7. Hasil Pengujian <i>Marshall</i>	48
4.1.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	57
5.1. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	

commit to user

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pemadatan Awal dengan <i>Steel Roller</i>	22
Gambar 2.2. Pemadatan Antara dengan <i>Pneumatic Tire Roller</i>	22
Gambar 2.3. Pemadatan Akhir dengan <i>Steel Roller</i>	23
Gambar 3.1. Alat Pengujian <i>Test Marshall</i>	36
Gambar 3.2. Alat Uji Kuat Tekan Bebas.....	38
Gambar 3.3. Bagan Alir Tahap-tahap Penelitian.....	39
Gambar 4.1. Penambahan Air pada Saat Penumbukan ke 15	44
Gambar 4.2. Air yang Telah meresap ke Dalam Aspal Beton	45
Gambar 4.3. Air yang Keluar dari Cetakan Aspal	45
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas	48
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Porositas	48
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas	50
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i>	50
Gambar 4.8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Flow</i>	51
Gambar 4.9. Grafik Hubungan Kadar Air terhadap Kuat tekan Bebas.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Persyaratan Aspal Keras.....	9
Tabel 2.2. Batas - Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran.....	13
Tabel 2.3. Batas – Batas Gradasi No. IV.....	13
Tabel 2.4. Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton	20
Tabel 2.5. Persentase Rongga dalam Agregat.....	21
Tabel 2.6. Ketentuan Temperatur Campuran Aspal.....	23
Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	29
Tabel 3.2. Jumlah Pembuatan Benda Uji <i>Marshall</i>	32
Tabel 3.3. Jumlah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Bebas.....	32
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras.....	40
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan <i>Coarse Aggregate</i> (CA).....	41
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan <i>Medium Aggregate</i> (MA).....	42
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan <i>Fine Aggregate</i> (FA).....	42
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan <i>Natural Aggregate</i> (NS).....	42
Tabel 4.6. Perencanaan Gradasi Campuran Lapis Aspal Beton.....	43
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Volumetrik Aspal Beton.....	46
Tabel 4.8. Hasil Pengujian <i>Marshall Test</i>	49
Tabel 4.9. Rekapitulasi Nilai Karakteristik Aspal pada KAO.....	52
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Kadar Air	53
Tabel 4.11. Nilai Diskriptif Kuat Tekan pada Pengujian <i>One Way Anova</i>	55
Tabel 4.12. Hasil <i>Test of Homogeneity of Variances Kuat Tekan</i>	55
Tabel 4.13. Hasil Pengujian <i>One Way Anova</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

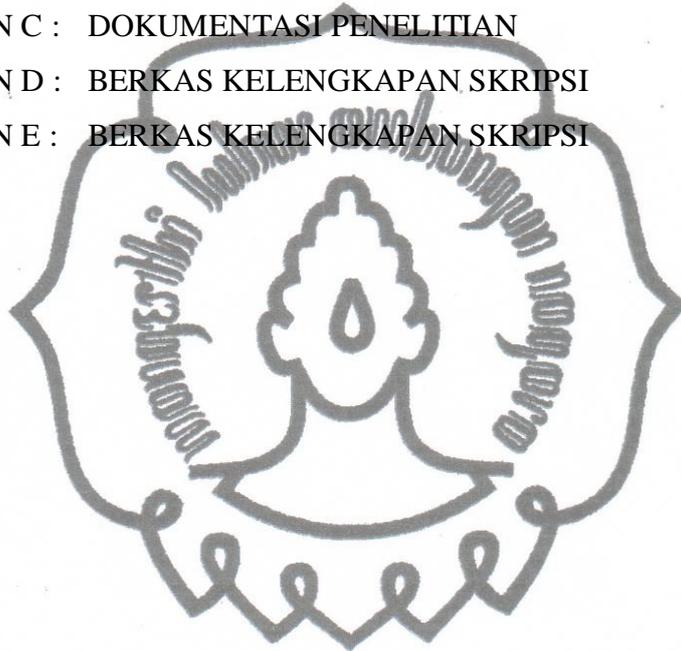
LAMPIRAN A : KEBUTUAN BAHAN

LAMPIRAN B : HASIL PEMERIKSAAN UJI BAHAN

LAMPIRAN C : DOKUMENTASI PENELITIAN

LAMPIRAN D : BERKAS KELENGKAPAN SKRIPSI

LAMPIRAN E : BERKAS KELENGKAPAN SKRIPSI



DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
C	= Angka koreksi ketebalan
D	= Densitas (gr/cm^3)
F	= Nilai flow (mm)
k	= Faktor kalibrasi alat
MQ	= <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)
P	= Beban pengujian (N)
q	= Pembacaan stabilitas pada dial Alat <i>Marshall</i> (lb)
r	= Koefisien korelasi
r^2	= Koefisien determinasi
S	= Nilai stabilitas terkoreksi (kg)
SG _{gh}	= <i>Specific Gravity</i> agregat halus (gr/cm^3)
SG _{gk}	= <i>Specific Gravity</i> agregat kasar (gr/cm^3)
SG _b	= <i>Specific Gravity</i> aspal (gr/cm^3)
SG _f	= <i>Specific Gravity</i> filler (gr/cm^3)
SG _{mix}	= <i>Specific Gravity</i> Campuran (gr/cm^3)
UCS	= <i>Unconfined Compressive Strength</i> (kuat tekan bebas) (KPa)
VIM	= <i>Void In Mix</i> (Porositas campuran) (%)
W _{ah}	= Persen berat agregat halus (%)
W _{ak}	= Persen berat agregat kasar (%)
W _b	= Persen berat aspal (%)
W _{dry}	= Berat kering (gram)
W _f	= Persen berat <i>filler</i> (%)
W _s	= Berat jenuh (gram)
W _w	= Berat dalam air (gram)

commit to user

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasanya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Dengan demikian, aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai daya adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat yang elastis. Pada beberapa bulan lalu daerah-daerah di Indonesia mengalami musim hujan, sehingga kerusakan jalan seringkali dikaitkan dengan fenomena alam ini. Pada saat musim hujan, perbaikan tidak atau relatif sulit untuk dilakukan, khususnya untuk jenis konstruksi jalan lentur.

Berbagai keluhan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kondisi kerusakan jalan tersebut. Kerusakan itu yang mengakibatkan lumpuhnya perekonomian, meningkatnya biaya transportasi karena waktu perjalanan menjadi lebih lama, kerusakan kendaraan akibat guncangan pada jalan berlubang, dan meningkatnya jumlah kecelakaan lalulintas khususnya kendaraan roda dua karena terjebak oleh kondisi jalan rusak dan berlubang. Penyebab kerusakan jalan bukan hanya kelebihan muatan atau fenomena alam tetapi juga konstruksi jalan yang tidak memenuhi standar, baik menyangkut kepadatan tanah ataupun material konstruksi perkerasan yang tidak baik yang dapat disebabkan karena sistem pengolahan bahan yang tidak baik.

Kerusakan jalan juga dapat disebabkan karena adanya metode konstruksi yang kurang tepat seperti pada saat pemadatan aspal, antara lain pada saat pemadatan aspal berlangsung terjadi hujan dan proses pemadatan aspal masih tetap dilanjutkan, ataupun pada saat konstruksi pemadatan aspal berlangsung yakni pada saat pemadatan antara dilakukan pemberian air yang berlebih pada

permukaan roda alat pemadat ataupun langsung ke permukaan aspal, sehingga diperlukan pengujian laboratorium seperti pengujian kuat tekan bebas agar dapat diketahui pengaruh keberadaan air pada saat pemadatan aspal. Adanya keberadaan air merupakan salah satu faktor yang bisa berpengaruh terhadap kerusakan jalan yang sering terjadi sekarang ini. Untuk itu pada saat pemadatan aspal dilakukan diperlukan batasan – batasan yang diperbolehkan tentang adanya keberadaan air tersebut.

Penelitian ini menggunakan aspal beton karena sebagian besar pembangunan jalan raya di Indonesia menggunakan aspal beton. Aspal beton sendiri merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, yang kemudian dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan adalah agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*).

Pengujian aspal beton dalam penelitian ini menggunakan pengujian kuat tekan bebas. Pengujian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui seberapa besar kekuatan daya dukung benda uji terhadap deformasi atau tekanan jika diaplikasikan ke lapangan. Karena apabila dilihat, kondisi jalan yang rusak banyak disebabkan karena rapuhnya konstruksi jalan akibat tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Oleh karena itu pengujian kuat tekan bebas perlu dilakukan dalam penelitian ini.

Kuat tekan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan beban yang ada secara vertikal yang dinyatakan dalam kg atau lb. Besarnya muatan kendaraan yang disalurkan melalui roda kendaraan merupakan beban tekan yang diterima perkerasan, pada kenyataannya beban yang diberikan oleh kendaraan terhadap perkerasan jalan raya sangatlah bervariasi tergantung dari jenis kendaraan dan muatan yang dibawa kendaraan tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimanakah hubungan antara kadar air dengan kuat tekan bebas?
- b. Bagaimanakah pengaruh keberadaan air pada saat pemadatan aspal beton terhadap pengujian kuat tekan bebas?

1.3. Batasan Masalah

- a. Penelitian dilakukan dengan uji laboratorium sesuai standar SNI.
- b. Batas gradasi agregat menggunakan SNI 03-1737-1989 No IV.
- c. Agregat yang digunakan berasal dari PT Panca Dharma Puspawira.
- d. Aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70 produksi Pertamina.
- e. Bahan pengisi (*filler*) menggunakan *filler* abu batu.
- f. Pengujian aspal penetrasi 60/70, pengujian agregat, dan pengujian bahan pengisi (*filler*) menggunakan data sekunder.
- g. Pembuatan benda uji kuat tekan, setelah tumbukan ke 15 diberikan penambahan air dan kemudian menyelesaikan tumbukan sampai ke 75 kali.
- h. Air yang digunakan untuk pengujian adalah air yang berada di laboratorium Jalan Raya UNS.
- i. Teknik pengujian benda uji menggunakan pengujian kuat tekan bebas.

1.4. Tujuan

- a. Mengetahui pola hubungan antara kadar air dengan kuat tekan bebas.
- b. Mengetahui pengaruh keberadaan air pada saat proses pemadatan aspal beton terhadap pengujian kuat tekan bebas.

1.5. Hipotesa

Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (kadar air) secara bersama – sama terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas), dengan dasar

pengambilan keputusan sebagai berikut :

- a. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima
- b. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak

Dimana,

H_0 : variabel bebas (kadar air) secara simultan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas).

H_1 : Variabel bebas (kadar air) secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas).

1.6. Manfaat

Memberikan pengetahuan mengenai pengaruh air pada saat pemadatan aspal beton terhadap nilai kuat tekan bebas campuran aspal beton.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Rancangan campuran perkerasan aspal meliputi pemilihan jenis aspal, pemilihan material agregat yang sesuai dengan jenis konstruksi perkerasan, dan penentuan proporsi optimum agregat dan aspal didalam campuran. Kemampuan perkerasan lentur untuk menahan kerusakan adalah sangat tergantung pada keawetan lapisan aspal tersebut. Air adalah salah satu dari banyak faktor yang mempengaruhi keawetan dari suatu campuran aspal. Air dapat mengurangi ikatan antara aspal dan agregat dan berakibat hilangnya agregat dari permukaan sehingga kemampuan lapisan untuk menahan beban juga akan terpengaruh.

