



Desain Gradasi Campuran Hot Rolled Sheet (HRS-Base) Menggunakan Desain Kerangka Agregat

Chines V. G. Rumuat^{#a}, Joice E. Waani^{#b}, Theo K. Sendow^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^achinesrumuat021@student.unsrat.ac.id, ^bjoicewaani@yahoo.com, ^ctheosendow@unsrat.ac.id

Abstrak

Pembentukan kerangka agregat dalam desain gradasi telah menjadi langkah penting dalam perancangan campuran aspal. Model desain gradasi diusulkan berdasarkan karakteristik mekanik kerangka agregat yang meliputi pemilihan gradasi agregat dan penentuan kadar aspal dimana persamaan desain dibuat membentuk kerangka agregat. Metode desain gradasi ini difokuskan pada agregat kasar menggunakan metode kerangka agregat sedangkan agregat halus menggunakan metode Bina Marga 2018. Dari hasil Penelitian, campuran aspal HRS-Base menggunakan metode desain kerangka agregat menunjukkan terlalu banyak persentase agregat kasar yaitu 85.37% dan persentase massa agregat halus yang jauh lebih kecil yaitu 14.63%. Kurangnya agregat halus pada campuran HRS-Base menggunakan metode kerangka agregat menyebabkan lapisan aspalnya menjadi tebal dan pemadatan sulit dilakukan dikarenakan banyaknya rongga udara pada campuran sehingga tidak terjadi sifat saling mengunci antar agregat. Karena desain campuran HRS-Base menggunakan desain gradasi kerangka agregat belum memenuhi spesifikasi, maka penelitian ini dilanjutkan dengan desain campuran HRS-Base menggunakan Metode Bina Marga 2018. Desain campuran HRS-Base Metode Bina Marga 2018 memperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,05%, nilai stabilitas 765.32 kg, nilai *Flow* 3,25mm, nilai VMA 18,455%, nilai VIM 4,987%, nilai VFB 72.981%, nilai FF 6,333, dan nilai *Marshall Quotient* 243,21 kg/mm, memenuhi karakteristik *Marshall* menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk campuran Lataston HRS-Base.

Kata kunci: Kerangka agregat, HRS-Base, desain gradasi, pengujian Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Campuran aspal panas adalah campuran yang dianggap bersifat heterogen karena terdiri dari agregat dengan gradasi tertentu, aspal sebagai bahan pengikat serta rongga udara. Dimana sebagian besar material yang terkandung dalam campuran adalah agregat yaitu 85% terhadap volume campuran. Dukatz (1989) menyimpulkan bahwa campuran aspal yang tahan terhadap deformasi sangat bergantung pada gradasi agregat dan campuran yang di hasilkan dari material terbaik sekalipun kemungkinan menunjukkan ketahanan yang buruk tanpa susunan gradasi agregat yang baik.

Campuran HRS-Base adalah campuran dengan komposisi agregat bergradasi senjang sehingga campuran HRS-Base memiliki kelenturan yang tinggi. Namun, campuran aspal dengan kelenturan yang tinggi memiliki film atau selimut aspal yang lebih tebal mengakibatkan stabilitas dalam campuran relatif rendah. Pada daerah-daerah dengan suhu udara yang tinggi mengakibatkan suhu perkerasan meningkat sehingga suhu aspal sebagai bahan pengikat menjadi tinggi dan kinerja campuran aspal melemah atau menjadi kurang kental sehingga menimbulkan deformasi yaitu kerusakan pada perkerasan yang merujuk pada perubahan bentuk atau struktural aspal akibat suhu dan beban lalu lintas. Dalam khusus ini, peran kerangka susunan agregat terhadap

ketahanan campuran sangat menonjol. Oleh karena itu perlu adanya merancang campuran aspal dengan desain gradasi berdasarkan kerangka agregat yang efektif adalah sangat penting untuk meningkatkan kinerja campuran yang tahan terhadap deformasi dikarenakan Campuran aspal menggunakan metode kerangka agregat ini memiliki kinerja suhu tinggi yang baik sehingga metode desain ini memiliki kepraktisan yang baik penerapan yang baik untuk kondisi perkerasan di Indonesia. Kajian yang dilakukan oleh *Highway Reasearch Program* (SHRP) menunjukkan bahwa kontribusi aspal terhadap stabilitas campuran aspal pada keadaan suhu tinggi hanya 29% (Anderson, D. A. and Kennedy, 1993). Studi di Cina juga menunjukkan bahwa kontribusi kontak antar agregat terhadap stabilitas campuran pada keadaan suhu tinggi adalah sebesar 70% (Liu *et al*, 2002). Jadi susunan kerangka agregat dalam campuran aspal adalah yang paling berperan dalam memikul beban lalu lintas pada keadaan suhu tinggi.

