

JURNAL PENELITIAN TEKNIK SIPIL

Intensip

Informasi Teknik Sipil



NURUL WAHIDA
312 17 035

FEBY FEBRIANTY
312 17 027

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONTRUKSI SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2020

Pengaruh Penggunaan Variasi Anti Stripping Agent Wetbond-SP Terhadap Karakteristik Beton Aspal (AC-WC)

Nurul Wahida^a dan Feby Febrianty^b

¹ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245 Indonesia

^a nurulwahidaaris47@gmail.com

^b febyfebrianti676@gmail.com

Daya ikat antara bitumen dan agregat merupakan hal yang sangat penting dalam perkerasan jalan. Hal ini sangat menentukan lama tidaknya umur perkerasan tersebut. Bila daya ikat antara bitumen dan agregat kurang baik, maka dapat menimbulkan pengelupasan aspal pada agregat yang selanjutnya menimbulkan kerusakan permukaan perkerasan beraspal yang lebih luas. Pengelupasan aspal dari agregat biasanya terjadi apabila celah antara permukaan butir agregat dengan selimut aspal disisipi air. Meningkatkan daya lekat antara agregat dan aspal dapat dilakukan dengan penambahan zat aditif *Anti Stripping Agent*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Anti Stripping Agent Wetbond-SP terhadap karakteristik beton aspal (AC-WC) dengan variasi kadar aditif 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% terhadap berat aspal. Penelitian ini dilakukan dengan uji *Marshall test* dan lama perendaman yang bervariasi yakni 30 Menit, 24 Jam dan 2 x 24 Jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin lama perendaman maka nilai stabilitas dan flow menurun sedangkan jumlah persentase aditif yang bertambah meningkatkan nilai stabilitas dan flow.

Kata kunci: *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC), Anti Stripping Agent, Wetbond-SP.*

I. Pendahuluan

Lapis Aspal Beton adalah lapisan paling atas konstruksi perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan beban roda kendaraan dan pengaruh cuaca. Salah satu jenis lapis beton aspal tersebut adalah Asphalt Concrete – Wearing Course (AC - WC). Aspal berfungsi sebagai perekat agregat dalam campuran aspal beton sangat penting dipertahankan karakteristiknya. Dalam masa pelayanannya, campuran akan mudah mengalami stripping atau pengelupasan aspal dari agregat. Pengelupasan atau pelepasan butiran tersebut dapat memudahkan penyerapan air yang pada akhirnya akan mempercepat terjadinya kerusakan jalan.

Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 2 mencantumkan tentang penanganan masalah pengelupasan tersebut khususnya pada campuran beraspal panas dilakukan dengan menambahkan bahan anti pengelupasan pada aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat. Zat anti pengelupasan (Anti Stripping Agent) merupakan suatu zat aditif yang dapat mengubah sifat aspal dan agregat, meningkatkan daya lekat dan ikatan, serta mengurangi efek negatif dari air dan kelembaban sehingga menghasilkan permukaan berdaya lekat tinggi. Lokasi pengaspalan terletak berjauhan maka akan mengakibatkan penurunan suhu normal pada aspal, sedangkan pemadatan awal pada aspal dilakukan pada temperatur 130°C - 150°C sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

II. Metodologi Penelitian

A. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2020. Penelitian dilakukan di Laboratorium Aspal dan Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pinrang dan Laboratorium Lakera Bum Kabupaten Pinrang.

B. Prosedur Percobaan

1. Langkah-langkah Pembuatan Campuran AC-WC dilakukan dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Perhitungan proporsi masing-masing agregat dan abu batu (digunakan program aplikasi excel untuk mempercepat perhitungan) untuk mendapatkan gradasi

campuran yang memenuhi syarat.

- b. Penentuan kadar aspal rencana.
- c. Penimbangan agregat campuran AC-WC.
- d. Pembuatan briket aspal dengan kadar aspal sesuai dengan hasil perhitungan. (maka kadar aspal yang dipilih adalah 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5%).
- e. Pengukuran tebal briket, kemudian menimbang kering, dalam air, dan SSD untuk menentukan kepadatan, VMA, VIM, dan VFB.
- f. Menekan briket pada alat tekan *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow*.
- g. Membuat grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VMA, VIM, VFB, kepadatan, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*.
- h. Menganalisis untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi persyaratan sebagai campuran AC-WC.
- i. Membuat campuran AC-WC dengan KAO yang telah diperoleh.