(Pratika Riris, 2012) *Pengaruh Keberadaan Air Pada Saat Pematatan Campuran HRS Ditinjau dari Nilai Karakteristik Marshall*. Pengaruh keberadaan air pada saat pematatan campuran HRS ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall* dengan x sebagai variabel bebas berupa persentase kadar air terhadap berat total campuran, yaitu nilai stabilitas menurun sebesar nilai $y = -165.07x + 1080.6$ dengan $R^2 = 0.8186$, dan tingkat penurunan sebesar 30.55%, nilai flow meningkat sebesar nilai $y = 0.438x + 2.3733$ dengan $R^2 = 0.7782$, dan tingkat penurunan sebesar 36.91%, nilai VIM menurun sebesar nilai $y = -1.351x + 13.592$ dengan $R^2 = 0.709$, dan tingkat penurunan sebesar 19.88%, nilai densitas meningkat sebesar nilai $y = 0.0328x + 2.0975$ dengan $R^2 = 0.709$, dan tingkat penurunan sebesar 3.12% dan nilai MQ menurun sebesar nilai $y = -103.95x + 445.79$, dengan $R^2 = 0.9633$, dan tingkat penurunan sebesar 46.64%.

(Bina Marga, 1987) Aspal beton adalah salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia, merupakan satu lapisan pada jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapis permukaan atau lapis binder pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan daya dukung serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya.

(M. Zainul Arifin, Ludfi Djakfar, Gina Martina, 2008) *Pengaruh Kandungan Air Hujan Terhadap Nilai Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (iks) campuran lapisan Aspal Beton (laston)*. Metode dan desain dalam penelitian ini disesuaikan dengan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). Ada dua perlakuan yaitu pembuatan campuran aspal dalam kondisi tanpa tersiram air hujan dan kondisi dengan tersiram air hujan. Kondisi tanpa tersiram air dilakukan untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO). Pada kondisi tersiram air, kadar aspal yang digunakan berdasarkan KAO. Untuk perlakuannya setelah campuran mencapai suhu pencampuran, kemudian campuran dimasukkan ke dalam *mold* lalu dilakukan penyiraman menggunakan alat suntik skala 0,1 ml pada permukaan campuran dengan jumlah air hujan masing-masing sebanyak 1ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml dan 5 ml. Setelah mencapai suhu pemadatan kemudian dipadatkan. Secara keseluruhan nilai karakteristik Marshall mengalami penurunan seiring bertambahnya kandungan air hujan. Rata-rata nilai *VIM* pada 0 ml kandungan air sebesar 3,7787% menurun mencapai nilai 3,1995 % pada kandungan air 5 ml. Rata-rata *VMA* pada 0 ml kandungan air sebesar 16,9590 % menurun mencapai nilai 16,4592 % pada kandungan air 5 ml. Rata-rata nilai stabilitas pada 0 ml kandungan air sebesar 941,3337 kg menurun mencapai nilai 772,3397 kg pada kandungan air 5 ml. Rata-rata nilai *flow* pada 0 ml kandungan air sebesar 2,25 mm menurun mencapai nilai 2,1 mm pada kandungan air 5 ml.

(Ayman M. Othman, 2006) *Incorporation Of White Cement Dust On Rubber Modified Asphalt Concrete Mixtures. International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE* Vol: 9 No:10 pp. 40-51. *The unconfined compression test were performed using a 15-ton capacity universal testing machine in a room temperature around 25 ° C. test specimens 2.5 inches thick and 4 inches diameter were placed on the lower fixed plate of the testing machine. Load was applied with uniform rate of 2 mm/min on the circular face of testing samples until failure occurred. The maximum load to failure was recorded and hence the compressive strength was calculated.*

(Eka Ambarwati, 2010) *Kajian Kuat Tekan Terhadap Karakteristik Aspal Beton pada Campuran Hangat dengan Modifikasi Agregat Baru RAP dan Aspal Residu Oli.* Terdapat pola hubungan linier yang sangat kuat antara kadar residu oli dengan kuat tekan bebas terjalin pada persamaan $UCS = -126,5 \text{ obc} + 3724$ dimana $r^2 = 0,990$. Penambahan kandungan residu oli pada campuran menyebabkan penurunan nilai kuat tekan bebas yang signifikan.

Penelitian ini akan meneliti mengenai pengaruh keberadaan air pada saat pemadatan aspal beton terhadap pengujian kuat tekan bebas, dimana air yang akan digunakan menggunakan air yang berada di Laboratorium Jalan Raya UNS dengan variasi penambahan air yang telah ditentukan sebelumnya yakni sebesar 0%, 1%, 1.5%, 2%, dan 2.5%. Pengujian sampel campuran aspal beton nantinya menggunakan alat *Universal Testing Machine*, dimana akan diperoleh nilai kuat tekan masing – masing sampel dengan variasi penambahan air yang telah ditentukan. Kadar aspal yang digunakan adalah menggunakan kadar aspal optimum dari hasil Pengujian *Marshall*. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran mengenai besarnya nilai kuat tekan terhadap campuran aspal yang telah diberikan penambahan air.

2.2. DASAR TEORI

2.2.1. LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

Lapis perkerasan merupakan suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah dipersiapkan dengan pemadatan dan berfungsi sebagai pemikul beban di atasnya dan kemudian disebarkan te tanah dasar.

Aspal beton adalah salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia, merupakan suatu lapisan pada jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Pembuatan Lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapis permukaan atau lapis binder pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan daya dukung serta berfungsi sebagai lapis kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987).

2.2.2. BAHAN PENYUSUN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

2.2.2.1 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang kental ataupun padat secara esensial terdiri dari senyawa hidrokarbon dan turunanya, yang terlarut dalam *trichloroethlene*, tidak mudah berubah dan melunak secara perlahan ketika dipanaskan, memiliki warna hitam atau coklat, memiliki sifat kedap air dan sifat *visco-elastis* serta memiliki ciri yang beragam mulai dari yang bersifat lekat sampai bersifat elastis. Aspal diperoleh melalui destilasi dari minyak dan bisa ditemukan dalam bentuk deposit alami atau dalam suatu komponen alami yang menyimpan aspal dan tercampur dengan mineral lainnya.

Aspal untuk aspal beton harus terdiri dari aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa, dan memenuhi syarat sebagaimana tercantum pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan (MPBJ)	Persyaratan				Satuan
		Pen. 60		Pen.80		
		Min	Mak	Min	Mak	
1. Penetrasi (25°C 5 detik)	PA.0301-76	60	79	80	99	0,1 mm
2. Titik Lembek (ring ball)	PA.0302-76	48	58	46	54	°C
3. Titik Nyala (Clev.open cup)	PA.0303-76	200	-	225	-	°C
4. Kehilangan Berat (163°C, 5 jam)	*)	-	0,8	-	0,1	% berat
5. Kelarutan (C2 11CL3)	PA.0305-76	99	-	99	-	% berat
6. Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	PA.0301-76	100	-	100	-	Cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat *)	PA.0301-76	54	-	50	-	% semula
8. daktilitas setelah kehilangan berat *)	PA.0306-76	50	-	75	-	Cm
9. Berat Jenis	PA.0307-76	1	-	1	-	Gr/cc

Sumber : SNI 03-1737-1989

Untuk dapat memenuhi fungsi sebagai bahan perkerasan dengan baik, maka aspal yang akan digunakan sebagai campuran haruslah memiliki sifat karakteristik aspal, yakni :

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan aspal untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk, seperti gelombang, alur, dan *bleeding*.

2. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk dapat mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Daya tahan / Durabilitas

Daya tahan / durabilitas adalah kemampuan aspal untuk menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh suhu dan iklim.

4. Kelenturan / Fleksibilitas

Kelenturan / fleksibilitas adalah kemampuan aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadinya retak.

5. Ketahanan Terhadap Kelelahan / *Fatigue Resistance*

Ketahanan terhadap kelelahan / *fatigue resistance* adalah kemampuan aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.

6. Kekesatan / Tahanan Geser / *Skid Resistance*

Kekesatan / tahanan geser / *skid resistance* adalah kemampuan permukaan aspal terutama kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip.

7. Kedap Air / *Impermeabilitas*

Kedap air / *impermeabilitas* adalah kemampuan aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan aspal.

8. Mudah Dilaksanakan / *Workability*

Mudah dilaksanakan / *workability* adalah kemampuan campuran aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat *workability* menentukan tingkat efisiensi pekerjaan.

Ciri – ciri yang dimiliki oleh aspal beton antara lain :

1. Memiliki gradasi yang baik (*well gradation*) atau gradasi rapat (*dense grade*), yaitu antara campuran agregat kasar dan halus memiliki proporsi yang seimbang.
2. Memiliki stabilitas yang tinggi, mampu menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*.
3. Memiliki keawetan (durabilitas) dan kedap air serta bebas dari material yang lepas serta permukaan tajam.
4. Ekonomis dalam pemeliharaan.

2.2.2.2. Agregat

Agregat adalah bahan penyusun utama dalam perkerasan jalan. Mutu dari agregat akan sangat menentukan mutu dari perkerasan yang akan dihasilkan. Pengawasan terhadap mutu agregat dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium.

Agregat didefinisikan sebagai batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik yang berupa hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang merupakan bahan baku utama konstruksi perkerasan jalan. Pada perkerasan aspal beton yang dibuat melalui proses pencampuran panas, agregat mengisi 95% berat campuran atau 75-85% volume campuran. Oleh karena itu perlu diperhatikan dengan baik kualitas agregat yang akan dipakai, yaitu dengan memperhatikan sifat – sifat dari agregat tersebut seperti gradasi dan ukuran butir, kebersihan, bentuk dan tekstur permukaan, kekuatan dan porositas.

Menurut ukuran, agregat dapat dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu :

1. Agregat Kasar (*Coarse Agregate*)

Adalah agregat yang tertahan saringan no.4 (4,76 mm).

2. Agregat Halus (*Fine Agregate*)

Adalah agregat yang lolos saringan no.4 (4,76 mm) dan tertahan saringan no. 200 (0,075 mm).

3. Agregat Pengisi (*Filler*)

Adalah agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm).

Sifat agregat sangat berpengaruh penting pada campuran aspal beton. Sifat agregat tersebut antara lain adalah gradasi. Gradasi adalah pembagian ukuran agregat. Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Gradasi Seragam (*Uniform Gradation*)

Gradasi seragam disebut juga dengan gradasi terbuka, gradasi ini adalah gradasi dengan ukuran butir yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapis perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume yang kecil.

2. Gradasi Rapat (*Dense Gradation*)

Gradasi rapat disebut juga dengan gradasi baik (*well gradation*), gradasi ini adalah gradasi dengan ukuran butir dari besar ke kecil dengan proporsi yang berimbang.

3. Gradasi Senjang (*Gap Gradation*)

Gradasi sejang disebut juga dengan gradasi buruk (*poorly gradation*), gradasi ini adalah gradasi tidak memenuhi 2 (dua) kategori diatas, dimana ada bagian tertentu yang dihilangkan sebagian.

Pembagian batas gradasi yang digunakan dalam campuran aspal beton dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Batas - Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran

No Campuran		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Gradasi / Tekstur		Kasar	Kasar	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat
Tebal Padat (mm)		20-40	25-50	20-40	25-50	40-65	50-75	40-50	20-40	40-65	40-65	40-50
Ukuran Saringan		% BERAT YANG LOLOS SARINGAN										
1 1/2"	38,1 mm	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
1"	25,4 mm	-	-	-	-	100	90-100	-	-	100	100	-
3/4"	19,1 mm	-	100	-	100	80-100	82-100	100	-	85-100	85-100	100
1/2"	12,7 mm	100	75-100	100	80-100	-	72-90	80-100	100	-	-	-
3/8"	9,52 mm	75-100	60-85	80-100	70-90	60-80	-	-	-	65-85	56-78	74-92
No.4	4,76 mm	35-55	35-55	55-75	50-70	48-65	52-70	54-72	62-80	45-65	38-60	48-70
No.8	2,38 mm	20-35	20-35	35-50	35-50	35-50	40-56	42-58	44-60	34-54	27-47	33-53
No.30	0,59 mm	10-22	10-22	18-29	18-29	19-30	24-36	26-38	28-40	20-35	13-28	15-30
No.50	0,279 mm	6-16	6-16	13-23	13-23	13-23	16-26	18-28	20-30	16-26	9-20	10-20
No.100	0,149 mm	4-12	4-12	8-16	8-16	7-15	10-18	12-20	12-20	10-18	-	-
No.200	0,0746 mm	2-8	2-8	4-10	4-10	1-8	6-12	6-12	6-12	5-10	4-8	4-9

Sumber : SNI 03-1737-1989

Pada penelitian ini menggunakan gradasi no IV sesuai gradasi Standar Nasional Indonesia (SNI) seperti pada tabel 2.2 dimana digunakan untuk lapis permukaan dan semua fraksi agregat mulai dari yang kasar sampai yang halus tersedia.

