

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Merujuk pada sebuah pengertian tentang Ilmu dan Penelitian yang memiliki hubungan yang sangat erat, dimana Ilmu dan Penelitian seperti hasil dan proses. Penelitian adalah proses dan ilmu sebagai hasil dari proses itu sendiri.

Untuk menjadi sebuah kebenaran yang dapat dipercayai, sifat koresponden dan alasan fakta ilmiah tidaklah menjadi produk pengamatan yang random dan mempunyai arti, melainkan fakta yang harus relevan dengan teori dan tidak pernah dianggap bertentangan.

Sebagaimana maksud diatas, alasan berpikir secara nalar harus mempunyai unsur yang logis dan analitis sebagai rujukan kajian. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode *research* atau mencari kembali, meriset atau menyelidiki sebagai metode yang dilakukan dilaboratorium secara sistematis, kritis dan ilmiah guna mendapatkan fakta baru tentang suatu masalah dalam pengertian atau tafsiran yang sebelumnya ada menjadi suatu pengertian atau pengetahuan yang lebih baik.

Tahapan dalam proses penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

3.1. Persiapan Bahan dan Peralatan

3.1.1. Persiapan Bahan/Material

Saat sebelum persiapan bahan atau material, perlu diketahui kebutuhan dari komponen pembentuk campuran beraspal panas itu terdiri dari beberapa fraksi agregat.

Fraksi agregat sendiri mempunyai pengertian yaitu pengelompokan ukuran butiran dominan dari setiap sumber hasil agregasi. Berdasarkan ukuran butiran yang dominan ditempat sumber hasil agregasi ataupun tempat penampungan sementara (*stockpile*), tumpukan-tumpukan hasil agregasi kemudian dikelompokkan menjadi beberapa fraksi, diantaranya: fraksi agregat kasar, fraksi agregat sedang dan fraksi agregat halus.

Material atau agregat yang digunakan sebagai contoh uji adalah :

1. Agregat yang bersumber dari sungai Pariti Kecamatan Sulamu Kabupaten Kupang berupa hasil produksi unit pemecah batu (*stone crusher*) milik PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi berupa:
 - a) Fraksi agregat kasar (batu pecah 1")
 - b) Fraksi agregat kasar (batu pecah 3/4")
 - c) Fraksi agregat sedang (batu pecah 1/2")
 - d) Fraksi agregat halus (abu batu hasil alat pemecah batu)
 - e) Fraksi agregat halus (pasir alam)
2. Aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70.
3. Semen Kupang sebagai bahan pengisi (*Filler*).

3.1.2. Persiapan Peralatan

Peralatan yang digunakan sebagai sarana penunjang pengujian laboratorium dalam penelitian ini adalah peralatan Laboratorium yang disyaratkan sebagaimana parameter pengujian milik PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi.

3.2. Data

3.2.1. Jenis Data

Jenis data yang dibutuhkan, dikelompokkan menjadi dua kelompok sasaran dalam proses perolehan dan pengumpulan data, antara lain :

3.2.1.1. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium, antara lain :

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus
3. Pengujian Keausan Agregat
4. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar
5. Pengujian Analisa Saringan Agregat Sedang

6. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus
7. Pengujian Analisa Saringan Bahan Pengisi

3.2.1.2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang tidak langsung diperoleh dari obyek penelitian. Melainkan data dari literatur-literatur dan aturan-aturan berupa:

1. Spesifikasi tentang material yang digunakan pada bahan campuran beraspal panas Laston Lapis Antara
2. Ketentuan-ketentuan sifat Aspal yang harus digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal Laston Lapis Antara.
3. Spesifikasi dan tata cara berupa Standarisasi pengujian dalam tahapan pembuatan formula atau rumusan campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.

3.2.2. Metode Pengambilan Sample dan Jumlah Data

3.2.2.1. Metode Pengambilan Sampel

Sampel merupakan sebagian terkecil yang mewakili populasi material dari keseluruhan material ditempat penampungan (*stockpile*).

Metode pengambilan sampel menjadi bagian penting untuk sebelum sampel dimaksud digunakan sebagai bahan kajian guna mengetahui sifat-sifat suatu material pada campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.