2. Langkah-langkah Pembuatan Campuran AC-WC dengan menggunakan variasi Anti Stripping Agent pada proses pemadatan, dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

- a. Pembuatan briket dengan variasi Anti Stripping 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5% terhadap berat aspal.
- b. Pengukuran tebal briket, kemudian menimbang kering, dalam air, dan SSD untuk menentukan kepadatan, VMA, VIM, dan VFB.
- c. Merendam briket selama 30 Menit, 24 Jam dan 2 x 24 Jam di dalam air.
- d. Menekan briket pada alat tekan *Marshall* untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow*.
- e. Membuat grafik antara kadar aspal dengan masing-masing VMA, VIM, VFB,

kepadatan, stabilitas, *flow* dan *Marshall Quotient*.

III. Hasil dan Pembahasan

1. Pemeriksaan Karakteristik Material

A. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar untuk rancangan campuran aspal beton (AC-WC) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

NO.	JENIS PENGUJIAN	METODE	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN	
1	Gradasi	SNI 03-4142-1996	Terlampir	-	-	
2	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	22,59%	Maks.40	%	
3	Partikel Pipih	ASTM D4791-10 Part. 1:5	1,97 %	Maks.25	%	
4	Partikel Lonjong		10,86%		%	
5	Angularitas : Bidang Pecah ≥ 1 Bidang Pecah min.3	SNI 7619:2012	100	95/90	%	
			95,90	95/90	%	
6	Berat Jenis dan Penyerapan Bp 1 - 2	SNI 1969 - 2008	1. Bulk	Maks.3		
			2. SSD			2,502
			3. Apparent			2,573
			4. Penyerapan			2,694
7	Berat Jenis dan Penyerapan Bp 0,5 - 1	SNI 1969 - 2008	1. Bulk	Maks.3		
			2. SSD			2,448
			3. Apparent			2,539
			4. Penyerapan			2,693

Dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

B. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus

NO.	JENIS PENGUJIAN	METODE	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN
1	Gradasi	SNI 03-4142-1996	Terlampir	-	-
2	Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	97,06	Min.45	%
3	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	84,52	Min.50	%
4.	1. Bulk 2. SSD 3. Apparent 4. Penyerapan	SNI 1969 - 2008	2,600	Maks.3	
			2,640		
			2,710		
			1,560		

Dari hasil pengujian karakteristik agregat halus diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

C. Pemeriksaan Karakteristik Bahan Pengikat (Aspal)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Bahan Pengikat (aspal)

NO.	JENIS PENGUJIAN	METODE	HASIL	SPESIFIKASI		SATUAN
				MIN	MAX	
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	63,65	60	70	0,1 mm
2	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	48	≥ 48		°C
3	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	104,22	≥ 100		Cm
4	Berat Jenis	SNI 2441:2011	1,03	≥ 1,0		-
5	Kelekatatan	SNI 2439:2011	100	Min.95		%
6	Kelanjutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	99,6	≥ 99		%
7	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-6442-2000	0,4	≤ 0,8		%

Dari hasil pengujian karakteristik bahan pengikat (aspal) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

D. Pemeriksaan Karakteristik Filler (Semen)

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Filler (semen)

NO.	JENIS PENGUJIAN	METODE	HASIL	SPESIFIKASI	SATUAN
1	Berat Jenis	SNI 15 - 2531 - 1991	3,160	3 - 3,2	

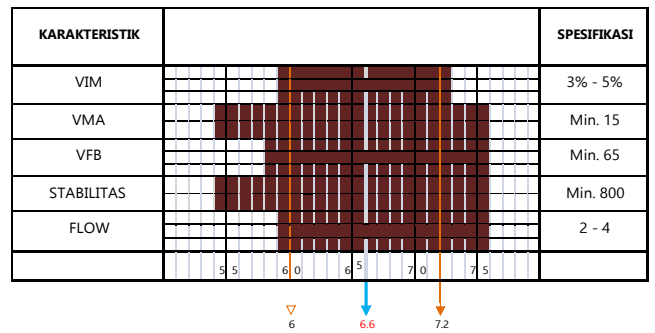
Dari hasil pengujian karakteristik Filler (semen) diatas memenuhi syarat spesifikasi dan dapat digunakan.