Tabel 2.3. Batas – Batas Gradasi No IV

Ukuran Saringan (mm)	% Lolos Saringan
19,1	100
12,7	80 - 100
9,52	70 – 90
4,76	50 – 70
2,38	35 – 50
0,59	18 – 29
0,279	13 - 23
0,149	8 – 16
0,074	4 – 10

Sumber : SNI 03-1737-1989

2.2.2.3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Filler adalah agregat halus yang lolos saringan no 200, bersifat non plastis. *Filler* bersifat mendukung agregat kasar bersama dengan agregat halus dan binder. *Filler* dapat memperluas bidang kontak yang ditimbulkan butiran, sehingga mengakibatkan tahanan terhadap gaya geser bertambah.

Syarat umum *filler* adalah :

- Lolos saringan no.200 (75 μ m)
- bersifat non plastis
- mempunyai spesifik gravitasi $\geq 2,75$

Menurut Bina Marga tahun 1987 macam dari *filler* adalah abu batu, abu batu kapur (*limestone dust*), abu terbang (*fly ash*), semen portland, kapur padam dan bahan non plastis lainnya.

2.2.3. Karakterisasi Campuran

2.2.3.1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja, tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding* dinyatakan dalam satuan kg atau lb. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall Test* sewaktu melakukan pengujian *Marshall*. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan penggunaan agregat dengan gradasi yang rapat, agregat dengan permukaan kasar dan aspal dalam jumlah yang cukup. Nilai stabilitas terkoreksi dihitung dengan rumus :

$$S = q \times C \times k \times 0,4536 \dots \dots \dots \text{(Rumus 2.1)}$$

Dimana :

- S = nilai stabilitas terkoreksi (kg)
 q = pembacaan stabilitas pada dial Alat *Marshall* (lb)
 k = faktor kalibrasi alat
 C = angka koreksi ketebalan
 0,4536 = konversi beban dari lb ke kg

2.2.3.2. *Flow*

Flow dari Pengujian *Marshall* adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel sampai batas runtuh dinyatakan dalam satuan mm atau 0,01 mm. Nilai *flow* yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis. Pengukuran *flow* bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas *Marshall*. Nilai *flow* juga diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada Alat *Marshall Test* sewaktu melakukan Pengujian *Marshall*.

2.2.3.3. *Marshall Quotient*

Merupakan perbandingan antara stabilitas dengan kelelahan plastis (*flow*) dan dinyatakan dalam kg/mm.

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots(Rumus 2.2)$$

Dimana :

- MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)
 S = nilai stabilitas terkoreksi (kg)
 F = nilai *flow* (mm)

2.2.3.4. Densitas

Densitas menunjukkan kepadatan pada campuran perkerasan. Gradasi agregat, kadar aspal dan pemadatan akan mempengaruhi tingkat kepadatan perkerasan lentur. Besarnya nilai densitas diperoleh dari rumus :

$$D = \frac{W_{dry}}{(W_s - W_w)} \times \gamma_{air} \dots \dots \dots (\text{Rumus 2.3})$$

Dimana :

- D = densitas (gr/cm³)
 W_{dry} = berat kering (gram)
 W_s = berat jenuh (gram)
 W_w = berat dalam air (gram)
 γ_{air} = berat jenis air (gr/cm³)

2.2.3.5. Specific Gravity Campuran

Specific Grafity Campuran adalah berat campuran untuk setiap volume (dalam gr/cm³). Dihitung berdasarkan persen berat tiap komponen dan *specific grafity* tiap komponen penyusun campuran aspal. Besarnya *specific grafity* campuran (SG_{mix}) diperoleh dari rumus berikut :

$$SG_{mix} = \frac{100}{\frac{\%W_{ak}}{SG_{agk}} + \frac{\%W_{ah}}{SG_{agh}} + \frac{\%W_f}{SG_f} + \frac{\%W_b}{SG_b}} \dots \dots \dots (\text{Rumus 2.4})$$

Dimana:

- % W_{ak} : persen berat agregat kasar (%)
 % W_{ah} : persen berat agregat halus (%)
 % W_b : persen berat aspal (%)
 % W_f : persen berat *filler* (%)
 SG_{agk} : *specific grafity* agregat kasar (gr/cm³)
 SG_{agh} : *specific grafity* agregat halus (gr/cm³)
 SG_b : *specific grafity* aspal (gr/cm³)

SGf : *specific grafiti filler* (gr/cm³)

2.2.3.6. Porositas / *Void In Mix*

Porositas / *Void In Mix* (VIM) adalah kandungan udara yang terdapat pada campuran perkerasan, baik yang dapat mengalirkan air maupun yang tidak dapat mengalirkan air. Besarnya porositas dapat diperoleh dengan rumus berikut :

$$VIM = \left[1 - \frac{D}{SG_{mix}} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(Rumus 2.5)$$

Dimana :

VIM : *Void In Mix* (Porositas campuran) (%)

D : densitas benda uji yang dipadatkan (gr/cm³)

SG_{mix} : *specific grafiti* campuran (gr/cm³)

2.2.3.7. Durabilitas

Durabilitas yaitu kemampuan lapis perkerasan untuk mencegah keausan karena pengaruh lalu lintas, pengaruh cuaca dan perubahan suhu selama umur rencana.

Factor yang mempengaruhi durabilitas aspal beton adalah :

1. Selimut aspal, selimut aspal yang tebal dapat menghasilkan perkerasan yang berdurabilitas tinggi, tetapi juga dapat mengakibatkan kemungkinan terjadinya *bleeding* yang tinggi pula.
2. VIM kecil, sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi aspal menjadi rapuh.
3. VMA besar, sehingga selimut aspal dibuat besar. *Void in Mineral Aggregates* (VMA) merupakan volume rongga yang terdapat diantara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yaitu rongga udara dan volume kadar aspal efektif yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji.

2.2.3.8. *Skid Resistance*

Skid Resistance menunjukkan kekesatan permukaan perkerasan untuk mengurangi slip pada kendaraan saat perkerasan dalam keadaan basah. Tahanan geser akan semakin tinggi jika penggunaan aspal yang tepat, penggunaan agregat kasar yang cukup, dan penggunaan agregat dengan permukaan kasar yang berbentuk kubus.

2.2.3.9. *Workability*

Workability adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga memenuhi hasil yang diharapkan. Faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah gradasi agregat, temperatur campuran dan kandungan bahan pengisi (*filler*).

2.2.3.10. *Fleksibilitas*

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dari penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil, penggunaan aspal lunak dan penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar. *Marshall Quotient* (MQ) merupakan parameter untuk mengukur tingkat fleksibilitas campuran. Jika semakin tinggi MQ, maka campuran lebih kaku berarti fleksibilitasnya rendah, namun apabila MQ semakin kecil, maka campuran memiliki nilai fleksibilitas tinggi.

2.2.3.11. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menahan beban yang ada secara vertikal yang dinyatakan dalam kg atau lb. Besarnya muatan kendaraan yang disalurkan melalui roda kendaraan merupakan beban tekan yang diterima perkerasan, pada kenyataannya beban yang diberikan oleh kendaraan terhadap perkerasan jalan raya sangatlah bervariasi tergantung dari jenis kendaraan dan muatan yang dibawa kendaraan tersebut.

Nilai kuat tekan dipengaruhi oleh kadar aspal, viscositas aspal, suhu, gradasi dan jumlah pematatan. Nilai pengujian kuat tekan bebas dapat dihitung dengan rumus:

$$UCS = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (Rumus 2.6)$$

Dimana :

UCS : *Unconfined Compressive Strength* (kuat tekan bebas) (KPa)

P : beban pengujian (N)

A : luas permukaan benda uji (mm²)

2.2.4. Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)

Kadar aspal optimum rencana digunakan untuk menentukan kadar awal aspal perencanaan di laboratorium. Penelitian atau percobaan yang dilakukan di laboratorium digunakan untuk memperoleh kadar aspal yang dipakai dalam perencanaan perkerasan lentur di lapangan. Kadar aspal rencana setiap perencanaan berbeda – beda, dikarenakan variasi ukuran butiran (gradasi) agregat pada setiap tempat berbeda – beda.

Berdasarkan RSNI 03-07-1989, kadar aspal optimum rencana (Pb) diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filler) + \text{konstanta}$$

dimana :

CA = Fraksi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan saringan no.8 terhadap berat total campuran.

FA = Fraksi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Filler = Fraksi bahan pengisi, yaitu persen berat material yang lolos saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Nilai konstanta kira – kira 0,5 sampai 1,0 untuk Lapis Aspal Beton (Laston) dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston). Untuk jenis campuran lain digunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

Tabel 2.4. Persyaratan Campuran Lapis Aspal Beton



Sumber : SNI 03-1737-1989

Tabel 2.5. Persentase Rongga dalam Agregat



Sumber : SNI 03-1737-1989

2.2.5. Pemadatan Aspal

Pemadatan aspal merupakan suatu usaha untuk dapat meningkatkan kekuatan aspal dengan cara memberikan beban sehingga udara yang berlebih dalam campuran aspal dapat keluar dari rongga campuran. Dimana didalam campuran aspal terdiri atas bahan pengikat, agregat, dan bahan pengisi (*filler*).

Pemadatan dilakukan dalam 3 tahap kegiatan yaitu :

1. Pemadatan Awal (*Breakdown Rolling*)

Pemadatan awal berfungsi untuk mendudukan material pada posisinya dan sekaligus memadatkannya. Alat yang digunakan adalah mesin gilas roda baja (*steel roller*) dengan tekanan roda antara 400 – 600 kg/ 0.1 m lebar roda, dengan jumlah lintasan berkisar 1 lintasan sampai dengan 3 lintasan dimana kecepatan alat pemadat tidak boleh melebihi 4 km/jam sehingga tidak mengakibatkan bergesernya campuran aspal yang masih panas tersebut.



Gambar 2.1. Pemadatan Awal dengan *Steel Roller*

2. Pemadatan Antara (*intermediate rolling*)

Pemadatan antara merupakan pemadatan seperti pemadatan akibat beban lalu lintas. Alat yang digunakan adalah mesin gilas dengan roda karet (*pneumatic tire roller*) dengan tekanan roda 8.5 kg/cm^2 . Pemadatan ini dilakukan dengan jumlah lintasan berkisar antara 8 lintasan sampai dengan 16 lintasan. Kecepatan alat pemadat ini juga diatur yakni tidak boleh melebihi 10 km/jam agar tidak terjadi pergeseran campuran aspal yang masih panas.



Gambar 2.2. Pemadatan Antara dengan *Pneumatic Tire Roller*
commit to user

3. Pemasatan Akhir (*Finishing Rolling*)

Pemasatan ini dilakukan setelah pemasatan antara, dengan lintasan berkisar 1 lintasan sampai dengan 3 lintasan. Pemasatan ini menggunakan alat gilas roda baja. Penggilasan dilakukan pada temperatur diatas titik lembek aspal. Pemasatan akhir dilakukan untuk menghilangkan jejak – jejak bekas pemasatan dengan menggunakan roda karet.



