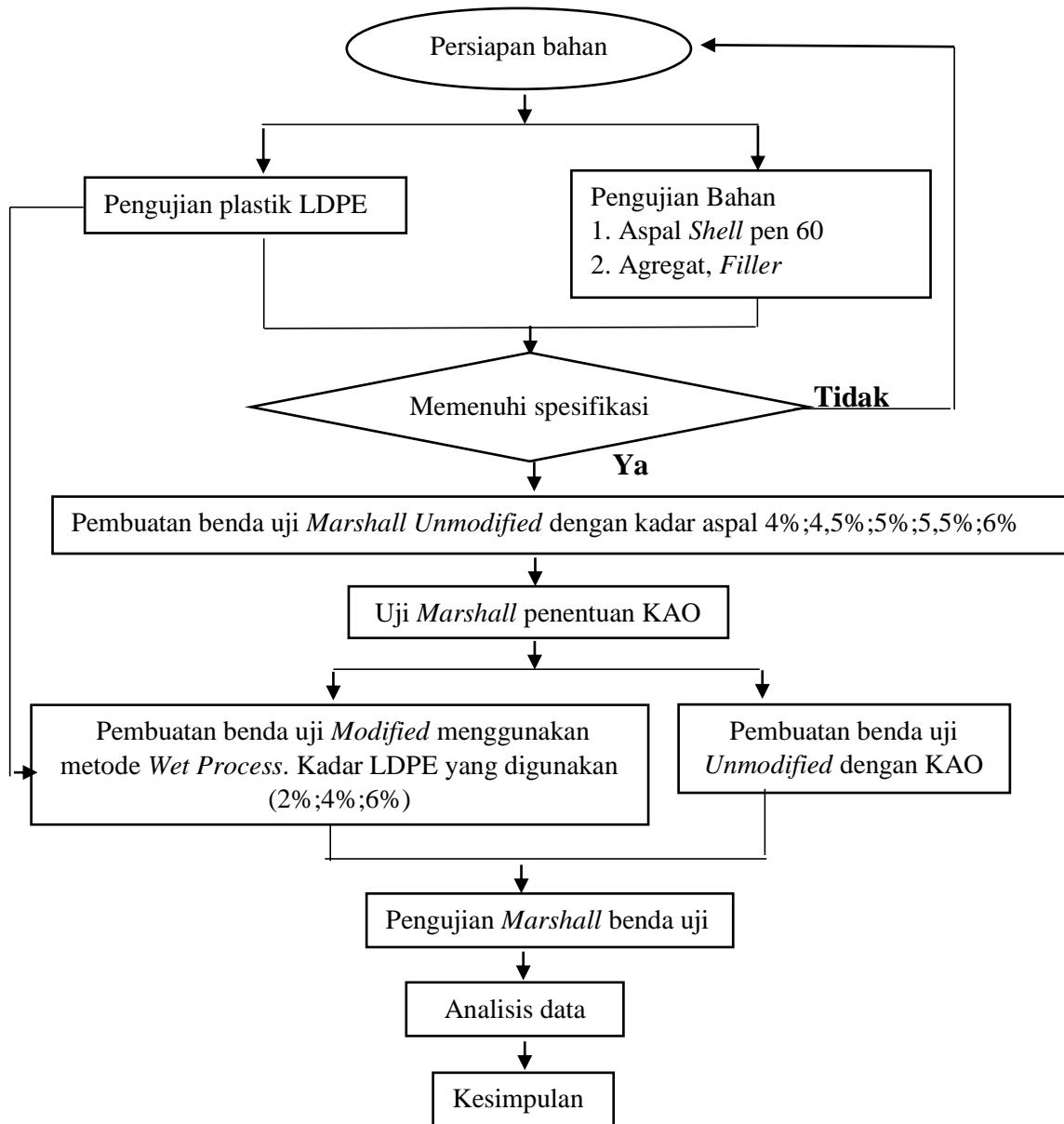


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di Lab Jalan Institut Teknologi Sumatera dengan diagram aliran penelitian seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Agregat Kasar
Agregat yang akan digunakan berasal dari Tanjungan
2. Agregat Halus
Agregat halus yang akan digunakan berasal dari Tanjungan Lampung Selatan.
3. Aspal
Aspal yang akan digunakan adalah aspal *Shell* penetrasi 60/70
4. *Filler* (Bahan Pengisi)
Filler yang akan digunakan adalah semen portland
5. *Additive* (Bahan Tambah)
Bahan tambah yang akan digunakan plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*)