Dalam penelitian ini, model desain gradasi diusulkan berdasarkan karakteristik mekanik kerangka agregat yang meliputi pemilihan gradasi agregat dan penentuan kadar aspal yang akan digunakan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Zhao *et al* (2012) dimana persamaan desain dibuat membentuk kerangka agregat. Metode desain gradasi ini difokuskan pada agregat kasar dimana agregat dengan ukuran 4,75 mm didefinisikan sebagai ukuran permissah antara agregat kasar dan agregat halus, dan penentuan kadar aspal didasarkan pada uji laboratorium. Persamaan desain ini dibuat untuk memfasilitasi pembentukan kerangka agregat dan untuk mendapatkan sifat campuran aspal yang diinginkan sehingga campuran aspal ini memiliki resistensi yang tinggi terhadap kerusakan deformasi.

1.2. Rumusan Masalah

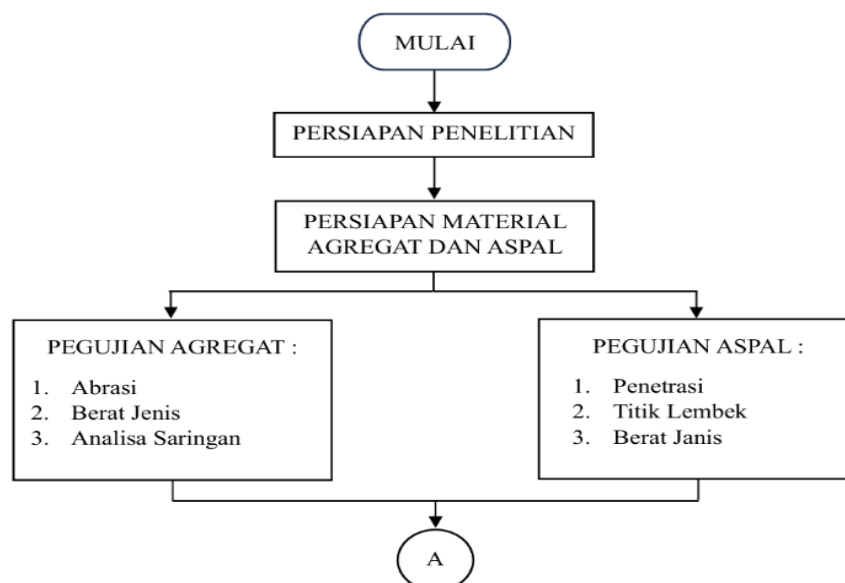
Berdasarkan permasalahan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu Apakah desain gradasi campuran aspal menggunakan metode kerangka agregat pada Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) HRS-base memenuhi syarat campuran aspal menurut standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018?

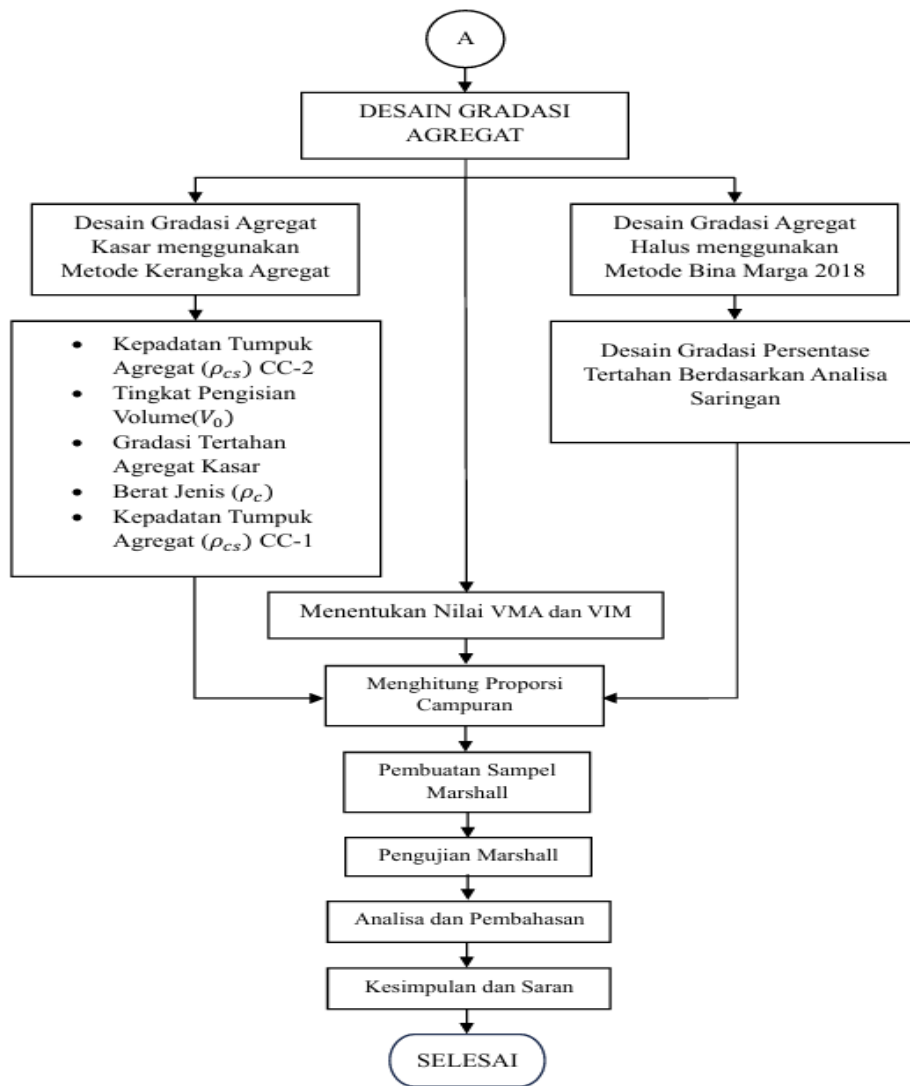
1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah desain gradasi campuran HRS-Base menggunakan desain kerangka agregat memenuhi syarat campuran aspal menurut standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 .

