BAB II

KAJIAN TEORI

2.1 Aspal

Bitumen adalah zat perekat material (*viscous cementitious material*), berwarna hitam pekat atau gelap, berbentuk padat atau semi padat yang dapat diperoleh dari alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau *pitch*. Dari ketiga jenis bitumen tersebut, hanya aspal yang umum digunakan sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan, sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal bersifat termoplastis, yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi pekerjaan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4–10 % berdasarkan berat campuran atau 10-15 % berdasarkan volume campuran. (Sukirman, S. 2016)

2.1.1 Jenis Aspal

1. Berdasarkan cara mendapatkannya
   1) Aspal alam, yaitu aspal yang ditemui di alam, dapat berbentuk batuan. Di Indonesia sendiri terdapat aspal alam di Pulau Buton, yang terkenal dengan nama Asbuton. Asbutom merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Jenis aspal alam antara lain:
      - *Rock asphalt* (aspal batu).
      - *Lake asphalt* (aspal danau).
   2) Aspal buatan, merupakan residu destilasi minyak bumi. Minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base rude oil* yang banyak mengandung aspal, *paraffin base crude oil* yang mengandung parafin atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal.

2. Berdasarkan bentuknya

Berdasarkan bentuknya, aspal terbagi menjadi 3 yaitu:

1) Aspal Padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat disebut juga dengan semen aspal, sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat semen aspal harus dipanaskan terlebih dahuu.

2) Aspal Cair

Aspal cair adalah aspal yang berbentuk cair pada suhu ruangan. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair daari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar. Bahan pencair yang membedakan aspal pencair sebagai berikut:

a. *Rapid curing cut back asphalt* (RC), merupakan aspal cair yang paling cepat menguap. Bahan yang digunakan sebagai pencair adalah bensin.
b. *Medium curing cut back asphal*t (MC), menggunakan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
c. *Slow curing cut back asphalt* (SC), merupakan aspal yang paling lambat menguap. Bahan yang digunakan sebagai pencair adalah solar (minyak diesel)

3. Aspal Emulsi (*emulsified asphalt*)

Suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Di dalam aspal emulsi, butir – butir aspal larut dalam air. Berdasarkan kecepatan mengerasnya, aspal emulsi dapat dibedakan sebagai berikut:

a. *Rapid Setting* (RS), yaitu aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat, dan aspal cepat menjadi padat atau keras kembali.
b. *Medium setting* (MS), yaitu aspal yang proses pengikatannya lebih lambat dari Rapid Setting (RS) dan lebih cepat dari *Slow Setting* (SS).

c. *Slow Setting* (SS), yaitu jenis aspal emulsi yang proses pengikatannya paling lambat mengeras.

2.1.2 Sifat-sifat Aspal

Aspal banyak digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan karena memiliki sifat sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat. Adapun sifat-sifat aspal sebagai berikut (sukirman 1993):

1) Durabilitas

Daya tahan atau durabilitas adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca atau perubahan temperature selama masa pelayanan jalan. Aspal yang baik adalah aspal yang memiliki sifat tidak mudah rapuh serta tidak hilangnya sifat plastis yang terjadi akibat perubahan temperatur.

2) Adhesi dan Kohesi

Aspal memiliki daya lekat yang baik, sehingga mampu mengikat agregat membentuk lapisan perkerasan jalan di samping memberikan juga lapisan yang kedap air. Daya aspal tersebut disebut adhesi dan kohesi. Adhesi sendiri adalah kemampuan agregat untuk mengikat aspal sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Sedangkan kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan. Untuk pengujiann sifat adhesi dan kohesi dilakukan pengujian daktilitas yang merupakan uji secara tidak langsung.

3) Kepekaan Aspal Terhadap Temperatur

Aspal adalah material yang memiliki sifat termoplastis, yang artinya aspal akan padat atau lebih kental jika temperature berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika terperatur bertambah. Kepekaan terhadap perubahan temperatur dari setiap jenis aspal berbeda beda, kepekaan tersebut dipengaruhi oleh komposisi kimiawi yang dimiliki oleh aspal walaupun nilai penetrasi dan viskositas sama pada temparatur tertentu.