Gambar 2.3. Pemasatan Akhir dengan *Steel Roller*

Didalam tiap pemasatan yang harus diperhatikan adalah suhu campuran aspal yang akan digunakan. Apabila suhu tidak sesuai dengan ketentuan maka campuran aspal akan mengeras dan pemasatan akan sulit untuk dilakukan. Ketentuan temperatur campuran aspal pada saat pemasatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.6. Ketentuan Temperatur Campuran Aspal

No	Prosedur Pelaksanaan	Temperatur Campuran dengan Aspal Pen 60 (°C)
1	Temperatur pencampuran mak. di AMP	165
2	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	145 - 155

Lanjutan Tabel 2.6. Ketentuan Temperatur Campuran Aspal

No	Prosedur Pelaksanaan	Temperatur Campuran dengan Aspal Pen 60 (°C)
3	Pemasukan ke alat penghampar	130 – 150
4	Pemadatan awal (roda baja)	125 – 145
5	Pemadatan antara (roda karet)	95 – 125
6	Pemadatan akhir (roda baja)	> 90

Sumber : RSNI 03-1737-1989

2.2.6. Permasalahan dalam Kualitas Aspal Beton Campuran Panas

Kualitas aspal beton dipengaruhi oleh banyak faktor yang dapat berasal dari bahan mentah, pabrik pencampur, proses pencampuran, proses penghamparan, proses pemadatan, sampai dengan proses pemeliharaan paska pemadatan. Hal ini dapat terjadi meskipun mutu dari bahan mentah memenuhi persyaratan, maka diperlukan suatu pengendalian mutu yang seksama, sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas aspal beton antara lain :

1. Penimbunan agregat yang tidak benar, sehingga dapat menyebabkan terjadinya segregasi serta kontaminasi, jika tidak mengikuti proses yang benar.
2. *Over heating* (temperatur pemanasan terlalu tinggi) baik untuk agregat maupun aspal.
3. *Under heating* (temperatur pemanasan terlalu rendah) baik untuk agregat maupun aspal.
4. Campuran rencana yang tidak tepat.
5. Agregat yang basah, karena penyimpanan agregat yang tidak benar.
6. Komponen pabrik pencampur mengalami kerusakan yang tidak benar.

commit to user

7. Pengaturan masing – masing komponen yang tidak memenuhi persyaratan yang diminta.
8. Penimbangan yang tidak baik / kurang terkontrol dengan baik.
9. Pemuatan ke truk pengangkut yang kurang baik sehingga mengakibatkan segregasi.
10. Penghamparan yang kurang baik sehingga terjadi segregasi.
11. Tebal penghamparan yang terlalu tebal.
12. Alat pemadatan dan proses pemadatan yang kurang baik.
13. Temperatur penghamparan dan pemadatan yang tidak sesuai.
14. Kondisi lokasi jalan sebelum penghamparan tidak memenuhi syarat.
15. Jangka waktu dari proses pemadatan sampai dengan jalan dibuka untuk lalulintas umum terlalu cepat.

2.3. Pengujian Campuran Panas Aspal Beton

2.3.1. Pengujian *Volumetrik*

Pengujian *Volumetrik* adalah pengujian untuk mengetahui besarnya nilai densitas, specific gravity campuran dan porositas dari masing – masing benda uji. Pengujian meliputi pengukuran tinggi, diameter, berat SSD, berat di udara, berat dalam air dari sampel serta berat jenis aspal, agregat, dan bahan pengisi (*filler*).

2.3.2. Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* adalah pengujian terhadap benda uji campuran panas untuk menentukan nilai kadar aspal optimum dan karakteristik campuran dengan cara mengetahui nilai *flow*, stabilitas, dan *Marshall Quotient*. Pengujian *Marshall* bertujuan untuk menentukan stabilitas dan *flow* dari campuran aspal. Stabilitas adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alir (*flow*) yang dinyatakan dalam satuan kilogram. SKSNI (1991), bahwa *Flow* (kelelahan plastis) adalah

keadaan perubahan bentuk suatu campuran aspal yang terjadi akibat suatu beban yang dinyatakan dalam mm.

2.3.3. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian Kuat Tekan Bebas merupakan suatu metode untuk mengetahui nilai kuat tekan suatu campuran. Pengujian ini dapat menggunakan alat uji *Universal Testing Machine*. *Universal Testing Machine* (UTM) merupakan alat uji kuat tekan pada beton, namun juga sering digunakan sebagai uji kuat tekan campuran aspal pada penelitian sebelumnya. Pada UTM nilai kuat tekan benda uji ditunjukkan jarum yang mengarah pada skala dengan satuan Kgf. Pada pengujian ini benda uji langsung diuji tanpa adanya perawatan dalam *waterbath* dahulu.

Telah diketahui bahwa standar deviasi dari suatu hasil pengujian dari beberapa laboratorium adalah 372 KPa. Yang dimaksud suatu hasil pengujian rata-rata adalah rata – rata yang paling sedikit pengujian kuat tekan 3 benda uji. Maka dari itu hasil pengujian yang dilakukan secara benar dari laboratorium yang berbeda terhadap bahan yang tidak sama tidak boleh berbeda lebih dari 1,053 KPa. (SNI-6758-2002).

2.4. Teori Korelasi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pola relasi atau hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya. Variabel terikat adalah nilai marshall dan kuat tekan, sedangkan variabel bebas adalah kadar aspal dan kadar air. Analisis regresi ini diperoleh dari persamaan linier $y=b+ax$ dan *polynomial* $y=ax^2+bx+c$, persamaan garis regresi ini diperoleh dari sekumpulan data yang kemudian disusun menjadi diagram pencar (*scatter*). Dari diagram tersebut dengan bantuan *Microsoft Excel* dapat dibuat garis regresi linier dan *polynomial*, kemudian dari garis regresi tersebut didapatkan persamaan regresi dan nilai koefisien determinasi.

commit to user

Penentuan kekuatan hubungan antara variasi kadar air dengan kuat tekan menggunakan analisis korelasi. Analisis korelasi dinyatakan dengan nilai koefisien determinasi (r^2) dan koefisien korelasi (r). koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui presentase kekuatan hubungan antara variabel terikat (kuat tekan bebas) dengan variabel bebas (kadar air). Nilai koefisien determinasi dapat dihitung dari persamaan regresi, namun dengan bantuan *Microsoft Excel* nilainya dapat diketahui secara langsung.

Koefisien korelasi digunakan untuk menentukan kategori hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas, indeks / bilangan yang digunakan untuk menentukan kategori keeratan berdasarkan nilai r adalah sebagai berikut :

- a. $0 \leq r \leq 0,2$ maka korelasi lemah sekali
- b. $0,2 \leq r \leq 0,4$ maka korelasi lemah
- c. $0,4 \leq r \leq 0,7$ maka korelasi cukup kuat
- d. $0,7 \leq r \leq 0,9$ maka korelasi kuat
- e. $0,9 \leq r \leq 1$ maka korelasi sangat kuat

2.5. Uji Hipotesis

Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (kadar air) secara bersama – sama terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas). Metode hipotesa ada berbagai macam. Metode hipotesa yang dapat digunakan adalah metode Hipotesis Anova, metode ini dibagi menjadi beberapa metode yakni Anova Satu Arah, Anova Dua Arah tanpa interkasi, dan Anova Dua Arah dengan interaksi. Untuk penelitian ini menggunakan Pengujian Anova Satu Arah dikarenakan hanya terdapat dua variabel yakni variabel bebas (kadar air) dan variabel terikat (kuat tekan bebas). Dengan menggunakan Program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) dapat langsung diketahui pengaruh

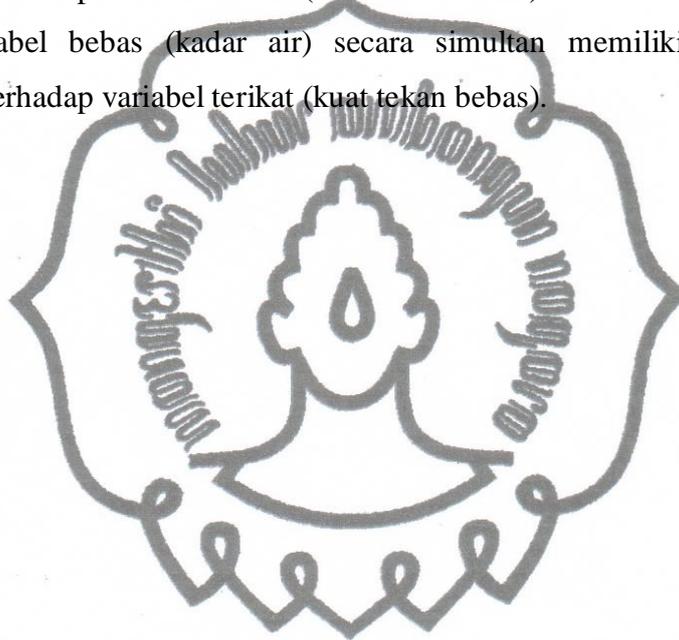
hubungan dari hasil pengujian yang dilakukan, dengan dasar pengambilan keputusan adalah :

1. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima
2. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak

Dimana,

H_0 : variabel bebas (kadar air) secara simultan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas).

H_1 : Variabel bebas (kadar air) secara simultan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat (kuat tekan bebas).



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat – syarat yang ada. Penyelidikan eksperimental dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini akan dilakukan di laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh keberadaan air saat proses pemadatan aspal beton terhadap pengujian kuat tekan bebas

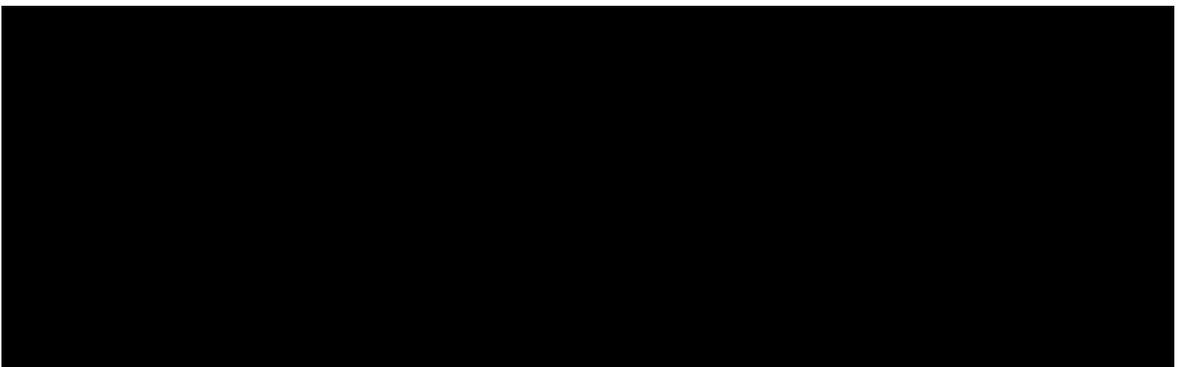
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Waktu Penelitian

Penelitian dimulai tanggal 1 Maret 2012 sampai tanggal 19 April 2012.

Dengan jadwal sebagai berikut :

Tabel 3.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian



commit to user

3.2.2. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Lanboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari beberapa perlakuan di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, dapat digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yakni data primer dan data sekunder.

3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian keegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian pengujian secara langsung. Data primer dari penelitian ini adalah hasil Pengujian *Marshall* dan hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilaksanakan yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut. Data sekunder ini meliputi hasil pemeriksaan aspal keras penetrasi 60 /70 yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, uji agregat dan *filler* dimana agregat dan *filler* yang digunakan menggunakan agregat dari PT Panca Dharma Puspawira.

3.4. Peralatan

Peralatan yang dipakai pada penelitian ini adalah :

1. Alat pemerikasaan agregat terdiri dari :
 - a. Satu set mesin getar untuk uji saringan (*sieve shacker*)
 - b. Satu set alat uji saringan (*sieve*) standar *American Society for Testing and Material* (ASTM).
2. Satu set alat Uji *Marshall* yang terdiri dari :
 - a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung
 - b. Cincin penguji berkapasitas 2500 kg dengan arloji tekan
 - c. Arloji penunjuk kelelahan
3. Satu set alat uji *Universal Testing Machine* (UTM)
4. Alat penunjang
 - a. Cetakan benda uji (*mold*)
 - b. Alat penumbuk (*compactor*) yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 Kg (10lbs), tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18")
 - c. Landasan pematik yang terdiri dari balok kayu, dengan ukuran 20x20x45 cm yang dilengkapi dengan pelat baja berukuran 30x30x2,5 cm dan diikatkan pada lantai beton dengan empat bagian siku.
 - d. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 Kg dengan ketelitian 1 gr.
 - e. Pengukur suhu berkapasitas 350 °C dan 100°C dengan ketelitian 0,5% atau 1% dari kapasitas.
 - f. Dongkrak hidrolis (untuk melepas benda uji)
 - g. Jangka sorong, Panci, kompor, sendok, spatula dan saringan tangan.