Metode *Systematic Random Sampling* kemudian menjadi pilihan sebagai metode tepat untuk maksud tersebut, dimana Metode *Systematic Random Sampling* adalah proses pengambilan jenis sampel secara acak dari beberapa sisi yang dianggap perlu pada setiap tumpukan agregat yang ada di tempat penampungan (*stockpile*) dan yang telah dikelompokkan berdasarkan jenis fraksi.

Tujuan metode tersebut adalah diharapkan tiap ukuran butiran didalam keseluruhan material yang ada ditempat penampungan terwakili didalam sampel yang telah diambil sebagai contoh uji.

3.2.2.2. Jumlah Data Pemeriksaan *Stockpile*

Jumlah tumpukan masing-masing fraksi sebagai populasi pengambilan sampel untuk campuran beraspal panas Laston Lapis Antara kemudian dikelompokkan menjadi :

1. Agregat Kasar (*Coarse Aggregate*) terdiri dari:
 - a) Batu Pecah Lolos saringan no 1 “ (25 mm)
 - b) Batu Pecah lolos saringan no ¾“ (19 mm)Jumlah contoh dari masing-masing fraksi diatas = ± 40 kg.
2. Agregat Sedang (*Medium Aggregate*), berupa batu pecah yang lolos saringan no ½” (12,74 mm).
Jumlah yang disiapkan sebanyak = ± 40 kg.
3. Agregat Halus (*Fine Aggregate*), bahan lewat saringan no # 4 (4,75 mm), terdiri dari:
 - a) Abu batu hasil produksi alat pemecah batu (*stone crusher*) dan
 - b) Pasir alam.Jumlah yang disiapkan masing-masing sebanyak = ± 50 kg.
4. Agregat Pengisi (*Fine Filler*) bahan pengisi tambahan berupa semen lolos saringan no 200 (0,075 mm).
Jumlah yang disiapkan sebanyak = ± 25 kg.
5. Bahan Pengikat (Aspal) dengan Penetrasi 60/70 hasil produksi PT. Pertamina.
Jumlah yang disiapkan sebanyak = ± 15 liter.

3.2.2.3. Jumlah Data Pemeriksaan Laboratorium

Data-data hasil pemeriksaan Laboratorium yang kemudian menjadi dasar kajian antara lain:

1. Data sifat-sifat fisik material dari *stockpile* milik PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi
2. Data uji analisa saringan tiap fraksi agregat.
3. Data proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. 1" (25,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara dan menentukan kadar aspal perkiraan dari komposisi campuran tersebut.

4. Data proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara dan menentukan kadar aspal perkiraan dari komposisi campuran tersebut.
5. Data Parameter *Marshall* dengan variasi kadar aspal dari kadar aspal perkiraan (Pb): -1%. -0,5%, Pb, +0,5%. +1% masing-masing 2 (dua) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. 1" (25,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.
6. Data Parameter *Marshall* dengan variasi kadar aspal dari kadar aspal perkiraan (Pb): -1%. -0,5%, Pb, +0,5%. +1% masing-masing 2 (dua) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.
7. Data Uji *Marshall* pada kepadatan mutlak dengan variasi kadar aspal dari kadar aspal (K_{asp}) yang memiliki VIM 6%: -0,5%, K_{asp} VIM 6%, +0,5%. masing-masing 2 (dua) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. 1" (25,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.
8. Data Uji *Marshall* pada kepadatan mutlak dengan variasi kadar aspal dari kadar aspal (K_{asp}) yang memiliki VIM 6%: -0,5%, K_{asp} VIM 6%, +0,5%. masing-masing 2 (dua) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.
9. Data Parameter *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) masing-masing 6 (enam) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. 1" (25,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara
10. Data Parameter *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) masing-masing 6 (enam) buah benda uji untuk proporsi agregat gabungan yang menggunakan batu pecah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " (19,0 mm) sebagai ukuran butiran maksimum campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.