2. Hasil Pengujian Marshall

Pada tahap pertama yaitu pembuatan sampel untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebanyak 15 buah dengan masing-masing 3 buah per kadar aspal. Kadar aspal yang digunakan yaitu 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5%.

Tabel 5. Pengujian Marshall untuk menentukan KAO

KADAR ASPAL	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STABILITAS	FLOW
5.50	2.269	6.510	15.480	58.052	958.59	1.64
6.00	2.291	4.983	15.049	66.908	1051.16	2.00
6.50	2.301	3.980	15.089	73.660	1063.14	2.10
7.00	2.303	3.325	15.434	78.461	999.40	2.13
7.50	2.302	2.773	15.860	82.534	921.18	2.20
Spesifikasi		3 - 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	2 - 4



Gambar 1. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Pada tahap kedua yaitu pembuatan sampel benda uji menggunakan KAO yang telah diperoleh yaitu 6,60% terhadap berat kering agregat, dan 6,19 terhadap berat campuran pada rendaman selama 30 menit. Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Marshall Pada Rendaman Selama 30 Menit

KADAR ASPAL	% ADITIF	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STABILITAS	FLOW	MARSHALL QUOTIENT
6.19	0.0	2.303	3.435	15.347	77.639	948.97	2.17	438.37
6.19	0.1	2.303	3.422	15.335	77.689	956.88	2.24	428.18
6.19	0.2	2.303	3.420	15.334	77.713	1000.61	2.28	440.00
6.19	0.3	2.302	3.466	15.374	77.461	1019.26	2.27	449.99
6.19	0.4	2.304	3.404	15.320	77.793	1000.28	2.26	442.46
6.19	0.5	2.305	3.359	15.280	78.026	960.50	2.29	420.36
Spesifikasi			3 - 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	2 - 4	

Pada tahap ketiga yaitu pembuatan sampel benda uji menggunakan KAO yang telah diperoleh yaitu 6,60% terhadap berat kering agregat, dan 6,19 terhadap berat campuran pada rendaman selama 24 jam. Hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Marshall Pada Rendaman Selama 24 Jam

KADAR ASPAL	% ADITIF	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STABILITAS	FLOW	MARSHALL QUOTIENT
6.19	0.00	2.302	3.478	15.385	77.394	815.73	2.08	393.44
6.19	0.10	2.303	3.406	15.321	77.778	853.51	2.14	399.83
6.19	0.20	2.303	3.422	15.336	77.686	883.22	2.19	403.37
6.19	0.30	2.303	3.442	15.353	77.582	925.26	2.18	425.42
6.19	0.40	2.303	3.415	15.329	77.726	859.67	2.21	388.80
6.19	0.50	2.304	3.374	15.294	77.975	863.17	2.13	406.01
Spesifikasi			3 - 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	2 - 4	

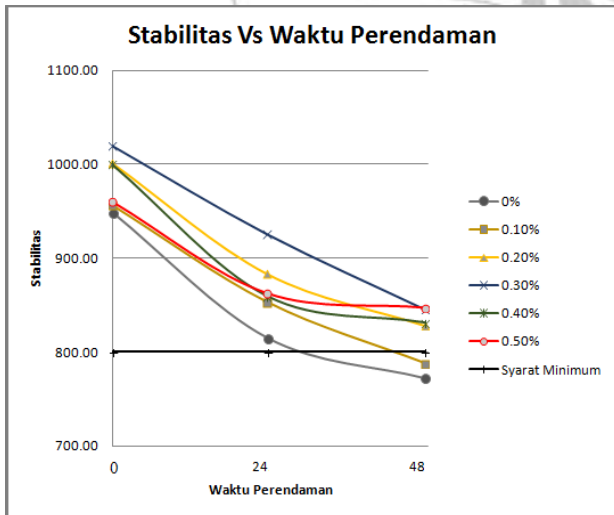
Pada tahap keempat yaitu pembuatan sampel benda uji menggunakan KAO yang telah diperoleh yaitu 6,60% terhadap berat kering agregat, dan 6,19 terhadap berat campuran pada rendaman selama 2 x 24 jam. Hasil pengujian *Marshall* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Pengujian *Marshall* Pada Rendaman Selama 2 x 24 Jam