3.5. Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Agregat Kasar dan Halus *commit to user*

Agregat yang digunakan merupakan agregat bergradasi menerus yang berasal dari PT Panca Dharma Puspawira.

2. Aspal

Aspal yang digunakan adalah Aspal penetrasi 60 /70 produksi Pertamina yang diperoleh dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil UNS.

3. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan Pengisi (*filler*) yang digunakan adalah (*filler*) dari abu batu berasal dari PT Panca Dharma Puspawira..

4. Air

Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil UNS.

3.6. Benda Uji

3.6.1. Jumlah Benda Uji

Tabel 3.2. Jumlah Pembuatan Benda Uji *Marshall*

Kebutuhan Benda Uji	Kadar Aspal					
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
<i>Benda Uji Marshall</i>	3	3	3	3	3	3

Tabel 3.3. Jumlah Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan Bebas

Kadar Air	0%	1%	1,5%	2%	2,5%
Benda Uji pada KAO	3	3	3	3	3

3.6.2. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda Uji Kuat Tekan Bebas diuraikan sebagai berikut :

1. Melakukan pembuatan rancang campur (*mix design*) berdasarkan gradasi yang akan digunakan.
2. Menentukan berat agregat yang akan digunakan serta berat aspal yang akan dicampur ke dalam agregat dengan kadar aspal menggunakan hasil Kadar Aspal Optimum (KAO) hasil Pengujian *Marshall*.
3. Agregat yang telah ditimbang berdasarkan presentase berat campuran dipanaskan dalam wajan hingga mencapai suhu pencampuran kemudian agregat ditambahkan aspal yang sebelumnya telah dipanaskan, kemudian campuran antara aspal dan agregat tersebut diaduk sampai merata hingga mencapai suhu pencampuran.
4. Apabila agregat dan aspal sudah dicampur dalam tempat pencampuran, selanjutnya campuran didinginkan hingga suhu pemadatan dicapai. Kemudian campuran dimasukkan kedalam cetakan (*mold*) yang telah disiapkan.
5. Campuran aspal beton yang ada didalam cetakan (*mold*) dipadatkan dengan jumlah tumbukan 75 kali, yang sebelumnya pada tumbukan ke 15 dimasukkan air kedalam campuran tersebut, kemudian dilakukan penyelesaian tumbukan sampai jumlah tumbukan mencapai 75 kali.. Kemudian benda uji didinginkan pada suhu ruangan 2-3 jam.
6. Setelah pembuatan benda uji selesai, kemudian dilakukan Pengujian Kuat Tekan Bebas.

3.6.3. Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji dengan *Job Mix*

1. Menyiapkan tempat untuk pencampuran dan pengadukan bahan.
2. Penimbangan agregat sesuai dengan standar pengujian.

3. Menimbang agregat yang telah dicampur untuk 1 *mold* campuran (secara komulatif). Artinya (*mold* campuran terdiri campuran agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi).
4. Memanaskan aspal dengan suhu berkisar 165° C hingga cair.
5. Memasukkan agregat ke dalam wajan dan memasak hingga suhu berkisar 165° C. Temperatur agregat pada saat pencampuran tidak boleh lebih dari 180° C.
6. Menuangkan aspal ke dalam campuran sesuai % berat (dilakukan di atas timbangan) dan dijaga agar suhu tidak turun.
7. Mencampur dan memanaskan agregat sambil diaduk hingga merata sampai suhu berkisar 165° C.
8. Mengangkat wajan dan mendinginkan sebentar hingga suhu turun sampai 155° C.
9. Menuangkan campuran dalam *mold* yang telah dilapisi kertas dasarnya dengan menggunakan pisau spatula kemudian diratakan dan ditusuk-tusuk. Pada keliling pinggirnya ditusuk-tusuk 15 kali dan untuk bagian tengah sebanyak 10 kali.
10. Memadatkan campuran dengan *compactor* (berat 4,536 Kg) dimana pada tumbukan ke 15 dimasukan air dengan variasi kadar air antara 1% - 2,5%, kemudian ditumbuk lagi sehingga mencapai 75 tumbukan.
11. Mengangkat *mold* dan membiarkan hingga dingin 2 – 3 jam.
12. Mengeluarkan benda uji dari *mold* dengan dongkrak hidrolis setelah suhunya cukup dingin.

3.7. Pengujian Benda Uji

3.7.1. Pengujian Volumetrik

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai densitas, porositas dan *SGmix* dari setiap benda uji. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

commit to user

1. Benda Uji yang telah diberi kode diukur ketinggianya pada empat sisi yang berbeda – beda dengan menggunakan bantuan jangka sorong. Setelah diukur ketinggianya, kemudian benda uji tersebut ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji.
2. Dari hasil pengukuran kemudian dilakukan perhitungan nilai densitas dengan menggunakan Rumus 2.3.
3. Menghitung nilai *Specific Gravity* campuran pada masing – masing benda uji dengan menggunakan rumus 2.4.
4. Dari hasil nilai densitas dan *Specific Gravity* campuran kemudian dilakukan perhitungan nilai porositas dengan menggunakan rumus 2.5.

3.7.2. Pengujian Marshall

Langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan benda uji dari kotoran yang menempel.
2. Memberi nomor berurutan pada benda uji sesuai kadar aspal.
3. Mengukur ketebalan benda uji dengan jangka sorong pada empat sisi yang berbeda.
4. Menimbang benda uji di udara.
5. Merendam benda uji selama 24 jam pada suhu ruangan dalam sebuah ember.
6. Mengeluarkan benda uji dari air dan mengelap permukaannya.
7. Menimbang benda uji dalam keadaan kering permukaan untuk mendapatkan berat jenuh.
8. Menimbang benda uji dalam air untuk mendapatkan berat semu.
9. Memasukan benda uji kedalam *waterbath* pada suhu 60°C selama 30 menit.
10. Mengeluarkan benda uji dari *waterbath*.
11. Mengambil benda uji dari *waterbath* dan memasang pada segmen bawah kepala penekan. Kemudian memasang segmen atas dan meletakkan keseluruhannya pada mesin Uji Marshall.

12. Sebelum pembebanan diberikan, menaikkan kepala penekan benda uji, sehingga menyentuh alas dari cincin penguji kemudian mengatur kedudukan jarum tekan berimpit angka nol.
13. Memasang arloji kelelahan (*flowmeter*) pada tempatnya dan mengatur penunjuk angka berimpit angka nol.
14. Pembebanan diberikan dengan menekan/menghidupkan mesin *Marshall* dengan kecepatan 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum yang ditunjukkan dengan runtuhnya benda uji (jarum penunjuk berbalik arah).
15. Mencatat pembebanan maksimum pada arloji atas dan kelelahan (*flow*) pada arloji bawah.

Mengulang semua langkah di atas (langkah 1-15) untuk semua benda uji yang telah dibuat.



Gambar 3.1. Alat Pengujian *Test Marshall*

Keterangan :

1. Pengukur stabilitas
2. Pengukur *flow*
3. Termometer

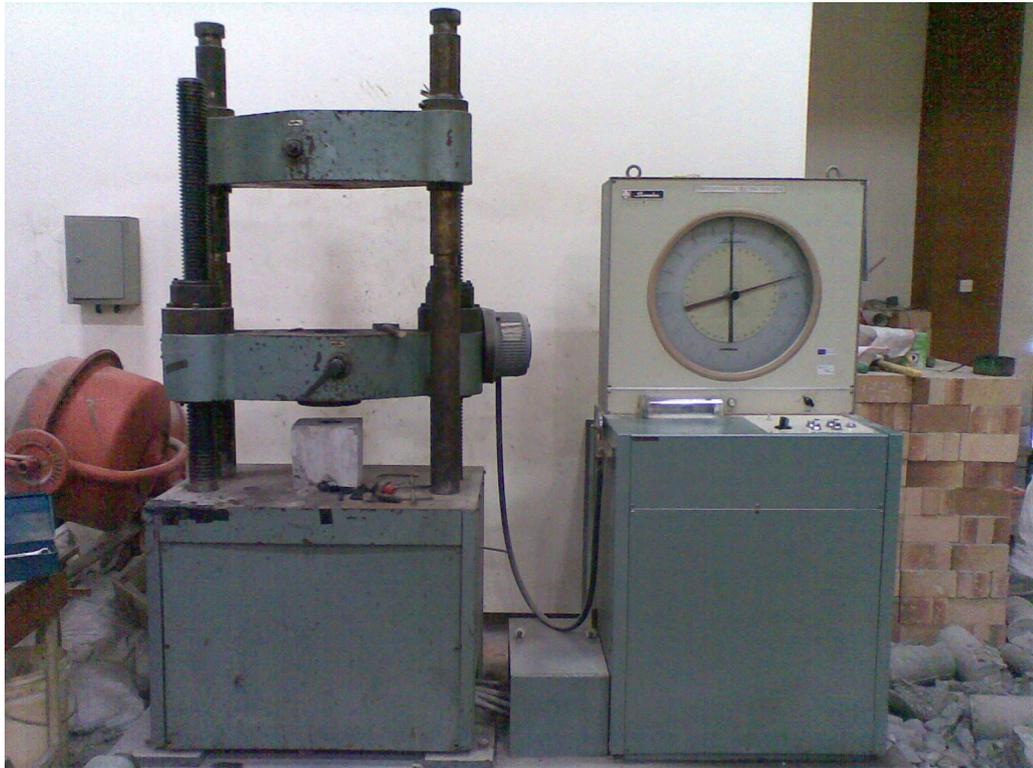
commit to user

4. Cincin penguji
5. Kepala penekan
6. *Waterbath*

3.7.3. Pengujian Kuat tekan

Pada pengujian ini menggunakan alat Uji *Universal Testing Machine (UTM)*. Langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Meletakkan benda uji kuat tekan ke Mesin UTM.
2. Menghidupkan Mesin UTM, dan menurunkan pendesak (bagian atas) sehingga mendekati benda uji. Setelah itu apabila pendesak mulai menekan benda uji, maka jarum penunjuk pada manometer mesin desak akan bergerak sesuai dengan besarnya pembebanan.
3. Pada saat beban telah mencapai maksimum, maka salah satu dari jarum penunjuk (jarum berwarna hitam) akan kembali ke posisi semula/nol. Jarum lain (jarum berwarna merah) tetap menunjukkan angka pembebanan maksimum.
4. Mencatat beban maksimum.
5. Mengeluarkan benda uji untuk dilakukan pengujian pada benda uji lainnya.
6. Dilakukan lagi kegiatan seperti prosedur diatas sampai benda uji terakhir.
7. Kemudian dilakukan penghitungan dengan menggunakan rumus 2.6.



Gambar 3.2. Alat Uji Kuat Tekan Bebas

BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memerlukan berbagai macam data. Data yang diperoleh memiliki dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari peneliti langsung melalui penelitian di laboratorium. Data primer ini meliputi Uji *Marshall* dan Uji Kuat Tekan Bebas campuran aspal beton. Data sekunder diperoleh dari referensi yang berlaku. Data sekunder ini meliputi hasil pemeriksaan aspal keras penetrasi 60 / 70, uji agregat dan *filler* dimana agregat yang digunakan menggunakan agregat dari PT Panca Dharma Puspawira. Dalam analisis data ini akan dijelaskan secara lengkap hasil uji *Marshall* dan uji kuat tekan bebas campuran aspal beton.