3.2.3. Waktu Pengambilan Data

Waktu kegiatan pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan penyajian data diuraikan sebagaimana **Tabel 3.1** Rencana Waktu Penelitian berikut :

Tabel 3.1 Rencana Waktu Penelitian

KEGIATAN	BULAN / TAHUN 2023													
	Juni		Juli		Agts		Sept		Okt		Nov		Des	
Persiapan / Study Literatur	■	■												
Penyusunan Proposal	■	■												
Pengambilan Data		■	■	■										
Penelitian/Kajian				■	■	■	■	■						
Analisis & Pembahasan								■	■	■	■			
Penyusunan Laporan Akhir											■	■	■	

Sumber: Penulis

3.2.4. Proses Pengambilan Data

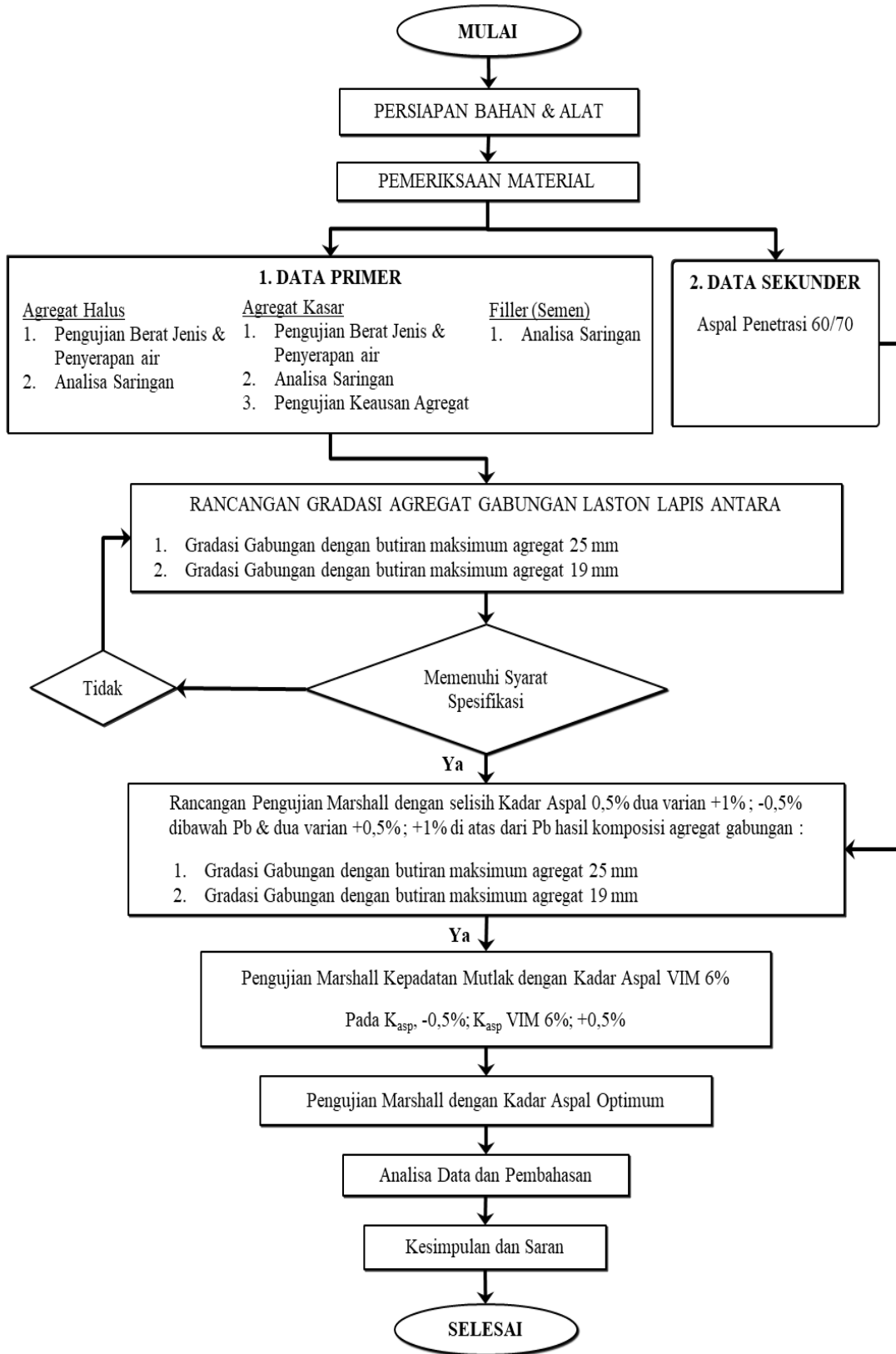
Langkah-langkah pengambilan data untuk penelitian ini adalah :

1. Mengajukan permohonan penelitian berupa surat izin penelitian dilaboratorium kepada pimpinan PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi.
2. Melakukan penelitian dilaboratorium PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi dibantu oleh pimpinan dan teknisi laboratorium.
3. Mengolah hasil pengujian laboratorium sesuai dengan parameter yang disyaratkan.
4. Menyusun data hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian untuk kemudian dipertanggungjawabkan dalam seminar hasil.