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen, dengan tahapan penelitian seperti dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Lolak

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Lolak

No	Jenis Pengujian	Standart	Hasil
1	Abrasi	100 Putaran	4,588%
		500 Putaran	14,04%
2	Berat Jenis Kasar (Uk. 1/2")	Bulk	2,796%
		SSD	2,813%
		Semu	2,844%
		Penyerapan	0,596%
3	Berat Jenis Kasar (Uk. 3/8")	Bulk	2,791%
		SSD	2,800%
		Semu	2,815%
		Penyerapan	0,304%
4	Berat Jenis Halus	Bulk	2,531%
		SSD	2,614%
		Semu	2,759%
		Penyerapan	3,140%

3.2. Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456 : 2011	67,28	60 -70	0.1 mm
Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	48,5	≥ 48	°C
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	1,0453	≥ 1,0	-
Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	235	≥ 232	°C
Daktalitas pada 25°C	SNI 2431 : 2011	140	≥ 100	cm

3.3. Pengujian Stacking Densities dan VCA Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil Perhitungan Stacking Densities dan VCA Agregat Kasar

	Stacking Density (ρ_{cs})			Rata - rata	VCA (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3		
CC-1	1.942	1.942	1.947	1.944	30.4
CC-2	1.680	1.673	1.677	1.677	40.0

3.4. Desain Gradasi Agregat Kasar

Tabel 4. Hasil Perhitungan Desain Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan	12.5	9.5	2.36	Sum
d_{i+1}/d_i	0.7600	0.2484	/	/
V_0	59.9		/	/
V_i^F	100.00	89.00	/	/
V_i	11.00	27.43	/	38.43
Gradasi (% tertahan)	28.62	71.38	/	100.00
Berat Jenis	2.793			

3.5. Desain Gradasi Agregat Halus

Tabel 5. Hasil Perhitungan Desain Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		4.75	2.36	0.6	0.075	<0.075/pan
Desain Gradasi (%)	Lolos	100.00	77,88	40,42	5,86	0,00
	Tertahan	0.00	22,12	37,46	34,55	5,86
Berat Jenis			2,531			

3.6. Hasil Kombinasi Proporsi Campuran Aspal

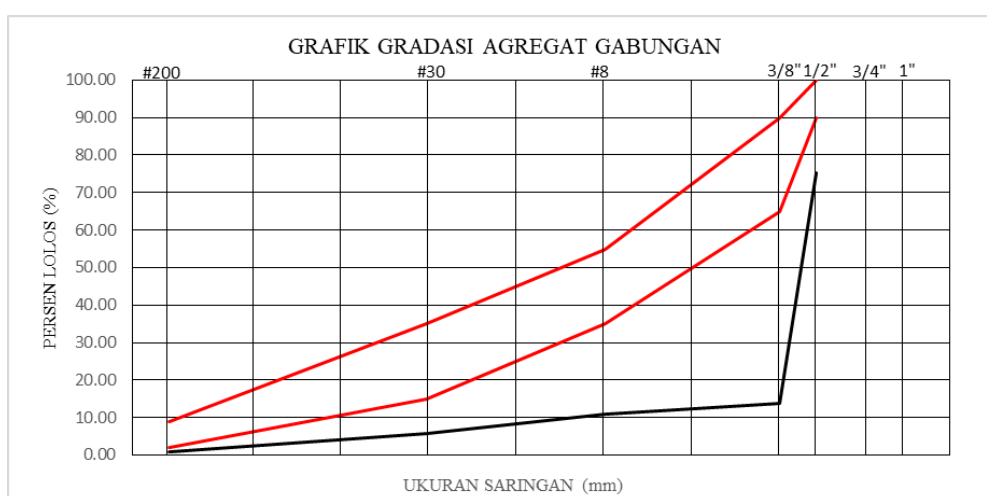
Tabel 6. Hasil Kombinasi Proporsi Campuran Aspal