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras

Pemeriksaan aspal keras menggunakan data sekunder. Pemeriksaan aspal keras dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Sebelas Maret. Aspal keras yang digunakan adalah aspal keras penetrasi 60 / 70. Pemeriksaan aspal keras meliputi pemeriksaan penetrasi, berat jenis, daktalitas, dan titik lembek. Dari pemeriksaan yang dilakukan menunjukkan bahwa aspal keras yang digunakan memenuhi standar aspal keras berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Hasil pemeriksaan aspal keras dapat disajikan pada Tabel 4.1. sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi	
				Minimum	Maksimum
1	Penetrasi	65,7	0,1 mm	60	79

Lanjutan Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Aspal Keras

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi	
				Minimum	Maksimum
2	Daktalitas	>150	cm	100	-
3	Titik lembek	48	celcius	48	58
4	Berat jenis aspal	1.0472	gr/cc	1	-

Sumber: Nur Satrio (2011)

Hasil penelitian aspal keras yang dilakukan peneliti sebelumnya membuktikan bahwa aspal yang digunakan memenuhi syarat dari SNI yang berlaku dan dapat dipakai didalam penelitian ini.

4.1.2. Hasil Pemeriksaan Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT.Panca Dharma Puspawira. Agregat yang diuji adalah *coarse aggregate* (CA), *medium aggregate* (MA), *fine aggregate* (FA), *natural sand* (NS). Agregat yang berasal dari PT.Panca Dharma Puspawira memiliki bentuk umum yang bersudut (*cubical*) dan tekstur permukaan yang kasar. Hasil pemeriksaan agregat disajikan pada Tabel 4.2. - 4.5. sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan *Coarse Aggregate* (CA)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	Penyerapan	2.659 %	%	maks.3%
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2.550 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
3	Berat jenis SSD	2.618 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
4	Berat jenis <i>apparent</i>	2.736 gr/cc	gr/cc	-

Sumber: PT.Panca Dharma Puspawira

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan *Medium Aggregate* (MA)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	Penyerapan	2.680 %	%	maks.3%
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2.627 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
3	Berat jenis SSD	2.697 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
4	Berat jenis <i>apparent</i>	2.826 gr/cc	gr/cc	-

Sumber:PT.Panca Dharma Puspawira

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan *Fine Aggregate* (FA)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	Penyerapan	2.093 %	%	maks.3%
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2.665 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
3	Berat jenis SSD	2.720gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
4	Berat jenis <i>apparent</i>	2.881 gr/cc	gr/cc	-

Sumber:PT.Panca Dharma Puspawira

Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan *Natural Sand* (NS)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Spesifikasi
1	Penyerapan	2.104 %	%	maks.3%
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2.579 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
3	Berat jenis SSD	2.633 gr/cc	gr/cc	min.2.5 gr/cc
4	Berat jenis <i>apparent</i>	2.784 gr/cc	gr/cc	-

Sumber:PT.Panca Dharma Puspawira

4.1.3. Hasil Pemeriksaan *Filler*

Pada penelitian ini *filler* yang digunakan adalah *filler* yang berasal dari abu batu. Pemeriksaan *filler* menggunakan data sekunder dikarenakan sumber dan jenis *filler* yang digunakan sama. Pemeriksaan *filler* dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNS oleh **Candra Setiawan (2012)**. Dari hasil pemeriksaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai *specific gravity* dari *filler* abu batu adalah sebesar 2.831 gr/cc.

4.1.4. Data Perencanaan Gradasi

Perencanaan gradasi campuran berdasarkan pada SNI 03 – 1737 - 1989 tipe IV. Penelitian ini menggunakan spesifikasi tipe IV karena tipe ini digunakan sebagai lapis permukaan (lapis aus) dan agregat yang digunakan memiliki gradasi yang rapat. Rencana gradasi yang digunakan disajikan pada Tabel 4.7. sebagai berikut ini:

Tabel 4.6 Perencanaan Gradasi Campuran Lapis Aspal Beton

Ukuran Saringan (mm)	Batas bawah (%)	Batas atas (%)	Rencana gradasi (%)
¾”(19,1 mm)	-	100	100
½”(12,5 mm)	80	100	90
3/8”(9,52 mm)	70	90	80
No.4(4,76 mm)	50	70	60
No.8(2,38 mm)	35	50	42,5
No.30(0,59 mm)	18	29	23,5
No.50(0,279 mm)	13	23	18
No.100(0,149 mm)	8	16	12
No.200(0,074 mm)	4	10	7

Sumber: SNI 03 – 1737 – 1989 (Gradasi Tipe IV)

Rencana gradasi campuran pada penelitian ini merupakan nilai tengah dari nilai tiap saringan. Bertujuan agar hasil yang diperoleh dari penelitian dapat mewakili tipe gradasi yang dipakai.

4.1.5. Data Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)

Berdasarkan RSNI 03-07-1989, kadar aspal optimum rencana (Pb) diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$Pb = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% Filler) + \text{konstanta}$$

dimana :

commit to user

CA = Fraksi agregat kasar, yaitu persen berat material yang tertahan saringan no.8 terhadap berat total campuran.

FA = Fraksi agregat halus, yaitu persen berat material yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Filler = Fraksi bahan pengisi, yaitu persen berat material yang lolos saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Nilai konstanta kira – kira 0.5 sampai 1.0 untuk Lapis Aspal Beton (Laston) dan 2.0 sampai 3.0 untuk Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston). Untuk jenis campuran lain digunakan nilai 1.0 sampai 2.5.

Perhitungan kadar aspal optimum rencana disajikan sebagai berikut ini:

$$P_b = 0.035 (57.5) + 0.045 (35.5) + 0.18 (7) + 1.0 \\ = 5.87 \%$$

Kadar aspal yang dipakai dalam penelitian antara 4.5%-7.0%

4.1.6. Pemasakan Aspal

Pemasakan aspal merupakan suatu usaha untuk dapat meningkatkan kekuatan aspal dengan cara memberikan beban sehingga udara yang berlebih dalam campuran aspal dapat keluar dari rongga campuran. Dimana didalam campuran aspal terdiri atas bahan pengikat, agregat, dan bahan pengisi (*filler*). Didalam penelitian ini sendiri pada saat pemasakan aspal dilakukan penambahan air yakni pada saat tumbukan ke 15 dengan kadar air yang telah ditentukan yakni 0%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, kemudian dilakukan penyelesaian tumbukan sampai tumbukan ke 75.



Gambar 4.1. Penambahan Air pada Saat Penumbukan ke 15



Gambar 4.2. Air yang Telah Meresap ke Dalam Aspal Beton

Penentuan jumlah kadar air maksimum yang digunakan adalah sebesar 2.5 %, ini dikarenakan pada penambahan air melebihi 2.5 %, air akan keluar dari cetakan aspal dan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Air yang Keluar dari Cetakan Aspal

4.1.7. Hasil Pengujian *Volumetrik*

Sebelum dilakukan pengujian Marshall Test, terlebih dahulu dilakukan Uji Volumetrik yang meliputi pengukuran dimensi benda uji, berat benda uji dalam keadaan kering, berat benda uji pada keadaan kering permukaan, dan berat benda uji dalam air. Dari hasil pemeriksaan volumetrik, selanjutnya dilakukan

perhitungan densitas, porositas dan *specific gravity* dari benda uji. Berikut dilakukan contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai densitas, porositas dan *SGmix* dari benda uji dengan kadar aspal 6 % adalah :

Kode benda uji : 6 % - A

Berat benda uji di udara (W_{dry}) : 1081.1 gram

Berat benda uji dalam air (W_w) : 558.9 gram

Berat kering permukaan (W_s) : 1087.5 gram

γ air : 1 gr/cm³

Berdasarkan rumus 2.3 – 2.5 maka densitas, *SGmix* dan nilai porositas adalah :

$$\begin{aligned} \text{Densitas} &= \frac{W_{dry}}{(W_s - W_w)} \times \gamma_{air} \\ &= \frac{1081,1}{(1087,5 - 558,9)} \times 1 \\ &= 2.045 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{gmix} &= \frac{100}{\frac{\%W_{ak}}{SG_{agk}} + \frac{\%W_{ah}}{SG_{agh}} + \frac{\%W_f}{SG_f} + \frac{\%W_b}{SG_b}} \\ &= \frac{100}{\frac{57,5}{2,736} + \frac{35,5}{2,881} + \frac{7}{2,831} + \frac{6}{1,047}} \\ &= 2.407 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= VIM = \left[1 - \frac{D}{S_{gmix}} \right] \times 100\% \\ &= 15.039 \% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan volumetrik selanjutnya disajikan dalam tabel 4.7.

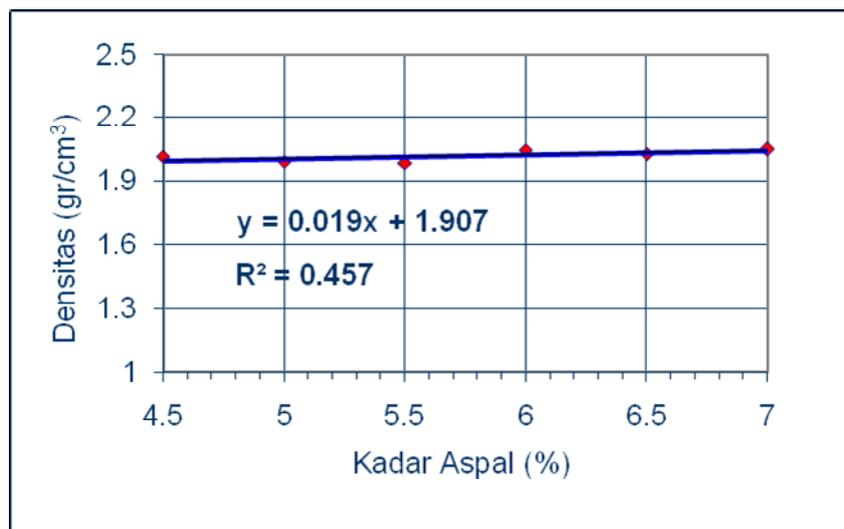
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan *Volumetrik* Aspal Beton

Kadar Aspal	Berat Kering (gram)	Berat Basah (gram)	Berat SSD (gram)	Densitas (gr/cm ³)	<i>SGmix</i> (gr/cm ³)	Porositas (%)
4.5	1088.4	562.8	1103.1	2.014	2.493	19.203
4.5	1086.9	558.8	1099.7	2.009	2.493	19.404
4.5	1098.4	563.8	1107.4	2.021	2.493	18.956
Rata- rata				2.015		19.188

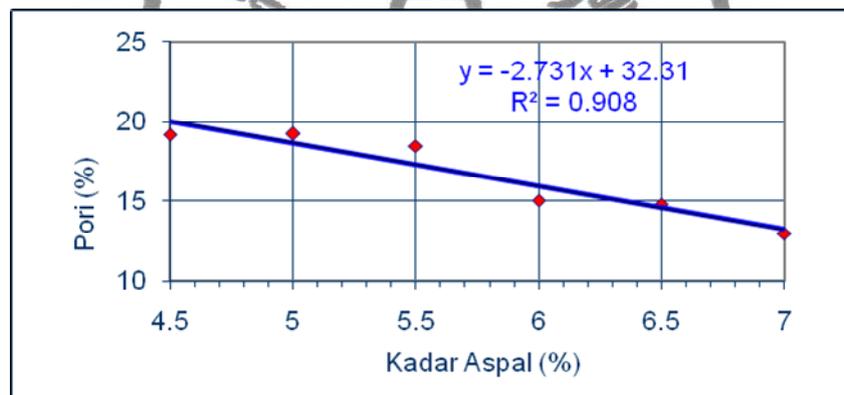
Lanjutan Tabel 4.7. Hasil Perhitungan *Volumetrik* Aspal Beton

Kadar Aspal	Berat Kering (gram)	Berat Basah (gram)	Berat SSD (gram)	Densitas (gr/cm ³)	SG _{mix} (gr/cm ³)	Porositas (%)
5	1088.5	556.7	1100.1	2.003	2.464	18.700
5	1097.8	561.2	1114.8	1.983	2.464	19.516
5	1091.4	560.9	1110.6	1.985	2.464	19.418
Rata-rata				1.991		19.212
5.5	1093.3	547.6	1103.5	1.967	2.435	19.239
5.5	1088.8	549.5	1102.6	1.969	2.435	19.164
5.5	1093.6	563.3	1104.0	2.023	2.435	16.946
Rata-rata				1.986		18.449
6	1081.1	558.9	1087.5	2.045	2.407	15.039
6	1075.0	555.4	1082.4	2.040	2.407	15.262
6	1088.3	564.3	1094.6	2.052	2.407	14.747
Rata-rata				2.046		15.016
6.5	1090	561.4	1095.5	2.041	2.380	14.247
6.5	1075	554.8	1081.2	2.042	2.380	14.190
6.5	1083.5	551.1	1092.9	2.000	2.380	15.970
Rata-rata				2.028		14.802
7	1084.4	562.3	1089.9	2.055	2.353	12.655
7	1079.4	559.4	1085.6	2.051	2.353	12.826
7	1088.2	560.1	1094.1	2.038	2.353	13.399
Rata-rata				2.048		12.960

Dari perhitungan hasil Pengujian *Volumetrik*, kemudian dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan densitas serta grafik antara kadar aspal dengan porositas seperti pada gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Porositas

4.1.8. Hasil Pengujian *Marshall*

Dalam penelitian ini besarnya kadar aspal optimum ditentukan berdasarkan nilai stabilitas terbesar. Dari hasil pengujian ini selanjutnya akan digunakan untuk penentuan besarnya kadar aspal yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji kuat tekan bebas dengan variasi penambahan air. Berikut dilakukan contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient*.