Parameter-parameter pengambilan data sebagai sasaran pengujian laboratorium pada kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis untuk tujuan penyelidikan ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia sebagai Standar Rujukan pengujian sebagaimana diatur didalam Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018 (Revisi 3), antara lain:

1. BS 598 Part 104 1989 : Pedoman pengujian kepadatan mutlak campuran beraspal
2. SNI ASTM C136 : 2012 : Metode uji untuk analisa saringan agregat halus dan agregat kasar
3. SNI 1969 : 2016 : Cara Uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
4. SNI 1970 : 2016 : Cara Uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus
5. SNI 2417 : 2008 : Cara Uji keausan agregat dengan mesin Abrasi *Los Angeles*
6. SNI 03-4142-1996 : Metode Pengujian jumlah bahan yang lolos saringan no. 200 (0,0075mm).
7. SNI 06-2489-1991 : Pengujian campuran beraspal dengan Alat *Marshall*
8. SNI 03-6893-2002 : Metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal

3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4. Deskripsi Diagram Alir

Dari diagram alir diatas dapat diuraikan secara singkat gambaran keseluruhan proses penelitian yang akan dilakukan. Sebagai tahapan dalam penelitian terinci, beberapa penjelasan dari uraian Bab II sebelumnya sudah menggambarkan tentang tahapan persiapan yang harus dilakukan sebelum beranjak ketahapan pengujian dilaboratorium.

Dengan kesiapan bahan uji dan dukungan peralatan yang sudah cukup memadai sebagai pendukung kelanjutan proses pengujian dan pengumpulan data, beberapa hal yang dipandang penting adalah literatur pengujian yang menjadi rujukan untuk mendukung proses pengujian yang tepat sebagaimana yang dimaksud dari tujuan setiap pengujian.

Adapun data yang akan digunakan sebagai parameter dalam rumusan untuk campuran beraspal panas Laston Lapis Antar yang dikumpulkan dari hasil pengujian dilaboratorium sebagai tahap awal pengumpulan data adalah:

3.4.1. Persiapan Bahan dan Peralatan

3.4.1.1. Persiapan Bahan

Metode pengambilan sampel menjadi bagian penting untuk sebelum sampel dimaksud digunakan sebagai bahan kajian guna mengetahui sifat-sifat suatu material pada campuran beraspal panas Laston Lapis Antara.

Agregat yang diambil dari *stockpile* dengan metode *Systematic Random Sampling* dan telah dikelompokan berdasarkan fraksi-fraksi untuk kebutuhan campuran beraspal panas Laston Lapis Antara lalu dibawa ke laboratorium, kemudian dari masing-masing fraksi dilakukan lagi pemisahan dilaboratorium dengan cara *Quatering*.

Metode *Quatering* adalah metode dimana material contoh dibagi menjadi empat bagian yang sama banyak, dua bagian kecil yang berhadapan lalu digabungkan lagi dan dipisah menjadi dua bagian sebagai contoh uji menggunakan alat pemisah

sample splitter guna mendapatkan contoh uji yang benar-benar mewakili keseluruhan ukuran butiran dari fraksi agregat yang dimaksud.

3.4.1.2. Pesiapan Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah peralatan Laboratorium milik PT. Cahaya Berlian Jaya Abadi. diantaranya :