Campuran Aspal	P_C	P_F	P_a	ρ_{cf}
VS-12.5-4.0%	86.10	13.90	6.48	2.753

3.7. Desain Gradasi Semua Agregat

Tabel 7. Desain Gradasi Semua Agregat

Ukuran Saringan		Hasil Kombinasi		Spesifikasi
ASTM	Metrik	Tertahan	Lolos	
1"	24,40			
3/4"	19,10		100.00	100
1/2"	12,70	24.64	75.36	90 - 100
3/8"	9,52	61.46	13.90	65 - 90
#4	4,75			
#8	2,36	3.08	10.83	35 - 55
#16	1,18			
#30	0,60	5.21	5.62	15 - 35
#50	0,30			
#100	0,15			
#200	0,075	4.80	0.82	2 - 9
Pan	<0,075	0.82	0.00	



Gambar 2. Grafik Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

3.8. Pengujian Marshall



Gambar 3. Benda Uji

Dalam desain gradasi semua agregat untuk campuran aspal HRS-Base menggunakan metode kerangka agregat mendapatkan nilai persentase agregat kasar yang sangat tinggi yaitu 86,10% dan agregat halus yaitu 13,90% yang lebih sedikit, nilai ini juga berpengaruh pada perhitungan persentase aspal yaitu 6,48%. Agregat halus juga berkontribusi pada pengikat dalam

campuran aspal, sehingga kurangnya agregat halus ini dapat mengurangi kemampuan pengikat untuk mengikat butir-butir agregat yang mengakibatkan segregasi dan kerusakan pada campuran aspal. Campuran aspal menjadi tidak padat sehingga pengujian *marshall* terhadap campuran aspal HRS-Base menggunakan metode kerangka agregat tidak dilanjutkan dikarenakan keadaan fisik benda uji rusak pada saat dikeluarkan dari dalam alat pemadat *Marshall Compactor* seperti yang di tunjukan pada Gambar 5.1. Sehingga desain gradasi campuran HRS-Base menggunakan metode kerangka agregat tidak memenuhi spesifikasi yang ada. Dikarenakan campuran HRS-Base menggunakan metode kerangka agregat belum memenuhi spesifikasi yang ada, maka penelitian ini dilanjutkan dengan mendesain campuran HRS-Base menggunakan metode Bina Marga 2018.

3.9. Pemeriksaan Karakteristik Agregat Lolak

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Lolak

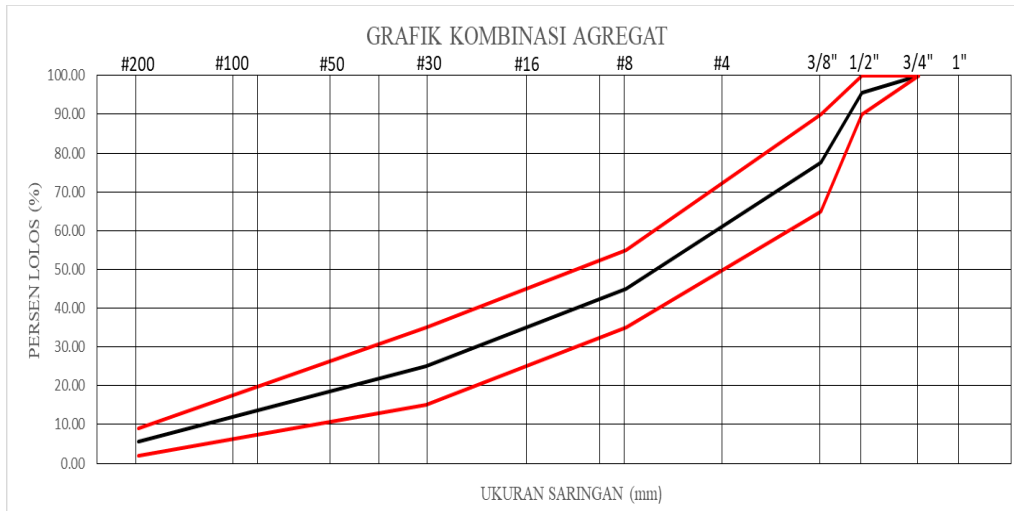
No	Jenis Pengujian		Standart	Hasil
1	Abrasi	100 Putaran	AASHTO T96-87; SNI 2417:2008	4,503%
		500 Putaran		16,47%
2	Berat Jenis Kasar	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	2.512%
		SSD		2.552%
		Semu		2.616%
		Penyerapan		1,588%
3	Berat Jenis Sedang	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	2,485%
		SSD		2,520%
		Semu		2,576%
		Penyerapan		1,427%
4	Berat Jenis Halus	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	2,506%
		SSD		2,542%
		Semu		2,600%
		Penyerapan		1,410%