4) Pengerasan dan penuaan aspal

Penuaan aspal adalah suatu parameter yang baik untuk mengetahui durabilitas campuran beraspal. Penuaan ini disebabkan oleh dua faktor utama yaitu, penguapan fraksi minyak yang terkandung dalam aspal dan oksidasi penuaan jangka pendek dan oksidasi yang progresif atau penuaan jangka panjang. Oksidasi merupakan faktor yang paling penting yang menentukan kecepatan penuaan.

Untuk dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, aspal mempunyai beberapa persyaratan/karakteristik, antara lain:

1) Penetrasi (SNI 06-2456-1991)

   Penetrasi merupakan kedalaman yang dapat dicapai oleh suatu jarum standar (diameter 1 mm) pada suhu 25ºC, beban 100 gram, dan selama waktu 5 detik dinyatakan dalam 0,1 mm.

2) Titik lembek (SNI 2434:2011)

   Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu lapisan aspal yang bertahan dengan cincin berukuran tertentu, sampai aspal tersebut menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin pada tinggi 25,4 mm sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu.

3) Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 2433:2011)

   Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat kurang dari 5 detik di permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik pada permukaan aspal.

4) Kelarutan Dalam *Trichloroethylene* (AASHTO T44-03)

   Uji Kelarutan yang dilakukan untuk menentukan derajat kelarutan dalam *trichloroethylene* pada bahan aspal yang tidak atau sedikit mengandung mineral.

5) Berat Jenis (SNI 2441:2011)

   Berat jenis adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama dan pada temperature yang sama. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{A}{B} \quad \text{.....(2.1)}$$

Dengan:

A = Berat aspal

B = Berat isi aspal

6) Daktilitas (SNI 2432:2011)

Daktilitas dilakukan untuk mengetahui sifat kohesi aspal dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang terisi aspal keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tertentu.

7) Viskositas (SNI 06-6441-2000)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kekentalan kinematis dari aspal, minyak untuk jalan dan sisa destilasi aspal cair pada suhu 60^0C dan aspal kekerasan pada suhu 135^0C dalam batas-batas 30-100.000 cst (Centistokes).

8) TFOT (*Thin Film Oven Test*) (SNI 06-2440-1991)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui presentase kehilangan berat akibat pemanasan. Menunjukkan nilai selisish penetrasi sebelum dan sesudah pemanasan, aspal tersebut menunjukkan bahwa aspal tersebut peka terhadap cuaca dan suhu.

9) Indeks Penetrasi

Parameter pengukuran kepekaan aspal terhadap suhu adalah Indeks Penetrasi (*penetration index*) yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{20-\mathrm{IP}}{10+\mathrm{IP}} = 50\,\frac{\log \mathrm{Pen}_{\mathrm{R\&}B} - \log \mathrm{Pen}\ 25°\mathrm{C}}{\mathrm{T}_{\mathrm{R\&}B} - 25} \quad \text{.....(2.2)}$$

Dengan:

IP = Indeks Penetrasi

TR&*B* = suhu titik lembek aspal, °C

Pen 25°C = penetrasi pada suhu 25°C, pembebanan 100 gram selama 5 detik

PenR&B = penetrasi pada suhu $T_{R\&B}$ pembebanan 100 gram selama 5 detik. Jika tak terdapat data, nilai ini dapat diasumsikan sama dengan 800.

2.1.3 Persyaratan Aspal

Aspal yang digunakan pada penilitian ini menggunakan aspal pen 60 yang dimodifikasi. Hasil dari pengujian mengacu pada persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010 revisi 3 seperti pada Tabel 2.1.