3.3. Pengujian Bahan

Sebelum digunakan dalam campuran bahan-bahan yang akan digunakan harus dilakukan beberapa pengujian dan harus memenuhi syarat menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 :

3.3.1. Pengujian aspal

Ada beberapa pengujian yang dilakukan terhadap aspal yaitu :

- a. Berat jenis aspal
- b. Titik lembek
- c. Daktilitas
- d. Pemeriksaan penetrasi aspal
- e. Pemeriksaan kehilangan berat

Aspal yang akan digunakan mempunyai spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Syarat
1	Penetrasi, 25°C (mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Berat Jenis	SNI 2432:2011	≥ 1
3	Titik Lembek, (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
4	Daktilitas 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100

Sumber : *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal*

3.3.2. Pengujian Agregat

Ada beberapa pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus dan kasar yaitu :

- Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus bertujuan untuk menentukan berat jenis kondisi kering (*Bulk Specific Gravity*), Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) dan penyerapan (*Absorption*) pada agregat
- Keausan agregat menggunakan mesin *Los Angeles* bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap keausan menggunakan alat *Los Angeles*
- Indeks kepipihan digunakan untuk mengetahui kelayakan agregat dengan menggunakan alat kepipihan agregat

Agregat yang akan digunakan harus memenuhi syarat meurut Spesifikasi Bina Marga 2010 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Pengujian Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Standar Uji	Syarat
1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03-1968-1990	Penyerapan Maks 3 (%) BJ Bulk Min 2,5
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1970-1990	Penyerapan Maks 5 (%)
3	Tes Abrasi	SNI 03-2417-1990	Maks 40 (%)
4	Partikel Pipih dan Lonjong	BS 812: part 3 : 1975	Maks 25 (%)

Sumber : *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal*

3.3.3. Pengujian *Filler* Semen Portland

Pengujian yang dilakukan untuk *filler* yaitu :

1. Pengujian Berat jenis semen portland

Filler yang akan digunakan harus memenuhi standar yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Spesifikasi Pengujian *Filler*

Jenis Pengujian <i>Filler</i>	Spesifikasi	Syarat
BJ Semen Portland	ASTM C-128	3,1 – 3,2

Sumber : American Standard Testing and Material (ASTM)

3.3.4. Pengujian *Additive*

Pengujian yang dilakukan untuk limbah plastik yaitu :

1. Pengujian limbah plastik terhadap lolos saringan

Di bawah ini adalah ketentuan limbah plastik hasil cacahan sebelum dicampur ke dalam campuran beraspal panas dapat dilihat pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4. Ketentuan Limbah Plastik Hasil Cacahan

Pengujian	Persyaratan
Ukuran butir lolos saringan 3/8 inch (9,5 mm) %	100
Ukuran butir lolos saringan No. 4 (4,75 mm) %	90
Ketebalan (mm)	Maks. 0,07
Kadar air (%)	Maks 5
Titik Leleh	100-120

Sumber : kementerian PU RI-Ditjen Bina Marga Spesifikasi Khusus Interim Tabel 1.6.10.2.(1)

Menurut spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga ketentuan limbah plastik yang digunakan adalah :

1. Plastik jenis LDPE.
2. Limbah plastik diolah yang digunakan harus hasil olahan yang telah dipilah, dicacah dan dicuci.
3. Cacahan limbah plastik yang digunakan harus kering, bersih dari bahan organik atau bahan yang tidak dikehendaki
4. Penggunaan jenis limbah plastik ini berkisar antara 4% - 6% terhadap berat

aspal.