KADAR ASPAL	% ADITIF	BERAT ISI	VIM	VMA	VFB	STABILITAS	FLOW	MARSHALL QUOTIENT
6.19	0.0	2.304	3.403	15.318	77.806	772.66	1.98	391.18
6.19	0.1	2.305	3.328	15.254	78.204	787.97	2.00	394.97
6.19	0.2	2.305	3.344	15.267	78.098	828.15	2.09	397.04
6.19	0.3	2.304	3.373	15.293	77.943	845.11	2.14	395.67
6.19	0.4	2.304	3.383	15.301	77.893	831.25	2.18	382.39
6.19	0.5	2.308	3.215	15.154	78.848	847.80	2.10	403.49
Spesifikasi			3 - 5	Min. 15	Min. 65	Min. 800	2 - 4	

a. Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Waktu Perendaman

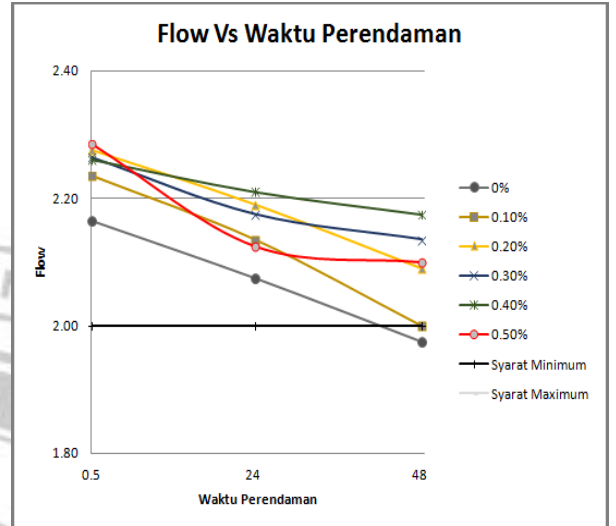
Perbandingan hasil pengujian stabilitas benda uji campuran tanpa aditif dengan variasi campuran yang menggunakan aspal + aditif (*Wetbond-SP*) dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Stabilitas Terhadap Waktu Perendaman

b. Grafik Hubungan Flow Terhadap Waktu Perendaman

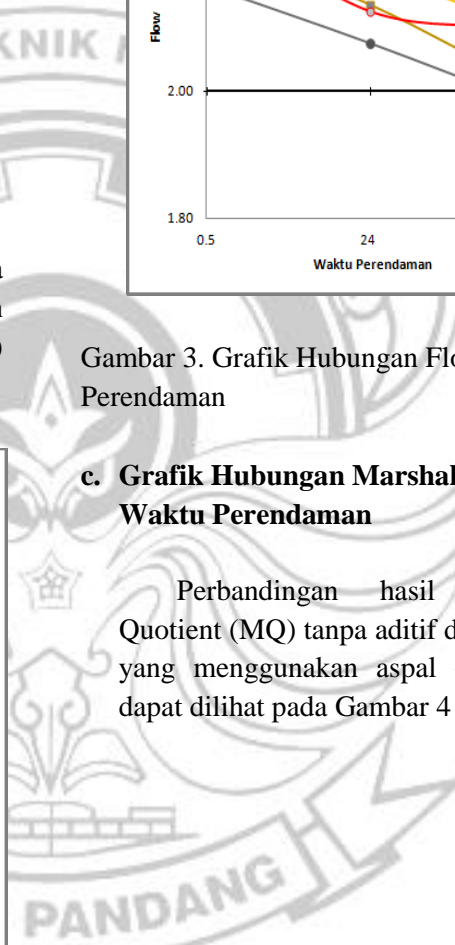
Perbandingan hasil pengujian flow benda uji campuran tanpa aditif dengan variasi campuran yang menggunakan aspal + aditif (*Wetbond-SP*) dapat dilihat pada Gambar 3