TABEL 2.1 KETENTUAN-KETENTUAN UNTUK ASPAL KERAS

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				A	B
				Asbuton yg diproses	Elastomer Sintetis
1	Penetrasi 25 ^{0}C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	Min. 50	Min. 40
2	Viskositas Dinamis 60 ^{0}C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240	240 - 360	320 - 480
3	Viskositas Kinematis 135 ^{0}C (Cst)	SNI 06-6441-3000	≥ 300	385 - 2000	≤ 3000
4	Titik Lembek (^{0}C)	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 53	≥ 54
5	Daktilitas pada 25 ^{0}C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥100	≥ 100
6	Titik Nyala (^{0}C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232
7	Kelarutan dalam Tricholoroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	≥ 90	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (^{0}C)	ASTM D 5976.part 6.1	-	≤ 2,2	≤ 2,2
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (μ_m) (%)			Min. 95	
	Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002)				
11	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,8
12	Viskositas Dinamis 60 ^{0}C (Pa.s)	SNI 03-6441-2000	≤ 800	≤ 1200	≤ 1600
13	Penetrasi 25 ^{0}C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14	Daktilitas pada 25 ^{0}C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 50	≥ 25
15	Keelastisan setelah Pengambilan	AASHTO T 301-98	-	-	≥ 60

Catatan:

1. Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat (bitumen) yang diekstraksi dengan menggunakan metoda SNI 2490:2008. Sedangkan untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kandungan mineralnya.

2.	Pabrik pembuat bahan pengikat Tipe II dapat mengajukan metoda pengujian alternative untuk viskositas bilamana sifat-sifat elastomeric atau lainnya didapati berpengaruh terhadap akurasi pengujian penetrasi, titik lembek atau standar lainnya.
3.	Viskositas di uji juga pada temperature 100^0C dan 160^0C untuk tipe I, untuk tipe II pada temperature 100^0C dan 170^0C.

Sumber: Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum, 2010 revisi 3

2.1.4 Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah aspal yang ditambah bahan pencampur tambahan, aspal modifikasi biasanya dibuat atau digunakan untuk mencari dan meningkatkan kinerja aspal. Polimer ialah jenis bahan tambah yang sering digunakan saat ini, sehinga aspal modifikasi sering disebut juga aspal polimer. Berdasarkan sifatnya, ada dua jenis bahan polimer, yaitu:

1. Aspal Polimer Elastomer

   Aspal Polimer Elastomer dan karet adalah jenis – jenis polimer elastomer yang SBS (*Styrene Butadine Sterene*), SBR (*Styrene Butadine Rubber*), SIS (*Styrene Isoprene Styrene*), dan karet adalah jenis polimer elastoner yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras. Penambahan polymer jenis ini dimaksudkan untuk memperbaiki sifat reologi aspal, antara lain penetrasi, kekentalan, titik lembek dan elastisitas aspal keras.

2. Aspal Polimer Plastomer

   Presentase penambahan polimer ini kedalam aspal keras juga harus ditentukan berdasarkan pengujian labolatorium, karena penambahan bahan tambah sampai dengan batas tertentu penambahan ini dapat memperbaiki sifat-sifat reologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif.

Aspal modifikasi memiliki sifat, yaitu:

1. Sifat-sifat aspal alami yang kurang tahan terhadap keadaan iklim sekitar yang sering membuat aspal lembab dan mudah rusak.

2. Aspal pada temperatur rendah tidak rapuh/getas sehingga mengurangi potensi terjadinya retak (*cracking*).
3. Tidak tahan terhadap genangan air sehingga memerlukan drainase yang baik untuk mempercepat proses pengurangan jumlah genangan di aspal.
4. Mencari sifat aspal yang baru, contohnya aspal yang fleksibel (untuk jalan yang memiliki tanah labil dan selalu bergerak).
5. Aspal pada temperatur tinggi lebih stabil sehingga potensi terjadinya alur (*rutting*) pada perkerasan beraspal dapat dikurangi.
6. Mengurangi viskositas pada temperatur penghamparan sehingga dicapai kemudahan pelaksanaan penghamparan sekaligus pemadatannya.

2.2 Suhu Pencampuran dan Pemadatan

Aspal mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu/temperatur, karena aspal adalah material yang termoplastis. Aspal akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau cair bila temperatur bertambah. Setiap jenis aspal mempunyai kepekaan terhadap temperatur berbeda-beda, karena kepekaan tersebut dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspalnya, walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Pemeriksaan sifat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur perlu dilakukan sehingga diperoleh informasi tentang rentang temperatur yang baik untuk pelaksanaan pekerjaan.