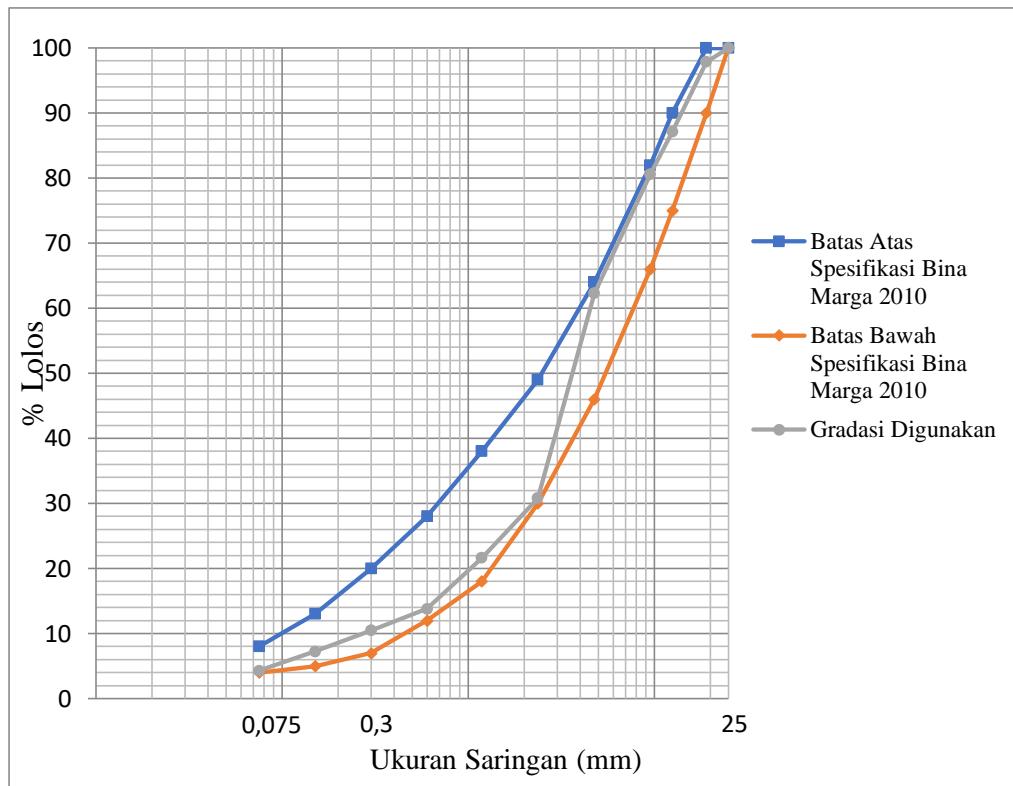
3.4. Pembuatan Benda Uji

3.4.1. Pembuatan Benda Uji dengan Kadar Aspal Rencana

- a. Pada penelitian ini penentuan gradasi campuran agregat yang digunakan adalah gradasi campuran AC-BC. Perencanaan campuran AC-BC dilakukan dengan melihat batas atas dan batas bawah dan melakukan pengujian analisa saringan kemudian dari setiap berat lolos saringan diambil nilai tengah untuk mendapatkan nilai fraksi optimum sesuai spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 yang dapat dilihat pada Tabel 3.5. dan Gambar 3.2.

Tabel 3.5. Komposisi Gradasi Campuran AC-BC

No saringan (mm)	Bawah	Atas	% Lolos	% Tertahan	Pb
25	100	100	100		
19	90	100	97,7	2,2	CA = 31 %
12,5	75	90	86,7	11,08	
9,5	66	82	79,9	6,77	
4,75	46	64	61,3	18,57	
2,36	30	49	30,2	31,09	
1,18	18	38	21,2	9,02	
0,6	12	28	13,5	7,66	FA = 68 %
0,3	7	20	10,3	3,27	
0,15	5	13	7,14	3,16	
0,075	4	8	4,2	2,89	
Pan	-	-	0		FF = 1 %



Gambar 3.2. Kurva Agregat Campuran Aspal Beton
Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6

- b. Menghitung kebutuhan material untuk pembuatan satu benda uji. Penentuan kadar agregat pada campuran Laston untuk tiap kadar aspal didapatkan dari persen agregat tertahan masing-masing saringan dikalikan dengan berat total yang sudah didapat pada masing-masing kadar aspal, hasil untuk kebutuhan agregat dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Kebutuhan Agregat Campuran Laston

Saringan (mm)	% Lolos	% Tertahan	Kadar Aspal (%)				
			4	4,5	5	5,5	6
25	100	0	0	0	0	0	0
19	97,7	2,2	27,08	26,74	26,41	26,08	25,75
12,5	86,7	11,08	135,40	133,70	132,03	130,38	128,76
9,5	79,9	6,7	82,75	81,72	80,70	79,69	78,70
4,75	61,3	18,5	226,93	224,09	221,29	218,53	215,81
2,36	30,2	31,0	379,84	375,09	370,40	365,78	361,23
1,18	21,24	9,02	110,20	108,82	107,46	106,12	104,80
0,6	13,58	7,6	93,64	92,47	91,31	90,17	89,05

0,3	10,30	3,2	40,03	39,53	39,04	38,55	38,07
0,15	7,1	3,1	38,61	38,12	37,65	37,18	36,72
0,075	4,	2,8	35,34	34,90	34,46	34,03	33,61
Pan	0	4,2	51,89	51,24	50,60	49,96	49,34
Berat Total Agregat (gr)	1 Benda Uji		1221,7	1206,4	1191,338	1176,4	1161,8

- c. Menghitung untuk perkiraan awal pada kadar aspal optimum (Pb). Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2008) menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