1. Mesin tekan *Marshall*, yang dilengkapi dengan:
 - a) Kepala penekan (*Breaking Head*), dengan diameter dalam 50.8mm (2 inch).
 - b) Dongkrak pembebanan (*Loading Jack*) yang digerakan secara elektrik dengan kecepatan pergerakan vertical 50.8 mm/menit (2 inch/menit).
 - c) Cincin penguji yang berkapasitas 6000 pound dengan ketelitian 125 kg (25 pound), dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm (0,0001”).
 - d) Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm (0,01”) dengan perlengkapannya.
2. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu $200 \pm 3^{\circ}\text{C}$
3. Cetakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm (4”) dan tinggi 7,5 cm (3”) dilengkapi dengan pelat atas dan leher sambung.
4. Alat untuk mengeluarkan benda uji yang telah dipadatkan dari cetakan (*Ejector*).
5. Alat penumbuk (*Compactor*) yang mempunyai permukaan tumbukan rata berbentuk silinder dengan berat 4.536 kg (10 pound) dan tinggi jatuh beban 45.7 cm (18”).
6. Bak perendam (*Waterbath*) dilengkapi dengan pengatur suhu minimum 20°C .
7. Satu set Saringan (*Round Sieve*) untuk pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*) dengan nomor saringan : 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, #4, #8, #12, #16, #30, #50, #100, #200. Yang dilengkapi dengan penggetar saringan (*Sieve Shaker*), satu set pemisah contoh (*sample splitter*) ukuran 1” dan 3/4”.
8. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 30 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 30 kg dengan ketelitian 1 gram.
9. Termometer kapasitas 300°C .
10. Peralatan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat, diantaranya: Alat vakum (*vacuum pump*), *Piknometer* kapasitas 500 ml, *Piknometer* kapasitas 1000 ml, Gelas ukur kapasitas 500 ml, Gelas ukur kapasitas 100 ml, Gelas ukur kapasitas 50

ml *Cone*, *Tamper*, *Pipette* gelas 5 ml, *Thermometer (Glass)*-10 sd 150°C, *Corong (Funnel Glass)*, *Keranjang density # 8*, diameter 20cm.

11. Peralatan Pengujian Keausan Agregat (*Mesin Los Angles*).

12. Alat perlengkapan lainnya berupa sketmat, sarung tangan dari karet, sendok pengaduk, kompor, pan-pan berbahan logam, spatula, scoop, kain/spoon pengering, kantong-kantong plastik.

3.4.2. Pemeriksaan Material

3.4.2.1. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar dan Agregat Halus

Adapun data berat jenis setiap komponen campuran beraspal panas tersebut akan dipakai untuk menganalisa berat jenis gabungan dari suatu komposisi campuran beraspal panas.

Dimana dalam menentukan nilai dari perhitungan-perhitungan sifat-sifat volumetrik yang jadi parameter *marshall* campuran beraspal panas Laston Lapis Antara, sangat tergantung dari ketersediaan data fisik material setiap komponen dalam campuran beraspal panas tersebut. Komponen campuran beraspal panas Laston Lapis Antara yang diuji berat jenisnya adalah :

1. Berat jenis batu pecah lolos saringan no. 1” (25 mm)
2. Berat jenis batu pecah lolos saringan no. 3/4” (19 mm)
3. Berat jenis batu pecah lolos saringan no. 1/2” (12,74 mm)
4. Berat jenis abu batu lolos saringan no. 4 (4,75 mm)

Nilai dari sifat-sifat volumetrik campuran beraspal panas yang berkaitan erat dengan nilai-nilai berat jenis setiap komponen dari campuran adalah :

1. Berat jenis bulk agregat campuran (Gsb)
2. Berat jenis efektif dari agregat campuran (Gse)
3. Berat jenis maksimum campuran (Gmm)
4. Volume rongga dalam campuran padat (VIM)
5. Volume rongga diantara butir agregat (VMA)
6. Volume rongga dalam campuran padat yang terisi aspal (VFA)
7. Kadar aspal yang diserap agregat (Absorpsi/Pab)

8. Rasio antar partikel lolos saringan no. 200 dengan kadar aspal efektif.

Dari data-data yang sudah disebutkan diatas adalah data primer yang merupakan hasil pengujian dan perhitungan dilaboratorium. Data berat jenis dari komponen campuran yang dikelompokan sebagai data sekunder adalah :

1. Berat Jenis Aspal = 1,03
2. Berat Jenis Semen = 3,15

3.4.2.2. Keausan Agregat Kasar

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Abrasi *Los Angeles*.

3.4.2.3. Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Metode pengujian analisa saringan merupakan pemeriksaan untuk memisahkan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan yang bertujuan mendapatkan persebaran nilai berupa jumlah persentasi butiran pada tiap mata ayakan dari agregat baik agregat halus maupun agregat kasar.

Analisa saringan agregat dalam pengertiannya adalah penentuan persentasi berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentasi dapat ditunjukkan atau digambarkan dalam tabel ataupun grafik pembagian butir.