3.10. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Lolak

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Lolak

Saringan		% Lolos		
ASTM (Inch)	Metrik (mm)	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40	100.00	100.00	100.00
3/4"	19,10	100.00	100.00	100.00
1/2"	12,70	62.92	98.55	100.00
3/8"	9,52	22.82	74.36	99.98
#4	4,75	0.14	12.84	99.30
#8	2,36	0.13	1.34	78.92
#16	1,18	0.12	0.70	54.48
#30	0,60	0.11	0.61	37.69
#50	0,30	0.10	0.52	23.87
#100	0,15	0.10	0.40	13.81
#200	0,075	0.07	0.10	7.06
Pan		0.30	0.00	0.40

3.11. Kombinasi Gradasi Agregat



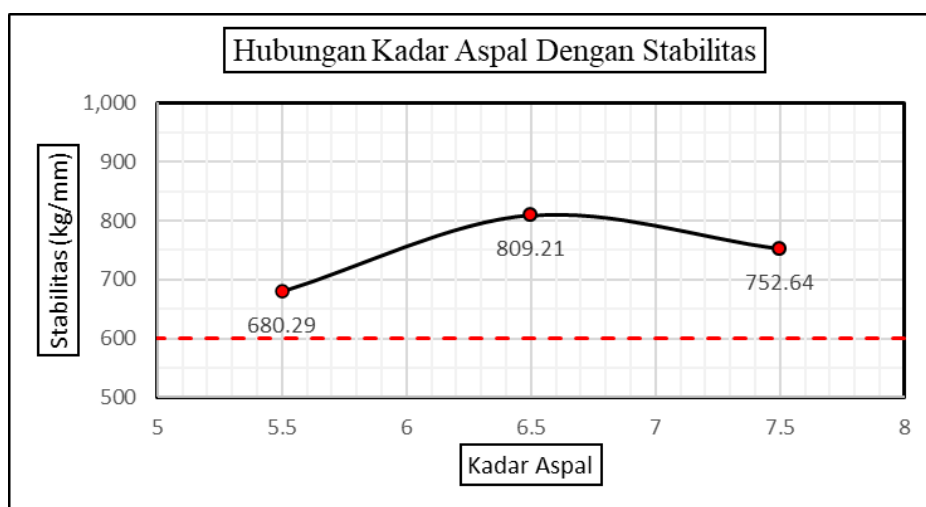
Gambar 4. Grafik Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

3.12. Pengujian Marshall Pada Campuran HRS-Base Metode Bina Marga 2018

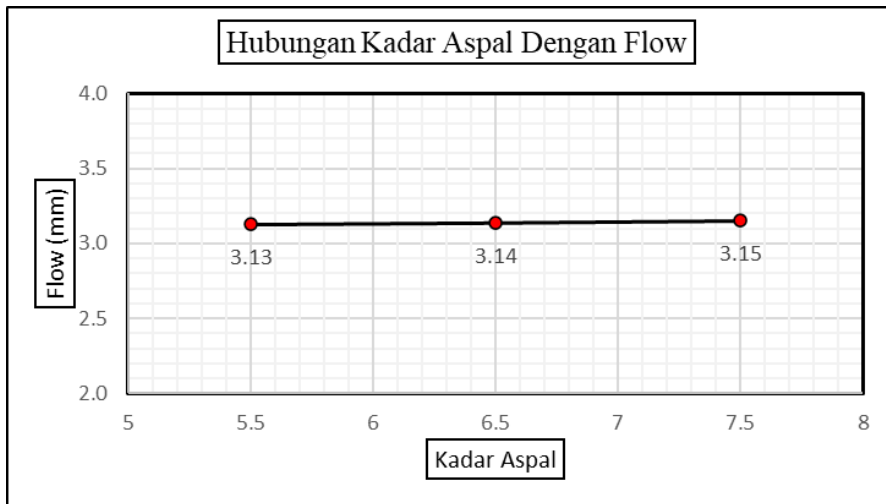
Tabel 10. Hasil Pengujian Marshall Pada Campuran HRS-Base Metode Bina Marga 2018

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi
	5.5	6.5	7.5	
Stabilitas (Lbs)	680.29	809.21	752.64	Min. 600
Flow (mm)	3.13	3.14	3.15	
VMA (%)	16.871	17.657	18.975	Min. 17
VIM (%)	6.706	5.332	4.578	3,0 - 5,0
VFB (%)	60.250	69.806	75.888	Min. 68
FF/Kadar Aspal Efektif	4.771	5.779	6.786	Min. 5,5
Marshall Quotient (kg/mm)	217.41	257.82	238.93	Min. 250
Kepadatan (gr/cc)	2.200	2.202	2.190	