Pb = Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8

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

Filler = Adalah agregat minimal 75% lolos saringan No.200

Nilai Konstanta sekitar 0,5-10

- d. Hasil nilai kadar aspal (Pb) dibulatkan. Contohnya jika hasil perhitungan yang didapat 5,075 dibulatkan menjadi 5%

Ketentuan kadar aspal diatas nilai Pb dan dibawah nilai Pb:

1. Pb-1%
2. Pb-0,5%
3. Pb;
4. Pb+0,5%
5. Pb +1%

- e. Pembuatan benda uji tanpa plastik untuk mendapat nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) dengan menggunakan nilai kadar aspal rencana : 4%;4,5%;5%;5,5%;6%. Masing-masing benda uji dengan kadar aspal sebanyak 5 (lima sampel) jadi total 25 sampel

- f. Kemudian mengayak agregat sesuai dengan nomor saringan yang dibutuhkan, setelah didapat komposisi yang ideal dari masing-masing *fraksi* agregat

- g. Setelah itu menghitung berat jenis maksimum (BJ maks) dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat kasar dan halus

- h. Setelah semua data didapatkan, selanjutnya menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase tertahan.
- i. Pemanasan agregat dan aspal. Pencampuran antara aspal dan agregat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 160°C
- j. Setelah proses pencampuran selesai, dilakukan proses pemadatan pada suhu 145°C dengan menuangkan hasil campuran ke dalam 1 (satu) set cetakan berbentuk silinder.
- k. Selanjutnya dilakukan pemadatan, menggunakan *Marshall Otomatis Compactor* dengan tumbukan 75 kali dibagian sisi atas dan 75 dibagian sisi bawah cetakan.
- l. Setelah dipadatkan benda uji didiamkan agar suhunya turun, kemudian dikeluarkan dari cetakan menggunakan alat *ejector*. Benda uji yang telah dikeluarkan diletakkan di permukaan yang rata dengan diberi label.
- m. Benda uji dibiarkan selama 24 jam pada temperatur ruang persiapan pengujian dilakukan setelah benda uji dibiarkan selama 24 jam. Kemudian benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel
- n. Selanjutnya benda uji diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm di keempat sisi benda uji, lalu ditimbang beratnya dalam kondisi kering
- o. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam sampai jenuh, kemudian ditimbang berat dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- p. Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan dengan lap sehingga mencapai kering permukaan dan didapat nilai berat kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*) lalu ditimbang kembali.
- q. Lakukan pengujian *Marshall*
- r. Setelah selesai dilakukan penelitian, hasil pengolahan akan diuraikan dalam bentuk gambar dan grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* :

 - 1. Kadar aspal terhadap *VIM*
 - 2. Kadar aspal terhadap *VMA*

3. Kadar aspal terhadap *VFA*
 4. Kadar aspal terhadap *Stabilitas*
 5. Kadar aspal terhadap *flow*
 6. Kadar aspal terhadap *Marshall Quotient (MQ)*
- s. Setelah dilakukan pengolahan data kemudian menentukan nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) yang akan digunakan untuk perencanaan campuran benda uji selanjutnya. Penentuan nilai KAO dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Parameter <i>Marshall</i>	Kadar Aspal						
	4%	4,5%	5%	5,5%	6,0%	6,5%	
Stabilitas							
Flow							
MQ							
VIM							
VMA							
VFA							
KAO				5,6			

Gambar 3.3. Pita Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

3.4.2. Pembuatan Benda Uji Tanpa Plastik (0%) dengan Nilai KAO (*Unmodified*)

Pembuatan benda uji tanpa plastik dengan nilai KAO yang sudah didapatkan dari uji *Marshall* penentuan nilai KAO. Untuk prosedur penelitian dalam pembuatan benda uji ini hampir sama dan sudah dijelaskan sebelumnya. Dengan nilai KAO yang digunakan yaitu 5,6% dan jumlah benda uji sebanyak 3 sampel. Dalam penentuan kadar agregat untuk pembuatan benda uji menggunakan nilai KAO plastik (0%) dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Kebutuhan Agregat Campuran KAO

Saringan (mm)	% Lolos	% Tertahan	5,6%
25	100	0	0
19	97,7	2,2	26,01136
12,5	86,77	11,08	130,0568
9,5	79,9	6,7	79,48926
4,75	61,3	18,5	217,9783
2,36	30,2	31,0	364,8636
1,18	21,24	9,02	105,8582
0,6	13,58	7,6	89,94896
0,3	10,30	3,2	38,45511
0,15	7,14	3,1	37,0856
0,075	4,2	2,8	33,9464
Pan	0	4,2	49,83956
Berat Total Agregat (gr)		1 Benda Uji	1173,53