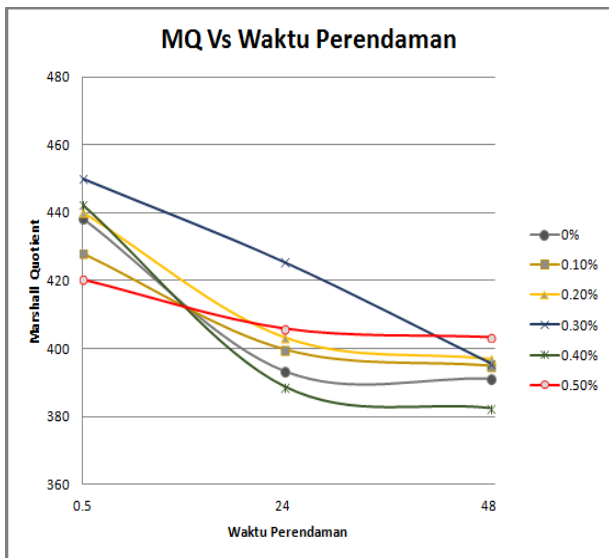


Gambar 3. Grafik Hubungan Flow Terhadap Waktu Perendaman

c. Grafik Hubungan Marshall Quotient Terhadap Waktu Perendaman

Perbandingan hasil pengujian Marshall Quotient (MQ) tanpa aditif dengan variasi campuran yang menggunakan aspal + aditif (*Wetbond-SP*) dapat dilihat pada Gambar 4





Gambar 4. Grafik MQ Terhadap Waktu Perendaman

d. Pemodelan Hasil Pengujian Dengan SPSS

Pemodelan hasil pengujian melalui uji regresi linear berganda dimana diperoleh variabel independen (X) yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (Y). Adapun hasil pengujian regresi linear berganda dan bentuk koefisien persamaan dari variabel independent (X) terhadap variabel dependen (Y) sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Pengujian Regresi Linear Berganda Y Sebagai Stabilitas

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
1	(Constant)	964.690	21.019	45.897	0.000
	Hari (X1)	-79.725	9.730	-0.918	0.000
	Additif (X2)	41.813	56.174	0.083	0.471

a. Dependent Variable: Stabilitas (Y)

Tabel 10. Hasil Pengujian Regresi Linear Berganda Y Sebagai Flow

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
	B	Std. Error			
1	(Constant)	2.226	0.028	79.134	0.000
	Hari (X1)	-0.083	0.013	-0.857	0.000
	Additif (X2)	0.123	0.075	0.221	0.127

a. Dependent Variable: Flow (Y)

E. Dependent Variabel : Y Sebagai Stabilitas

Berdasarkan Tabel 9, dapat ditentukan persamaan regresi yang diambil dari kolom Unstandardized Coefficients kode B sebagai berikut:
 $Y = 964,690 + (-79,725 X1) + (41,813 X2)$

Keterangan:

Y = Stabilitas

X1 = Lama Perendaman (0 – 2 Hari)

X2 = Kadar Aditive (0 – 0,5% Terhadap Berat Aspal)

Hasil persamaan regresi diatas yang diambil dari kolom *Unstandardized Coefficients* kode B dapat diartikan sebagai berikut:

- Konstanta sebesar 964,690 menunjukkan tanda positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa apabila faktor positif lama perendaman (X1) dan kadar aditive (X2) dianggap konstan atau bernilai 0, maka nilai stabilitas (Y) akan sebesar 964,690.
- Koefisien regresi lama perendaman (X1) sebesar -79,725 menunjukkan tanda negatif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi faktor positif lama perendaman maka akan mengurangi nilai stabilitas sebesar 79,725 dan faktor lain dianggap konstan.
- Koefisien regresi faktor pada kadar additive (X2) sebesar 41,813 menunjukkan tanda positif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi faktor negatif pada kadar additive maka akan mengurangi nilai stabilitas sebesar -41,813 dan faktor lain dianggap konstan.