Data komponen campuran beraspal panas Laston Lapis Antara yang diuji pembagian butirannya adalah :

1. Analisa saringan batu pecah lolos saringan no. 1" (25 mm)
2. Analisa saringan batu pecah lolos saringan no. ¾" (19 mm)
3. Analisa saringan batu pecah lolos saringan no. ½" (12,74 mm)
4. Analisa saringan abu batu lolos saringan no. 4 (4,75 mm)
5. Analisa saringan pasir alam lolos saringan no 4 (4,75 mm) dan
6. Analisa saringan bahan pengisi atau filler (semen).

3.4.3. Rancangan Proporsi Agregat Gabungan

Pengertian rancangan proporsi agregat gabungan adalah menentukan proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang menjadi komponen dari 100% gabungan agregat campuran beraspal panas Laston Lapis Antara. Selanjutnya setiap persentasi dari masing-masing fraksi agregat yang telah ditentukan, jika dijumlahkan harus memenuhi 100% total gabungan agregat campuran.

Kebutuhan agregat dari salah satu fraksi agregat adalah besarnya persentasi kebutuhan dari fraksi agregat tersebut dikalikan dengan persentasi lolos dari tiap nomor saringan dalam satu set susunan saringan campuran Laston Lapis Antara untuk fraksi agregat yang dimaksud. Dan dari hasil perkalian proporsi tiap fraksi agregat dengan persentasi lolos tiap saringan merupakan kebutuhan individu dari fraksi dimaksud pada nomor saringan tersebut. Jumlah persentasi lolos pada nomor saringan yang sama untuk keseluruhan fraksi agregat harus memenuhi atau berada diantara rentang gradasi agregat atau amplop gradasi Laston Lapis Antara sebagaimana diuraikan pada **Tabel 2.5 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal**.

Hasil rancangan proporsi agregat gabungan ini sering disebut gradasi rencana atau gradasi target dan diharapkan menjadi tolak ukur percobaan-percoaban dilaboratorium hingga saat proses pelaksanaan dilapangan.

Komposisi gradasi agregat gabungan rencana pada Penelitian ini terdiri dari dua rancangan gradasi agregat gabungan, yaitu:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm

Dari hasil komposisi kedua rancangan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara diatas, kemudian ditentukan kadar aspal total campuran yang efektif menyelimuti seluruh butiran agregat, mengisi pori antar agregat dan yang terabsorpsi kedalam pori-pori agregat itu sendiri.

Langkah-langkah persiapan benda uji untuk pengujian dengan metode *Marshall* dilaboratorium sebagai berikut:

1. Komposisi rancangan campuran beraspal panas sebagai hasil gabungan fraksi-fraksi agregat, telah sesuai dengan spesifikasi campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara.
2. Dari komposisi rancangan campuran yang telah memenuhi, ditentukan berat jenis agregat gabungan.
3. Menentukan kadar aspal total campuran beraspal panas sebagai Kadar Aspal Perkiraan atau Rencana (Pb) yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots\dots\dots \text{ (Pers. 3.1)}$$

Keterangan :

Pb = Kadar aspal total perkiraan/rencana awal

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = Agregat halus lolos saringan No. 8 dan tertahan No.200

FF = Agregat halus lolos saringan No. 200

K = Konstanta untuk Laston: 0,5 - 1,0, dan Lataston: 2,0 - 3,0.

Nilai K (Konstanta) merupakan angka pendekatan yang umum digunakan untuk kadar aspal perkiraan yang telah ditetapkan sesuai jenis campuran yang akan digunakan dalam konstruksi jalan. Dimana nilai K untuk campuran jenis Laston diberi dari 0,5 – 1,0 dan campuran jenis Lataston dari 2,0 – 3,0.

3.4.4. Percobaan Marshall dengan 5 variasi Kadar Aspal pada rentang 0,5% terhadap Kadar Aspal Perkiraan

Setelah kadar aspal total campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara atau Kadar Aspal Perkiraan (Pb) tersebut dihitung, disiapkan benda uji *marshall* dengan 5 variasi kadar aspal pada rentang 0,5% terhadap kadar aspal perkiraan (Pb). Dengan pengertian jika kadar aspal perkiraan (Pb) sebagai nilai tengah, maka benda uji *marshall* dibuat dengan rentang (Pb-1%); (Pb-0,5%) < (Pb) > (Pb+0,5%); (Pb+1).

Jika dalam perhitungan diperoleh kadar aspal perkiraan (Pb)= 6,1 % dibuat pembulatan terdekat terhadap 0,5% menjadi 6% atau jika diperoleh 6,7 % dibulatkan menjadi 6,5%.