Kode benda uji : 6 % - B

Tebal rata – rata benda uji : 60.33 mm

Koreksi tebal (C) : 1.089

Dial stabilitas (q) : 55

commit to user

Flow (f) : 3.0

Kalibrasi alat (k) : 30.272

Berdasarkan rumus 2.1 dan rumus 2.2 maka nilai MQ adalah :

$$\begin{aligned} \text{Stabilitas} &= q \times C \times k \times 0,4536 \\ &= 55 \times 1.089 \times 30.272 \times 0.4536 \\ &= 822.606 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Marshall Quotient} &= \frac{S}{F} \\ &= \frac{822.606}{3.0} \\ &= 274.202 \text{ Kg/mm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *Marshall Test* selanjutnya disajikan dalam tabel 4.8.

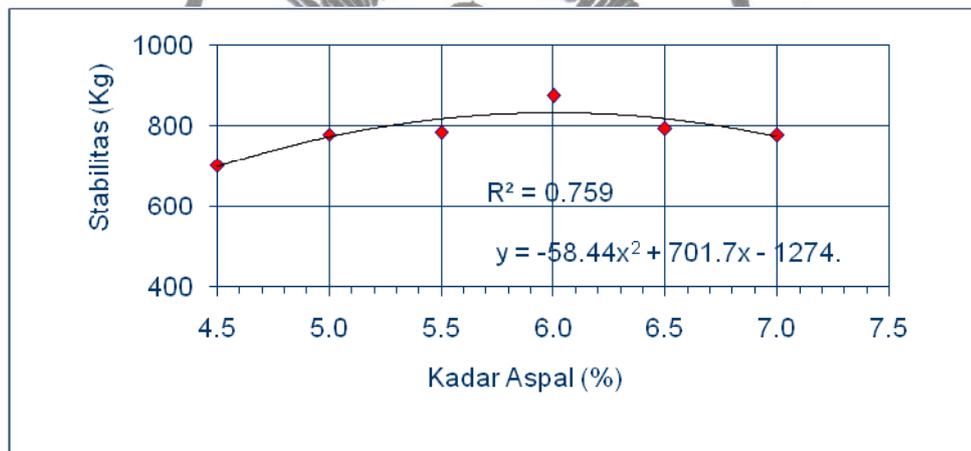
Tabel 4.8. Hasil Pengujian *Marshall Test*

Kadar Aspal	Berat Kering (gram)	Tebal Rata-rata (mm)	Koreksi Tebal	Dial	Stabilitas Terkoreksi	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4.5	1088.4	60.45	1.085	45	670.628	2.50	268.251
4.5	1086.9	60.68	1.078	49	725.508	2.40	302.295
4.5	1098.4	60.83	1.074	48	707.612	2.60	336.958
Rata-rata					701.249	2.50	280.902
5	1088.5	60.65	1.079	55	814.936	2.90	281.012
5	1097.8	61.05	1.067	53	776.205	3.30	235.214
5	1091.4	60.43	1.086	50	745.678	2.50	298.271
Rata-rata					778.940	2.90	271.499
5.5	1093.3	59.95	1.101	48	725.635	2.20	329.834
5.5	1088.8	60.75	1.076	55	812.576	3.20	253.930
5.5	1093.6	61.38	1.056	56	812.331	2.80	290.118
Rata-rata					783.514	2.73	291.294
6	1081.1	60.48	1.085	59	878.634	2.40	366.098
6	1075.0	60.33	1.089	55	822.606	3.00	274.202
6	1088.3	60.85	1.073	63	928.065	3.40	272.960
Rata-rata					876.435	2.93	304.420
6.5	1090	60.08	1.097	56	843.570	2.70	312.433
6.5	1075	60.25	1.092	51	764.422	2.50	305.769
6.5	1083.5	60.58	1.081	52	772.158	3.40	227.105
Rata-rata					793.383	2.867	281.769

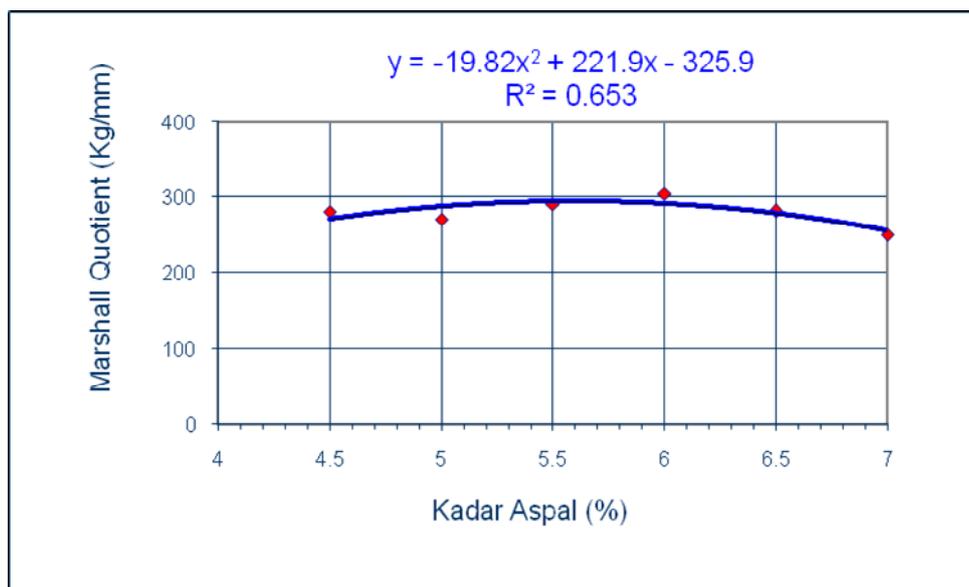
Lanjutan Tabel 4.8. Hasil Pengujian *Marshall Test*

Kadar Aspal	Berat Kering (gram)	Tebal Rata-rata (mm)	Koreksi Tebal	Dial	Stabilitas Terkoreksi	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
7	1084.4	60.18	1.094	49	736.021	3.10	237.426
7	1079.4	59.58	1.113	54	825.028	3.20	257.821
7	1088.2	59.93	1.102	51	771.534	3.00	257.178
Rata-rata					777.528	3.100	250.809

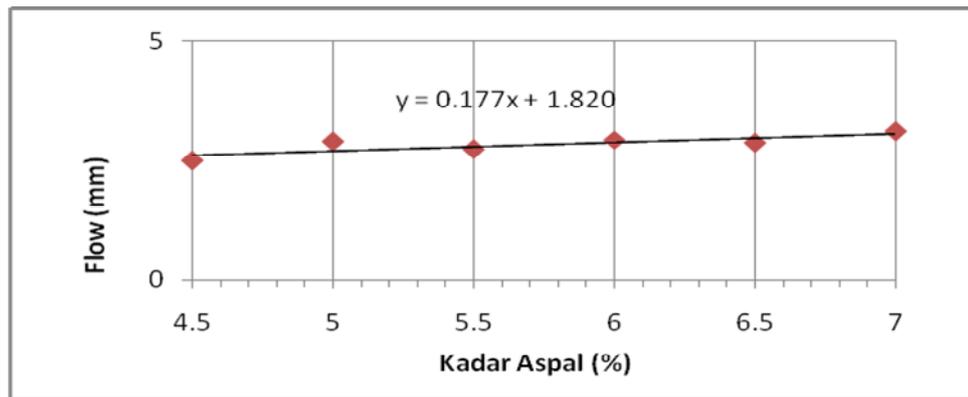
Dari hasil pengujian *Marshall Test* ini selanjutnya dibuat grafik pola hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas, kadar aspal dengan *Marshall Quotient* , dan kadar aspal dengan *flow* seperti dapat dilihat pada gambar 4.6, 4.7, dan 4.8.



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



Gambar 4.7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*



Gambar 4.8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow*

Berdasarkan hasil Pengujian *Marshall*, nilai stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* telah memenuhi standar maka secara umum Kadar Aspal Optimum (KAO) ditentukan berdasarkan nilai stabilitas yang terbesar karena tidak adanya persyaratan yang ditentukan untuk mendapatkan KAO. Untuk mencari nilai stabilitas terbesar maka dilakukan proses penurunan (diferensialisasi) yaitu $y' = 0$ pada persamaan regresi polinomial dari grafik hubungan antar kadar aspal dengan stabilitas. Persamaanya adalah sebagai berikut:

$$y = -58.44x^2 + 701.7x - 1274$$

$$y' = -116.88x + 701.7$$

$$y' = 0, \text{ maka}$$

$$0 = -116.88x + 701.7$$

$$116.88x = 701.7$$

$$x = 6.003 \%$$

Dari perhitungan diatas maka digunakan kadar aspal sebesar 6.003 % dengan nilai karakteristik sebagai berikut :

Tabel 4.9. Rekapitulasi Nilai Karakteristik Aspal pada Kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Optimum	Karakteristik Aspal	Hasil Pengujian	Standar SNI 03-1737-1989
6.003 %	Stabilitas (Kg)	832.361	Min 550
	MQ (Kg/mm)	291.922	200 - 350
	<i>Flow</i> (mm)	2.882	2 - 4

Lanjutan Tabel 4.9. Rekapitulasi Nilai Karakteristik Aspal pada Kadar Aspal Optimum.

Kadar Aspal Optimum	Karakteristik Aspal	Hasil Pengujian	Standar SNI 03-1737-1989
6.003 %	Densitas (gr/cm ³)	2.021	-
	Porositas (%)	15.914	3 - 5

Nilai porositas tidak memenuhi standar yang telah ditentukan, ini disebabkan pemadatan campuran aspal beton dilakukan secara manual sehingga secara tidak langsung menyebabkan terjadinya pengaruh terhadap kepadatan dan porositas campuran (VIM) aspal beton.