Temperatur campuran beraspal panas merupakan satu-satunya faktor yang paling penting dalam pemadatan, karena mempengaruhi viskositas aspal yang digunakan. Menaikkan temperatur pemadatan mengakibatkan partikel agregat dalam campuran beraspal panas dapat dipadatkan lebih baik lagi. Kerapatan (*density*) pada saat pemadatan terjadi pada suhu lebih tinggi dari 275°F (135°C). Kerapatan menurun dengan cepat ketika pemadatan dilakukan pada suhu lebih rendah (Suparyanto, 2008).

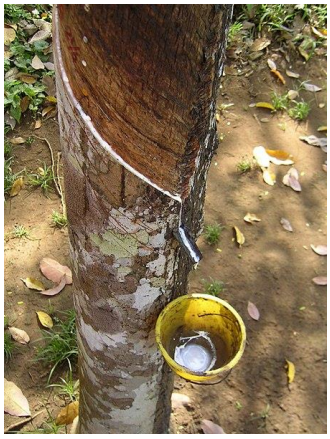
2.3 Getah Karet

Karet alam yang termasuk polimer alam juga berpotensi digunakan sebagai pemodifikasi aspal. Penggunaan karet alam sebagai aditif atau pemodifikasi diprediksi lebih baik, karena memiliki sifat kelengketan dan plastisitas yang lebih baik dari polimer sintetis. Karet alam juga memiliki elastisitas yang baik, memiliki daya regang yang tinggi, dan resilien atau daya kenyal yang baik.

Menurut Ramadhan et al. (2005), karet alam memiliki beberapa kelemahan, yaitu memiliki ikatan rangkap yang banyak dalam struktur molekul karet alam, sehingga karet alam tidak tahan terhadap reaksi oksidasi, ozon, dan minyak. Selain kelemahan, karet alam juga memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki daya pantul dan elastisitas yang baik, serta sifat-sifat fisik seperti elastisitas, kuat, dan kepegasan yang tinggi pula (Alfa et al., 2003).

Terdapat dua macam produk karet alam yang dapat digunakan sebagai pemodifikasi aspal, yaitu karet padat dan lateks. Lateks memiliki kelebihan lebih mudah untuk bercampur dengan aspal panas bila dibandingkan dengan karet padat. Selain itu, lateks dipilih sebagai aditif dalam pencampuran dengan aspal karena campuran aspal dengan lateks karet alam menghasilkan produk yang lebih efisien bila dibandingkan dengan bentuk dan jenis karet lain dalam jumlah yang sama (Smith, 1960).

Gambar 2.1 Getah karet alam padat



Gambar 2.2 Lateks tengah disadap dari batang

Menurut Eng (1997), bobot molekul karet alam berkisar antara 1 sampai 2 juta. Partikel karet alam mengandung hidrokarbon karet dan sejumlah kecil bahan bukan karet, seperti lemak, glikolipida, fosfolipida, protein, karbohidrat, bahan anorganik, dan lain-lain dengan komposisi seperti terlihat pada Tabel 2.3.

TABEL 2.2 KOMPOSISI PARTIKEL KARET ALAM

Jenis Komponen	Komposisi (%)
Hidrokarbon Karet	93,7
Lemak	2,4
Glikolipida, fosfolipida	1,0
Protein	2,2
Karbohidrat	0,4
Bahan Anorganik	0,2
Lain-lain	0,1

Sumber: Tanaka (1998)

Penelitian ini, getah karet digunakan untuk melihat peningkatan mutu aspal dan mutu campuran beraspalnya. Aspal yang dimodifikasi dengan karet merupakan dua campuran yang mengandung karet dan aspal yang digunakan untuk meningkatkan kinerja aspal antara lain mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak, dan meningkatkan kelekatan aspal terhadap agregat. Aplikasi pencampuran lateks karet alam dengan aspal dalam pekerjaan jalan raya merupakan bentuk yang dapat membantu meningkatkan konsumsi karet alam khususnya di dalam negeri. Selain itu, penerapan ini dapat

meningkatkan kualitas lapisan jalan raya, meningkatkan umur pakai jalan raya, dan mengurangi biaya pemeliharaan jalan raya.