3.4.3. Pembuatan Benda Uji Dengan LDPE (*Modified*)

Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan benda uji dengan plastik LDPE yaitu :

- Menimbang agregat sesuai dengan persentase agregat campuran yang sudah dihitung
- Dalam pembuatan benda uji ini kadar aspal yang digunakan yaitu KAO dan kadar plastik yang digunakan menurut Spesifikasi Bina Marga Khusus Interim yaitu 2%;4%; dan 6%. Masing-masing kadar plastik LDPE yang akan digunakan dalam campuran *Wet Process* sebanyak 3 (tiga) sampel. Sesuai dengan tujuan penelitian ini untuk melihat pengaruh pengurangan pemakaian aspal dan digantikan dengan bahan Plastik LDPE dapat dilihat untuk berat plastik yang akan digunakan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Plastik untuk Campuran Aspal AC-BC

Kadar Plastik	Berat Plastik (gr)
2%	1,392
4%	2,785
6%	4,177

- c. Dalam pembuatan benda uji dilakukan dengan metode basah (*Wet Process*). Aspal dipanaskan dengan suhu 150°C dicampur dengan plastik yang telah dicacah. Kemudian dicampur dengan agregat yang sudah dipanaskan. Agregat yang sudah dipanaskan dengan suhu 170°C.
- d. Setelah dilakukan dengan metode *Wet Process* pencampuran plastik, kemudian lakukan pemanasan standar dengan alat *Marshall Otomatis Compactor* dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali di bagian sisi atas dan 75 kali tumbukan di bagian sisi bawah cetakan.
- e. Setelah dipadatkan benda uji didiamkan agar suhunya turun, kemudian dikeluarkan dari cetakan menggunakan alat *ejector*. Benda uji yang telah dikeluarkan diletakkan di permukaan yang rata dengan diberi label.
- f. Benda uji dibiarkan selama 24 jam pada temperatur ruang. Persiapan pengujian dilakukan setelah benda uji dibiarkan selama 24 jam. Kemudian benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel
- g. Selanjutnya benda uji diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm di keempat sisi benda uji, lalu ditimbang beratnya dalam kondisi kering
- h. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam sampai jenuh, kemudian ditimbang berat dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
- i. Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan dengan lap sehingga mencapai kering permukaan dan didapat nilai berat kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*) lalu ditimbang kembali.
- j. Lakukan pengujian *Marshall*
- k. Setelah selesai dilakukan penelitian, hasil pengolahan akan diuraikan dalam bentuk gambar dan grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* :
 - 1. Kadar plastik terhadap *VIM*
 - 2. Kadar plastik terhadap *VMA*
 - 3. Kadar plastik terhadap *VFA*
 - 4. Kadar plastik terhadap Stabilitas
 - 5. Kadar plastik terhadap *flow*

6. Kadar plastik terhadap *Marshall Quotient* (MQ)

3.5. Uji *Marshall*

Pengujian *Marshall* bertujuan untuk menentukan stabilitas terhadap kelelehan (*flow*) dari campuran aspal sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991. Berikut langkah-langkah pengujian dengan *Marshall* :

1. Benda uji dalam bak perendam dengan suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit
2. Bersihkan dan lumasi oli bekas pada bagian dalam permukaan kepala penekan alat uji *Marshall* benda uji mudah dilepas setelah melakukan pengujian.
3. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakkan benda uji tepat ditengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut tepat di tengah alat pembebanan, arloji kelehan *flow* dipasang pada dudukan di atas salah satu batang penuntun dan atur jarum penunjuk pada angka nol
4. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penakan dinaikkan hingga menyentuh alas cin-cin penguji
5. Atur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelehan pada angka nol
6. Berikan pembebanan pada benda uji yang dilakukan dengan kecepatan konstan 51mm (2 *inchi*)/menit lalu baca dan catat nilai pada arloji kelelehan pada saat pembebanan maksimum tercapai dimana saat arloji kelelehan berhenti dan mulai kembali berputar menurun
7. Titik pembacaan pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall* setelah selesai melakukan pengujian, kepala penekan dikeluarkan dan bagian atas dibuka untuk mengambil benda uji yang telah selesai diuji.
8. Menghitung parameter *Marshall*
Setelah penujian selesai didapat nilai stabilitas, dan *flow*, selanjutnya menghitung parameter *Marshall* yaitu :VIM, VMA, VFA, MQ