4.1.9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan aspal beton setelah dilakukan penambahan air dengan variasi penambahan 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%. Digunakan batas penambahan air maksimum sebesar 2,5% karena setelah melebihi 2,5% air sendiri akan keluar dari sampel. Besarnya nilai penambahan air tidak termasuk dalam campuran dikarenakan air hanya sebagai faktor luar didalam proses pemadatan aspal. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Universal Testing Machine* (UTM) dimana nilai kuat tekan yang dihasilkan dalam satuan Kg. Berikut ini disajikan contoh perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan adalah sebagai berikut :

Kode benda uji : UCS 0% - C

Hasil pembacaan dial : 5960 Kg

Diameter benda uji (d) : 100.1 mm

Luas benda uji (A) : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
: 7865.7079 mm²

Besarnya kuat tekan berdasarkan rumus 2.6 adalah sebagai berikut :

$$UCS = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{5960}{7865.7079}$$

$$= 0.7577 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{UCS terkoreksi} = 0.757719472 \text{ Kg/mm}^2$$

$$= 0.757719472 \times 10$$

$$= 7.57719472 \text{ N/mm}^2$$

$$= 7.57719472 \text{ MPa}$$

$$= 7577.19472 \text{ KPa}$$

Untuk perhitungan kuat tekan bebas selanjutnya disajikan dalam tabel 4.10.

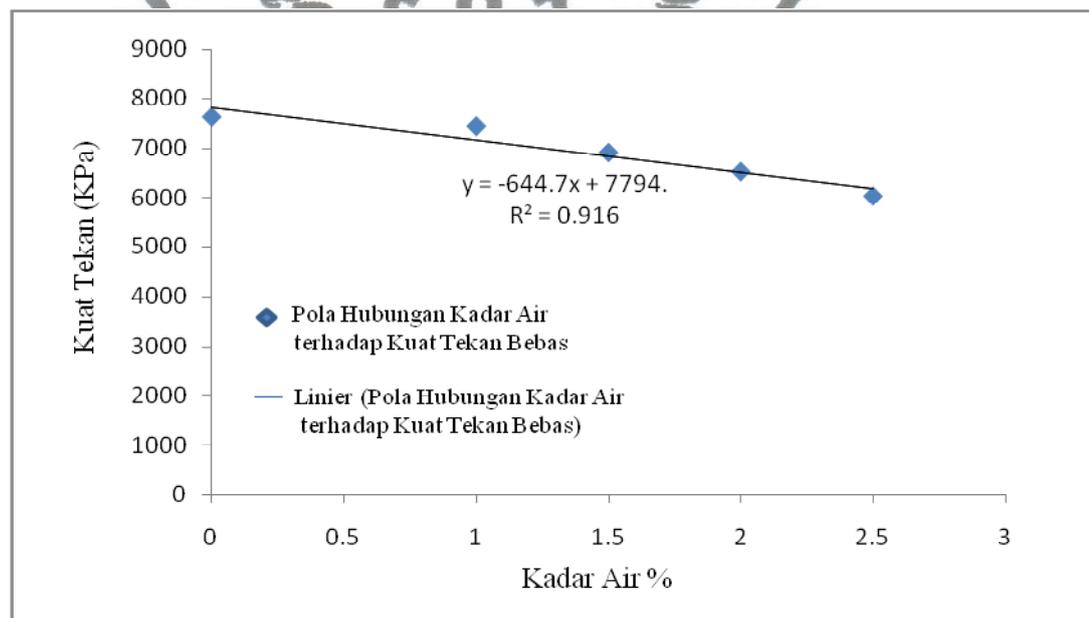
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Kadar Air

Kode Benda Uji	Kadar Aspal %	Kadar Air %	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Nilai Dial (Kgf)	Luas Penampang (mm ²)	UCS (kg/mm ²)	UCS terkoreksi (KPa)
a	b	c	d	e	f	g	h= f/g	i
UCS 0%.A	6	0	100.1	62.3	5980	7865.7079	0.7603	7602.6215
UCS 0%.B	6	0	100.1	62.4	6000	7865.7079	0.7628	7628.0484
UCS 0%.C	6	0	100.1	61.9	5960	7865.7079	0.7577	7577.1947
Rata- rata								7602.6215
UCS 1%.A	6	1	100.1	63.1	5780	7865.7079	0.7348	7348.3533
UCS 1%.B	6	1	100.1	63.0	5930	7865.7079	0.7539	7539.0545
UCS 1%.C	6	1	100.1	62.7	5800	7865.7079	0.7374	7373.7801
Rata- rata								7420.3959
UCS 1.5%.A	6	1.5	100.0	61.9	5500	7850.0000	0.7006	7006.3694
UCS 1.5%.B	6	1.5	100.1	62.4	5420	7865.7079	0.6891	6890.6704
UCS 1.5%.C	6	1.5	100.1	62.5	5340	7865.7079	0.6789	6788.9631
Rata- rata								6895.3343
UCS 2%.A	6	2	100.0	63.1	5220	7850.0000	0.6650	6649.6815
UCS 2%.B	6	2	100.1	63.2	4960	7865.7079	0.6306	6305.8533
UCS 2%.C	6	2	100.1	62.7	5180	7865.7079	0.6586	6585.5484
Rata- rata								6513.6944

Lanjutan Tabel 4.10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Kadar Air

Kode Benda Uji	Kadar Aspal %	Kadar Air %	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Nilai Dial (Kgf)	Luas Penampang (mm ²)	UCS (kg/mm ²)	UCS terkoreksi (KPa)
a	b	c	d	e	f	g	h= f/g	i
UCS 2.5%.A	6	2.5	100.1	62.6	4860	7865.7079	0.6179	6178.7192
UCS 2.5%.B	6	2.5	100.0	62.9	4610	7850.0000	0.5873	5872.6115
UCS 2.5%.C	6	2.5	100.1	62.0	4740	7865.7079	0.6026	6026.1582
Rata-rata								6025.8296

Dari hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas ini selanjutnya dibuat grafik pola hubungan antara kadar air dengan nilai kuat tekan bebas seperti dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.9. Grafik Hubungan Kadar Air terhadap Kuat Tekan Bebas

Koefisien determinasi $r^2 = 0.916$, maka 91,6 % kuat tekan bebas yang diperoleh dapat dijelaskan oleh variasi kadar air. Sedangkan nilai koefisien korelasi $r = 0.957$. Berdasarkan grafik garis regresi linier dapat diketahui bahwa penambahan kadar air menyebabkan kuat tekan ~~aspal~~ menjadi turun. Ini disebabkan karena

terjadinya penurunan daya kohesi aspal, yakni kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan menjadi berkurang. Dengan demikian penambahan air memberikan pengaruh terhadap penurunan kuat tekan aspal beton.

Untuk mengetahui kadar air maksimum yang diperbolehkan didalam kuat tekan aspal beton adalah dengan cara memasukan batas minimal kuat tekan aspal beton sesuai standar SNI-6758-2002 (*Metode Pengujian Kuat Tekan Campuran Beraspal*) yakni sebesar 372 KPa kedalam persamaan linier kuat tekan bebas campuran aspal beton $UCS = -644.7x + 7794$,

$$UCS = -644.7x + 7794$$

$$372 = -644.7x + 7794$$

$$644.7x = 7422$$

$$x = \frac{7422}{644.7}$$

$$x = 11.5123 \%$$

Data hasil penelitian kuat tekan bebas kemudian dilakukan Pengujian Anova dengan menggunakan Program SPSS. Pengujian Anova yang digunakan adalah Pengujian Anova Satu Jalan (*One Way Anova*). Hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11. Nilai Diskriptif Kuat Tekan pada Pengujian *One Way Anova*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0.00	3	7602.6215	25.42685	14.6802	7539.4577	7665.7853	7577.19	7628.05
1.00	3	7420.3960	103.5447	59.7815	7163.1766	7677.6153	7348.35	7539.05
1.50	3	6895.3343	108.7781	62.8031	6625.1144	7165.5542	6788.96	7006.37
2.00	3	6513.6944	182.8297	105.556	6059.5202	6967.8686	6305.85	6649.68
2.50	3	6025.8296	153.0541	88.3658	5645.6221	6406.0371	5872.61	6178.72
Total	15	6891.5752	609.0268	157.250	6554.3074	7228.8430	5872.61	7628.05

Tabel 4.12. Hasil *Test of Homogeneity of Variances* Kuat Tekan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.688	4	10	0.229

Tabel 4.13. Hasil Pengujian *One Way Anova*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,032,685.069	4	1,258,171.267	78.584	0.000
Within Groups	160,105.983	10	16,010.598		
Total	5,192,791.052	14			

Keterangan :

$df_1 = k - 1$, dimana k adalah jumlah perlakuan

$df_2 = n - k$, dimana n adalah jumlah total sampel

maka :

$$df_1 = 5 - 1 = 4$$

$$df_2 = 15 - 5 = 10$$

$$F \text{ hitung} = 78.584$$

Tingkat signifikansi adalah sebesar 5% maka $\alpha = 0.05$

Dengan membaca tabel F didapatkan :

$$F_{\alpha; (k-1); (n-k)}$$

$$F_{0.05; 4; 10} \text{ adalah } 3.48 \text{ (F tabel)}$$

Karena $F > F_{0.05; 4; 10}$ ($78.584 > 3.48$) sehingga didapatkan hasil bahwa H_0 ditolak, berarti kadar air berpengaruh terhadap kuat tekan terkoreksi.

Penurunan nilai kuat tekan yang terjadi dapat dilihat sebagai berikut :

Nilai kuat tekan maksimum didapat pada saat penambahan air 0 % yakni sebesar 7602.6215 Kpa.

1. Pada campuran dengan penambahan air 1 %

Nilai kuat tekan rata-rata adalah 7420.3959 KPa

$$\begin{aligned}\text{Penurunan nilai kuat tekan adalah} &= \frac{7602.6215 - 7420.3959}{7602.6215} \times 100\% \\ &= 2.397 \%\end{aligned}$$

2. Pada campuran dengan penambahan air 1.5 %

Nilai kuat tekan rata-rata adalah 6895.3343 KPa

$$\begin{aligned}\text{Penurunan nilai kuat tekan adalah} &= \frac{7602.6215 - 6895.3343}{7602.6215} \times 100\% \\ &= 9.303 \%\end{aligned}$$

3. Pada campuran dengan penambahan air 2 %

Nilai kuat tekan rata-rata adalah 6513.6944 KPa

$$\begin{aligned}\text{Penurunan nilai kuat tekan adalah} &= \frac{7602.6215 - 6513.6944}{7602.6215} \times 100\% \\ &= 14.323 \%\end{aligned}$$

4. Pada campuran dengan penambahan air 2.5 %

Nilai kuat tekan rata-rata adalah 6025.8296 KPa

$$\begin{aligned}\text{Penurunan nilai kuat tekan adalah} &= \frac{7602.6215 - 6025.8296}{7602.6215} \times 100\% \\ &= 20,740 \%\end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat hubungan linier yang sangat kuat antara nilai kuat tekan bebas (KPa) dengan persentase kadar air (%), yakni pada persamaan berikut :
$$UCS = -644.7x + 7794 \quad (r^2 = 0.916)$$
. Dimana penambahan kadar air menyebabkan kuat tekan campuran aspal beton menjadi turun yang disebabkan karena terjadinya penurunan daya kohesi aspal, yakni kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan menjadi berkurang.
2. Pada hasil Pengujian Anova didapatkan hasil sebagai berikut :
 $F_{hitung} > F_{tabel}$, ($78.584 > 3.48$) maka H_0 ditolak berarti kadar air berpengaruh terhadap nilai kuat tekan terkoreksi.

5.2. SARAN

Untuk memperdalam kajian dari penelitian yang sudah dilakukan, maka perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian – penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Adapun saran – saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Perlu dikembangkan suatu penelitian dengan presentase penambahan air yang berbeda dan jenis campuran aspal yang lebih bervariasi.
2. Pada penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pengecekan terhadap suhu secara berkala pada saat tumbukan pemadatan berlangsung.
3. Perlu dikembangkan suatu penelitian dengan memperhatikan jumlah persentase volume air yang menguap pada saat penambahan air dilakukan.
4. Perlu dikembangkan suatu penelitian dengan penggunaan penambahan air yang berasal dari air hujan.
5. Perlunya dilakukan pemeliharaan rutin pada alat – alat laboratorium yang ada, agar didapatkan hasil pengujian yang sesuai.