2.4 Pengujian Hipotesis

Dalam statistik, hipotesis dapat diartikan sebagai pernyataan statistik tentang parameter populasi. Statistik adalah ukuran-ukuran yang dikenakan pada sampel (x = rata-rata; s = simpangan baku; s^2 = varians; r = koefisien korelasi), dan parameter adalah ukuran-ukuran yang dikenakan pada populasi (μ = rata-rata, σ = simpangan baku, σ^2 = varians; ρ = koefisien korelasi). Dengan kata lain, hipotesis adalah taksiran terhadap parameter populasi, melalui data-data sampel. Penelitian yang didasarkan data populasi, atau sampling total, atau sensus dengan tidak melakukan pengujian hipotesis statistik dari sudut pandang statistik disebut penelitian deskriptif. (Sugiyono, 2007)

Terdapat Perbedaan mendasar pengertian hipotesis menurut statistik dan penelitian. Dalam penelitian, hipotesis diartikan sebagai jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian. Rumusan masalah tersebut bisa berupa pernyataan tentang hubungan dua variabel atau lebih, perbandingan (komparasi), atau variabel mandiri (deskripsi). (Sugiyono, 2007)

Hipotesis terdapat tiga bentuk rumusan hipotesis. Menurut tingkat eksplanasi hipotesi yang akan diuji, maka rumusan hipotesis dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu hipotesis deskriptif (pada satu sampel atau variabel mandiri/tidak dibandingkan dan dihubungkan), komparatif dan hubungan.

1. Hipotesis Deskriptif

   Hipotesis deskriptif adalah dugaan tentang nilai suatu variabel mandiri. Tidak membuat perbandingan atau hubungan. Dalam perumusan hipotesis statistik antara hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (Ha) selalu berpasangan, bila salah satu ditolak, maka yang lain pasti diterima sehingga dapat dibuat keputusan yang tegas, jika H_0 ditolak pasti Ha diterima.

2. Hipotesis Komparatif

   Hipotesis Komparatif adalah pernyataan yang menunjukkan dugaan nilai dalam satu variabel atau lebih pada sampel berbeda.

3. Hipotesis Hubungan (*Asosiatif)*

   Hipotesis asosiatif adalah suatu pernyataan yang menunjukkan dugaan tentang hubungan antara dua variabel atau lebih.

2.5 Pengujian Hipotesis Deskriptif (Satu Sampel)

Pengujian hipotesis deskriptif pada dasarnya merupakan proses pengujian generalisasi hasil penelitian yang didasarkan pada satu sampel. Kesimpulan yang dihasilkan nanti adalah apakah hipotesis yang diuji itu dapat digeneralisasikan atau tidak. Bila Ho diterima berarti dapat digeneralisasikan. Dalam pengujian ini variable penelitiannya bersifat madiri, oleh karena itu hipotesis penelitian tidak berbentuk perbandingan ataupun hubungan antar dua variabel atau lebih. (Sugiyono, 2007)

Secara skematis pengujian hipotesis deskriptif terdapat beberapa macam teknik statistik yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis tersebut. Teknik statistik yang akan dipakai tergantung pada jenis data yang akan dianalisis berupa parametris dan nonparametris. Penggunaan statitstik parametris bila data yang akan dianalisis berbentuk interval atau ratio, sedangkan bila datanya berbentuk nominal atau ordinal, maka dapat digunakan statistik nonparametris. Statistik parametris bekerja dengan asumsi bahwa data yang akan dianalisis berdistribusi normal, sedangkan untuk statistik non parametris, distribusi data yang akan dianalisis adalah bebas. Baik statistik parametris maupun non parametris, selalu berasumsi bahwa sampel yang digunakan sebagai sumber data dapat diambil secara random. (Sugiyono, 2007)

Pengujian statistik terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Statistik Parametris

   Statistik parametris yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis deskriptif bila datanya interval atau rasio adalah t-test I sampel. Sebenernya terdapat dua rumus yang dapat digunakan untuk pengujian, yaitu rumus t dan z. Rumus z digunakan bila simpangan baku populasi diketahui, dan rumus t bila simpangan baku populasi tidak diketahui. Simpangan baku sampel dapat dihitung berdasarkan data yang telah terkumpul.