Langkah-langkah pengujian dengan metode *Marshall* dilaboratorium diuraikan sebagai berikut:

3.4.5.1. Persiapan Benda Uji *Marshall*

Persiapan dan pembuatan benda uji *marshall* dengan 5 variasi kadar aspal dan 2 buah benda uji untuk masing-masing varian pada rentang 0,5% terhadap kadar aspal perkiraan (Pb), dimana dua varian -0,5% dibawah Kadar Aspal Perkiraan (Pb), 1 varian dengan Kadar Aspal Perkiraan (Pb) & dua varian +0,5% diatas dari Kadar Aspal Perkiraan (Pb). Dimisalkan Pb = 5,5 benda uji dibuat dengan kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% dan 6,5%.

3.4.5.2. Pembuatan Benda Uji *Marshall*

Benda uji *marshall* disiapkan untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan dengan pemadatan benda uji 2 x 75 tumbukan untuk masing-masing komposisi campuran berikut:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm

3.4.5.3. Persiapan dan Pengujian Berat Jenis Maksimum (Gmm)

Pengujian Berat Jenis Maksimum untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm

2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm

3.4.5.4. Pengujian *Marshall*

Pengujian sifat-sifat campuran beraspal dengan *Marshall* untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan berikut:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm.

Tujuan pengujian sifat-sifat campuran beraspal dengan *Marshall* untuk mendapatkan nilai Stabilitas dan Kelelehan (*Flow*). Sebelum pengujian dilakukan, contoh uji ditimbang saat kondisi kering, didalam air dan disaat kering permukaan guna mendapatkan data yang digunakan dalam perhitungan sifat volumetrik campuran beraspal.

3.4.5.5. Perhitungan Parameter *Marshall*

Dalam perhitungan Parameter *Marshall*, nilai dari seluruhnya dibandingkan dengan syarat spesifikasi jenis campuran yang direncanakan yaitu Laston Lapis Antara. Parameter *Marshall* tersebut yaitu VIM, VMA, VFA, Berat Volume, Stabilitas, Kelelehan, *Marshall Quotient*, Rasio Partikel lolos saringan no # 200 dengan kadar aspal efektif. Perhitungan parameter *Marshall* dilakukan untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm.

3.4.5.6. Menggambarkan Hubungan Kadar Aspal dengan Parameter *Marshall*

Dengan menggambarkan dalam bentuk grafis hubungan kadar aspal dengan seluruh parameter *marshall*, pandangan teoritis secara menyeluruh dalam bentuk data uji sangat diperlukan. Atas pertimbangan ini, benda uji masing-masing variasi kadar aspal tidak cukup satu buah benda uji agar, ketika terjadi penyimpangan nilai, dapat dijadikan alasan analisa dan dalam hal pendekatan keakuratan data dan benda uji yang punya nilai ketimpangan yang besar dapat saja dibuat benda uji yang sama. Jika ada kemiripan atau kesamaan nilai dari tiap contoh uji untuk kadar aspal yang sama, maka nilai tersebut dapat digambarkan sebagai kecenderungan bentuk lengkungan akibat adanya perbedaan kadar aspal.

Sebagaimana uraian di BAB II, kecenderungan lengkung grafis dari hubungan kadar aspal dan parameter *marshall* adalah:

1. Stabilitas akan meningkat seiring bertambahnya kadar aspal dan setelah mencapai nilai yang tertinggi, stabilitas berangsur turun disaat kadar aspal yang makin tinggi.
2. Kelelahan atau *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal.
3. Grafik yang menggambarkan variabel nilai dari berat volume hampir identik dengan lengkung stabilitas disaat bertambahnya kadar aspal. Akan tetapi nilai kepadatan cenderung mencapai nilai maksimum disaat kadar aspal yang lebih sedikit dari kadar aspal disaat nilai stabilitas tertinggi.
4. Grafik yang menggambarkan variabel nilai dari VIM akan terus menurun disaat bertambahnya kadar aspal sampai mencapai nilai minimum dari spesifikasi bahkan dapat mencapai akhir dimana rongga dalam campuran adalah nol.
5. Grafik yang menggambarkan variabel nilai dari VMA akan turun hingga mencapai nilai minimum kemudian kembali bertambah seiring bertambahnya kadar aspal.