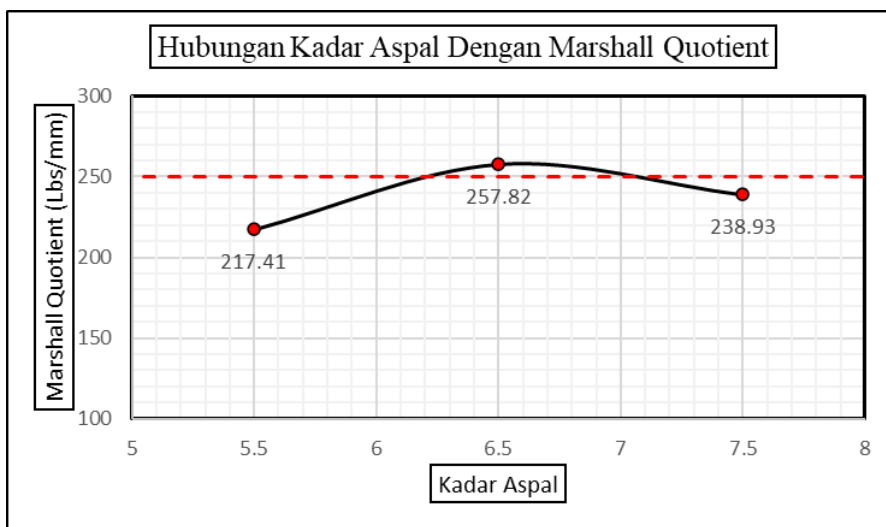
3.13. Pengaruh Kadar Aspal Campuran HRS-Base



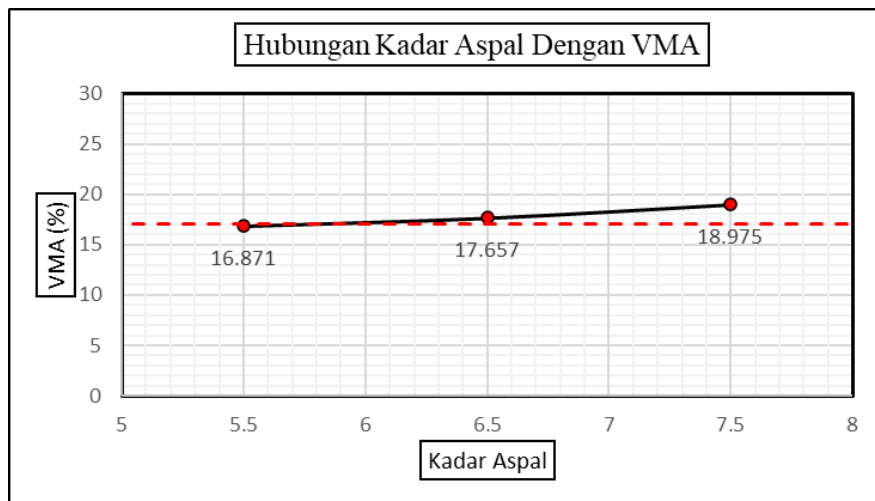
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



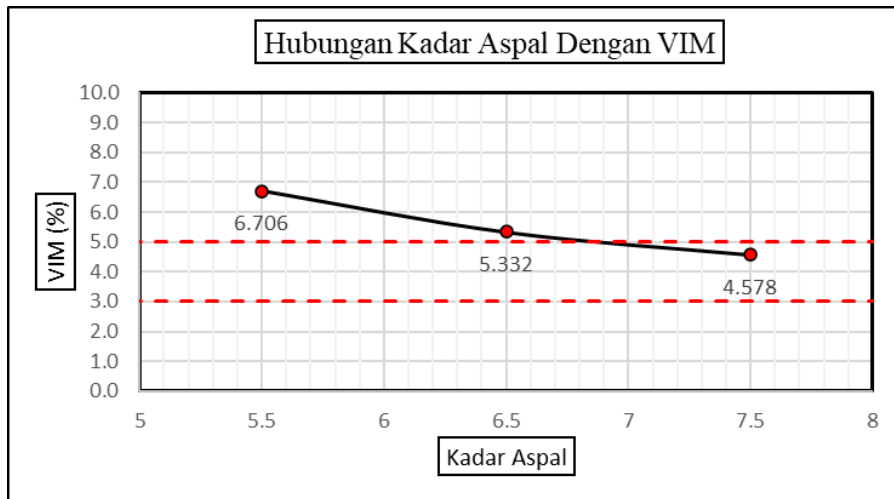
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