F. Dependent Variabel : Y Sebagai Flow

Berdasarkan Tabel 10, dapat ditentukan persamaan regresi yang diambil dari kolom Unstandardized Coefficients kode B sebagai berikut:
 $Y = 2,226 + (-0,083 X1) + (0,123 X2)$

Keterangan:

Y = Flow

X1 = Lama Perendaman (0 – 2 Hari)

X2 = Kadar Aditive (0 – 0,5 % Terhadap Berat Aspal)

Hasil persamaan regresi diatas yang diambil dari kolom *Unstandardized Coefficients* kode B dapat diartikan sebagai berikut:

- Konstanta sebesar 2,226 menunjukkan tanda positif, hal tersebut dapat diartikan bahwa apabila faktor positif lama perendaman (X1) dan kadar aditive (X2) dianggap konstan atau bernilai 0, maka nilai flow (Y) akan sebesar 2,226.
- Koefisien regresi lama perendaman (X1) sebesar -0,083 menunjukkan tanda negatif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi faktor positif lama perendaman maka akan mengurangi nilai flow sebesar 0,083 dan faktor lain dianggap konstan.
- Koefisien regresi faktor pada kadar additive (X2) sebesar 0,123 menunjukkan tanda positif. Hal tersebut dapat diartikan bahwa semakin tinggi faktor negatif pada kadar additive maka akan mengurangi nilai flow sebesar -0,123 dan faktor lain dianggap konstan.

iv. Kesimpulan dan Saran

G. Kesimpulan

Hasil penelitian disimpulkan sebagai berikut :

- Model hubungan antara nilai stabilitas marshall dengan kandungan additive dan lama perendaman mengikuti rumus $Y = 964,690 + (-79,725 X1) + (41,813 X2)$. Hal tersebut menunjukkan bahwa makin lama perendaman maka nilai stabilitas menurun, sedangkan jumlah persentase additive yang bertambah meningkatkan nilai stabilitas.
- Model hubungan antara nilai flow marshall dengan kandungan additive dan lama perendaman mengikuti rumus $Y = 2,226 + (-0,083 X1) + (0,123 X2)$. Hal tersebut menunjukkan bahwa makin lama perendaman maka nilai flow menurun, sedangkan jumlah persentase additive yang bertambah meningkatkan nilai flow.

H. Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk penyempurnaan hasil penelitian yaitu :

- Masih perlu adanya penelitian mengenai aspal + anti stripping agent untuk mengetahui bagaimana pengaruh anti stripping agent tersebut terhadap aspal.
- Masih perlu adanya penelitian lanjutan mengenai analisa perbandingan persentase penggunaan aditif dengan jenis dan merek yang berbeda sehingga dapat dijadikan pembanding campuran mana yang lebih awet dan cocok digunakan untuk pembangunan jalan.

Ucapan Terima Kasih

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penyusun alami. Namun berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada :

- Bapak Prof.Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Dr. Andi Muh. Subhan, S.ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bapak Jhon Asik, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi.
- Bapak Ismail Mustari, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
- Bapak Dr. Ir. Andi Maal Latief, M.T. selaku pembimbing II yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
- Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staf dan Karyawan Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Orangtua kami yang senantiasa mendoakan demi kalancaran kami dalam menempuh pendidikan;
- Seluruh Teman – teman yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis berupa

semangat, tenaga dan motivasi dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

- [1] Aminsyah, M. 2014. Studi Eksperimental Penambahan Zat Aditif Anti Stripping pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [2] Atkins, Harold N. 1997. Highway Materials, Soils and Concretes, 3th Edition Prentice Hall. New Jersey.
- [3] Bina Marga Direktorat Jendral. Spesifikasi Umum 2018. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- [4] Bina Marga Direktorat Jendral. Spesifikasi Umum 2010 Revisi 2. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- [5] Bina Marga Direktorat Jendral. 1998. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [6] Bitumen, Shell, 1990. *The Shell Bitumen Handbook*. East Molesey Surrey : Shell Bitumen U.K.
- [7] Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah. 2004.
- [8] Eko Wiyono, Anni Susilowati. 2017. Penggunaan Bahan Anti Stripping untuk Campuran Beton Aspal. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [9] Nisfiannoor, Muhammad.2009. *Pendekatan Statistika Modern*. Jakarta : Salemba Huamanika
- [10] Shirley L Hendarsin. 2000. *Penentuan Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- [11] SNI 8139:2015 Spesifikasi Bahan Anti Pengelupasan (anti Stripping) pada Campuran Beraspal Panas. 2015. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [12] Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- [13] Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit.
- [14] Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar – dasar Perencanaan Geometrik*. Bandung : Nova.