Terdapat dua macam pengujian hipotesis deskriptif, yaitu dengan uji dua pihak (*two tail test*) dan uji satu pihak (*one tail test*). Uji satu pihak ada dua macam yaitu uji pihak kanan dan uji pihak kiri. Jenis uji mana yang akan digunakan tergantung pada bunyi kalimat hipotesis.

2. Statistik Non parametris

   Statistik nonparametris yang dapat digunakan untuk menguji hipotesis deskriptif (satu sampel) baik untuk data nominal/diskrit maupun untuk data ordinal/peringkat/rangking. Statistik non parametris yang digunakan untuk menguji hipotesis satu sampel bila datanya nominal adalah "*Test Binomial*" dan Chi Kuadrat (x^2) satu sampel. Selanjutnya test yang digunakan untuk menguji hipotesis satu sampel data ordinal akan diberikan "*Run Test*".

2.6 Uji Chi Kuadrat (χ^2)

Menurut Sugiyono, 2007 Chi Kuadrat (χ^2) satu sampel adalah Teknik statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis bila ada dalam populasi terdiri atas dua atau lebih kelas dimana data berbentuk nominal dan sampelnya. Untuk dapat membuat keputusan tentang hipotesis yang diajukan diterima atau ditolak, maka harga Chi Kuadrat tersebut perlu dibandingkan dengan Chi Kuadrat tabel dengan dk dan taraf kesalahan tertentu. Dalam hal ini berlaku ketentuan *bila Chi Kuadrat hitung lebih kecil dari tabel, maka Ho diterima,* dan apabila lebih besar atau sama dengan ($\geq$) harga tabel maka Ho ditolak.

Uji Chi Kuadrat merupakan salah satu dari beberapa uji non parametrik. Uji Chi Kuadrat memiliki tiga jenis kegunaan, yaitu dapat menguji homogenitas, uji *independency* (asosiasi), dan menguji *goodness of fit* (kesesuaian). Uji homogenitas adalah untuk menguji kesamaan antara proporsi karakteristik diantara populasi yang berbeda. Uji *independency* adalah uji untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar dua variabel dalam metode klasifikasi. Uji *good of fit* adalah uji yang digunakan untuk mengetahui kesesuaian data yang diperoleh dengan distribusi yang dipilih, dimana dapat diketahui kesamaan atau perbedaan antara nilai dugaan awal dengan nilai observasi. (mendenhall, 2006)

Nilai Chi kuadrat hitung dibandingkan dengan nilai kuadrat tabel sehingga nilai chi kuadrat hitung sama atau lebih besar dari nilai chi kuadrat tabel, maka Ho dapat ditolak pada tingkat signifkansi tersebut. Uji Chi Kuadrat memiliki hipotesa sebagai berikut:

H_o = Tidak adanya perbedaan karakteristik

H_a = Adanya perbedaan setidaknya dua atau lebih karakteristik

Tabel 2.3 Nilai Chi Kuadrat

df	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,076	3,841	6,635
2	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,448	13,277
5	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209
11	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578
16	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000
17	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409
18	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805
19	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191
20	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566
21	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932

df	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
22	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,829
23	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638
24	23,337	27,096	29,553	33,196	35,415	42,980
25	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314
26	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642
27	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963
28	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278
29	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588
30	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	50,892

Sumber: Sugiyono, 2012

2.7 Uji *Kruskal Wallis*

Uji *Kruskal Wallis* merupakan uji statistika untuk menganalisis perbedaan distribusi antara dua atau lebih populasi yang berasal dari sampel acak yang diambil secara bebas (Siegel, 1992). Uji *Kruskal Wallis* merupakan salah satu dari beberapa uji non parametrik dalam statistika inferensial. Uji *Kruskal Wallis* dapat digunakan untuk menguji hipotesis k *sampel independen* bila datanya ordinal dan digunakan bila variabel terikat yang akan dianalisis nilai atau angkanya berbentuk peringkat (Warpole dan Myer, 1989). Uji *Kruskal Wallis* merupakan bagian dari statistik non parametrik untuk data lebih dari dua sampel yang tidak saling berhubungan atau tidak berpasangan.