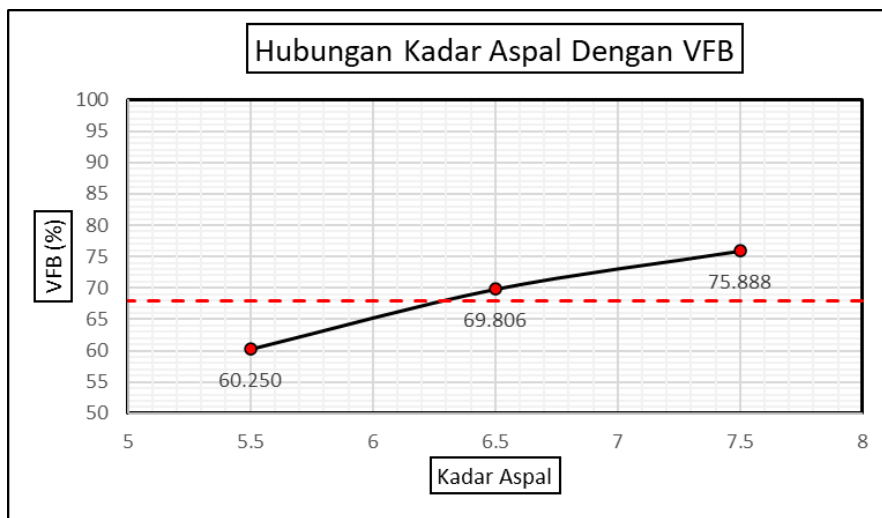
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient



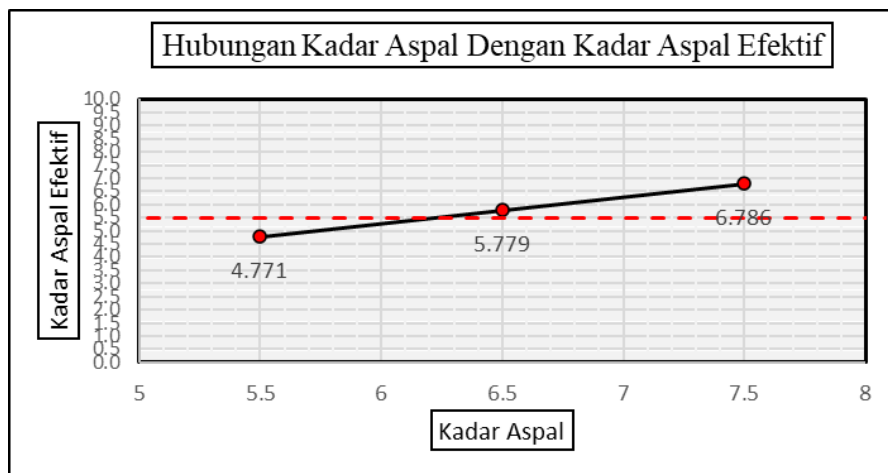
Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



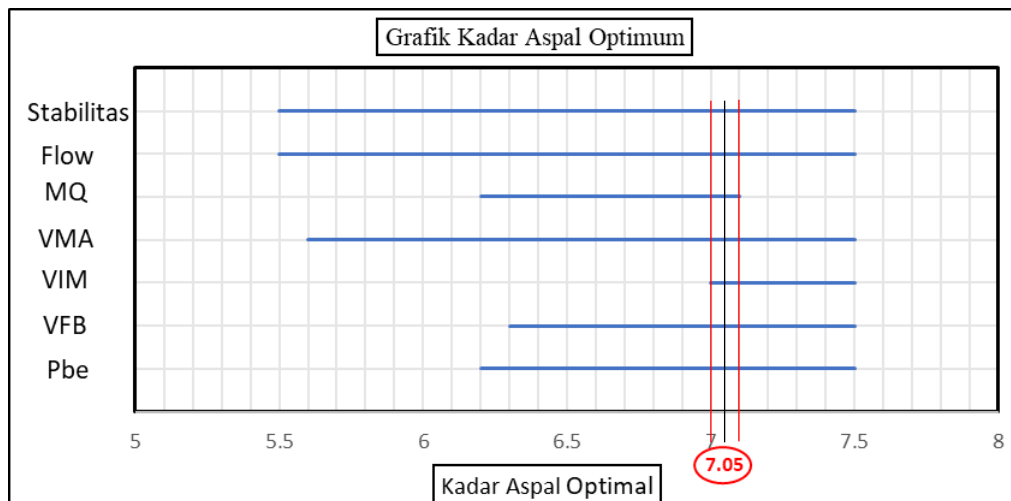
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB



Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kadar Aspal Efektif



Gambar 12. Grafik Kadar Aspal Optimum pada Campuran HRS-Base

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik UNSRAT. Studi Desain Gradasi Campuran *Hot Rolled Sheet Base* (HRS-Base) Menggunakan Desain Kerangka Agregat yang menggunakan material agregat dari Quarry Kecamatan Lolak, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara, dan aspal Pertamina 60/70, maka di dapatkan kesimpulan: Karakteristik desain campuran HRS-Base menggunakan desain gradasi kerangka agregat belum memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dikarenakan campuran aspal HRS-Base menggunakan metode desain kerangka agregat menunjukkan terlalu banyak rongga udara dikarenakan persentase massa agregat halus P_F (13,90%) yang jauh lebih kecil dibandingkan persentase massa agregat kasar P_C (86,10%). Hal ini disebabkan karena nilai tingkat pengisian volume (V_0) yang di dapatkan terlalu tinggi yaitu 59,9% dimana nilai tersebut yang menjadi penentu untuk persentase gradasi agregat kasar. Kurangnya agregat halus pada campuran aspal HRS-Base menggunakan metode desain kerangka agregat ini menyebabkan selimut aspal menjadi tebal. Dengan demikian campuran aspal HRS-Base, yang terdiri dari bahan pengikat aspal dan bubuk memiliki mobilitas tinggi, sehingga campuran aspal ini terpisah selama proses pencampuran, Hal ini membuat pemadatan sulit dilakukan dikarenakan banyaknya rongga udara pada campuran. Sehingga tidak terjadi sifat saling mengunci antar agregat. Karena desain campuran HRS-Base menggunakan desain gradasi kerangka agregat belum memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga, maka penelitian ini dilanjutkan dengan desain campuran HRS-Base menggunakan Metode Bina Marga 2018. Desain campuran HRS-Base Metode Bina Marga 2018 memperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,05% dengan nilai Stabilitas 765.32 kg, nilai Flow 3,25mm, nilai VMA 18,455%, nilai VIM 4,987%, nilai VFB 72.981%, nilai FF 6,333, nilai *Marshall Quotient* 243,21 kg/mm, dan nilai kepadatan 2,194 gr/cc memenuhi karakteristik *Marshall* menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk campuran aspal Lataston HRS-Base.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat, maka dari penelitian ini untuk mendesain campuran lapis tipis aspal beton (lataston) HRS-base menggunakan desain kerangka agregat disarankan untuk lebih meningkatkan massa agregat halus seperti yang dilakukan oleh (Jing Li dkk, 2019), dikarenakan persentase massa agregat halus terlalu kecil karena kepadatan tumpukan agregat kasar ρ_{CS} terlalu besar. Artinya kondisi agregat kasar CC-1 untuk penentuan kepadatan susun agregat kasar ρ_{CS} belum tepat digunakan pada campuran HRS-base, sehingga perlu diperbaiki dengan cara kondisi agregat kasar yang digunakan untuk mengukur kepadatan susun agregat kasar diubah dari CC-1 menjadi DRC, dengan harapan persentase massa agregat

kasar pada campuran menurun sedangkan massa pada agregat halus meningkat, sehingga ketebalan film atau selimut aspal lebih kecil.

Referensi

- Anderson, D. A., & Kennedy, T. W. (1993). *Development of SHRP binder specification (with discussion)*. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, 62, 1993, pp. 481-507.
- Direktorat Jendral Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi II)* .
- Dukat, E. L. (1989). *Aggregate properties related to pavement performance*. In Proceedings of the association of asphalt paving technologists (Vol. 58, pp. 492-502).
- Elliott, R. P., Ford Jr, M. C., Ghanim, M., & Tu, Y. F. (1991). *Effect of aggregate gradation variation on asphalt concrete mix properties*. Transportation Research Record, (1317).
- Jing Li, M. S. (2019). *Two-Step Improvements Of Volumetric Design Method Based On Multi-Point Supported Skeleton For Asphalt Mixtures*. Constructio. And Building Materials 217 (2019) 456-472, 456-472.
- Liu, Z. L., Tian, W., and Shi, J. F., *New Technology of Asphalt Concrete in Highway*, People's Communications Press, Beijing. 2002, p. 135 (2002).
- Roque, R., Birgisson, B., Kim, S., & Guarin, A. (2006). *Development of mix design guidelines for improved performance of asphalt mixtures*. Florida Department of Transportation, Final Report, UF Project No. 49104554032-12.
- Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta
- Zhang, X. N., Guo, Z. X., & Wu, K. (1995). *Volume method of bituminous mixture design*. J. Harbin Univ. Archit. Eng, 28, 28-36.
- Zhao, Y., Xu, T., Huang, X., & Li, Z. (2012). *Gradation design of the aggregate skeleton in asphalt mixture*. J. Test. Eval, 40(7), 1071-1076.