GrafikLengkung FVA akan bertambah seiring bertambahnya kadar aspal akibat makin banyaknya rongga yang terisi oleh aspal.

Nilai yang didapat dari gambaran grafis lengkungan ini adalah, nilai masing-masing parameter *marshall* yang dihitung berdasarkan hubungan rata-rata antar

variabel yang dibandingkan terhadap satu nilai yang dapat berlaku untuk keseluruhan variabel perhitungan dimaksud, yang dalam hal ini nilai hasil perhitungan regresi tersebut didasarkan pada kadar aspal perkiraan (P_b).

Gambaran grafis lengkungan dimaksud kemudian dilakukan untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan dari:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm.

3.4.5. Percobaan Kepadatan Mutlak dengan Metode *Marshall*

Setelah perhitungan sifat volumetrik campuran beraspal dari keseluruhan benda uji *Marshall* dengan 5 variasi kadar aspal tersebut diatas dan diketahui sedikitnya 2 variasi kadar aspal memenuhi seluruh syarat spesifikasi parameter *marshall*, selanjutnya untuk campuran beraspal campuran beraspal panas jenis Laston perlu dilakukan pengujian kepadatan membal atau mutlak (*Refusall Density*).

Benda Uji kepadatan mutlak tersebut adalah benda uji *marshall* dengan 3 variasi kadar aspal pada rentang 0,5% terhadap kadar aspal yang memiliki nilai VIM = 6%. Benda uji disiapkan untuk masing-masing rancangan gradasi agregat gabungan dengan pemadatan benda uji 2 x 400 tumbukan untuk masing-masing komposisi campuran berikut:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm

3.4.6. Pengujian *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum.

Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah Kadar Aspal yang berada persis pertengahan rentang kadar aspal yang memenuhi seluruh syarat parameter *marshall*

dari spesifikasi campuran beraspal dan dianggap kadar aspal yang paling ideal dari suatu komposisi campuran beraspal panas.

Setelah Pengujian Kepadatan Mutlak memenuhi spesifikasi, langkah pengujian selanjutnya adalah Pengujian *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum. Sebagaimana Pengujian *Marshall* sebelumnya, maksud pengujian ini untuk menentukan nilai dalam perhitungan Parameter *Marshall* saat kadar aspal optimum, dimana nilai Parameter *Marshall* yang dicari adalah VIM, VMA, VFA, Berat Volume, Stabilitas, Kelelehan, *Marshall Quotient*, Rasio Partikel lolos saringan no # 200 dengan kadar aspal efektif.

Pengujian *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum dilakukan untuk masing-masing komposisi campuran beraspal berikut:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm.

3.4.7. Analisa Data

Hasil Analisa Data dari seluruh rangkaian pengujian yang memenuhi unsur yang disyaratkan spesifikasi Campuran Beraspal Panas Jenis Laston Lapis Antara adalah rangkuman keseluruhan pengujian yang antara lain berisikan:

1. Sumber-sumber Agregat dan Aspal
2. Ukuran Nominal Maksimum Agregat
3. Gradasi Fraksi Agregat Campuran Laston Lapis Antara
4. Proporsi setiap Fraksi Agregat dalam Campuran Laston Lapis Antara.
5. Gambaran lengkap Hubungan Kadar Aspal dan masing-masing Parameter *Marshall* berupa hasil hitungan maupun dalam bentuk grafis.
6. Gambaran kritis berupa grafis dimana letak batasan rentang kadar aspal yang memenuhi keseluruhan syarat parameter *marshall* sebagaimana yang disyaratkan Spesifikasi Campuran Laston Lapis Antara.

7. Kadar Aspal Optimum pada komposisi tertentu yang dapat dijadikan sebagai kadar aspal rencana.

3.4.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan hasil akhir dari penelitian ini. Apakah dari berbagai ketentuan yang berlaku sebagaimana yang disyaratkan dalam Spesifikasi tentang syarat-syarat Campuran Beraspal Panas Jenis Laston Lapis Antara dianggap memenuhi, patut dipertimbangkan dan butuh kajian lebih mendalam atau tidak memenuhi.

Pertimbangan tentang itu, dikhususkan pada percobaan untuk masing-masing komposisi campuran berikut:

1. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 25 mm
2. Komposisi agregat gabungan campuran beraspal panas jenis Laston Lapis Antara dengan butiran maksimum agregat berukuran 19 mm.