Uji *Kruskal Wallis* umumnya digunakan oleh peneliti sebagai alternatif dari uji Anova ketika salah satu atau seluruh sebaran data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, sebelum kita memilih uji Kruskal wallis untuk menganalisis data penelitian, harus memastikan terlebih dahulu apakah sebaran data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Jika data berdistribusi normal maka sebaiknya kita menggunakan statistic parametrik dengan Uji Anova. Sebaliknya, jika data penelitian tidak berdistribusi normal maka menggunakan uji Kruskal wallis untuk analisis data.

Rumusan Hipotesis Penelitian terbagi menjadi dua, yaitu:

H0 : Tidak ada perbedaan

Ha : Ada perbedaan

Untuk pengambilan keputusan dalam uji *Kruskal Wallis* dapat dilakukan dengan dua acara, yaitu:

1. Membandingkan nilai statistik hitung dengan nilai statistik tabel.
2. Membandingkan hasil nilai signifkansi (Asymp.Sig) dengan probabilitas 0,05.

Adapun ketentuan pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai Asymp.sig > 0,05, maka tidak ada perbedaan atau Ho diterima
2. Jika nilai Asymp.Sig < 0,05, maka ada perbedaan atau Ho ditolak

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Debrina (2005) hasil yang didapat dari pemeriksaan aspal bercampur lateks bahwa nilai penetrasi menurun seiring penambahan kadar lateks pada aspal, hal ini mengindikasikan bahwa aspal semakin keras. Selain itu hasil yang diperoleh adalah titik lembek meningkat, titik nyala, titik bakar meningkat, dan berat jenis menurun seiring dengan banyaknya kadar lateks yang digunakan pada aspal.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Ali (2010) dengan Nilai penetrasi aspal modifikasi yang dihasilkan berkisar antara 49,33 sampai 61,25 (dmm), sedangkan nilai penetrasi adalah 68,00 (dmm). Nilai penetrasi aspal modifikasi yang tertinggi adalah aspal modifikasi L6K3 (Lateks Depolimerisasi+bahan pemvulkanisasi, Konsentrasi 3% karet dalam aspal) dengan nilai penetrasi 61,25 dmm, sedangkan nilai penetrasi yang terendah adalah aspal modifikasi L1K7 (Lateks Pekat, Konsentrasi 7% karet dalam aspal) dengan 49,33 dmm. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa penambahan lateks dan campurannya berhasil menurunkan nilai penetrasi yang ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal modifikasi yang lebih rendah daripada kontrol.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Trisilvana (2014) dengan menggunakan kadar aspal 4%, 5%, 6%, dan 7% dari berat benda uji. Dan kadar lateks 0%, 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6% dimana kadar lateks 0% dijadikan acuan untuk pengaruh kadar lateks terhadap campuran aspal porus. Hasil uji kinerja karakteristik marshall yang optimum didapat pada kadar aspal 4% dan kadar lateks 2% dengan suhu perendaman 60°C dengan waktu perendaman selama 30 menit. Hasil yang didapatkan dari nilai Stabilitas 616,39 kg, nilai *Flow* (kelelehan) 3 mm, nilai VIM (*Void In Mix*) 21,5%, dan nilai *Marshall Quotient* (MQ) 212,8 kg/mm.

Penelitian lain yang dilakukan oleh PUSLITBANG PU (2018) pada kegiatan pengembangan teknologi aspal karet yang dilaksanakan tahun 2015, telah didapat kondisioning pencampuran aspal karet menggunakan kompon karet pada semi EV (KP2). Hasil kajian menunjukan, untuk mendapatkan aspal karet yang homogen dan terdispersi dengan baik, aspal harus dicampur dengan kompon karet padat pada 150 ^{0}C – 160 ^{0}C selama 25 menit menggunakan alat pencampur tipe L5-LA dari silverson dengan kecepatan putaran 6000 rpm.

itenas library