

BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Material

5.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

Pengujian terhadap karakteristik agregat meliputi pengujian agregat kasar, agregat halus dan filler, yang berasal Sungai Clereng. Seluruh rangkaian pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Data yang diperoleh telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.1 Sebagai berikut dan Tabel hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,695	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	<3	2,166	Memenuhi
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	>95	98	Memenuhi
4	Keausan dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	<40	11,91	Memenuhi

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Agregat kasar dengan berat jenis yang lebih kecil mempunyai pori yang lebih besar sehingga akan dibutuhkan aspal yang lebih banyak dan begitu pula sebaliknya.

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar Clereng adalah sebesar 2,695. Hasil ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $> 2,5$.

2. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar memiliki nilai penyerapan yang besar, sehingga akan lebih banyak membutuhkan aspal. Hasil pengujian penyerapan agregat terhadap air adalah sebesar 2,166%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $< 3\%$.

3. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas permukaan suatu agregat yang terselimuti oleh aspal terhadap permukaan agregat. Hasil pengujian kelekatan agregat terhadap aspal menunjukkan nilai sebesar 98%. Hasil ini memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 yaitu sebesar $> 95\%$.

4. Keausan dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian keausan bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat terhadap penghancuran (*degradasi*) dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Nilai keausan agregat diperoleh dari perbandingan antara berat bahan yang aus terhadap saringan No.12 terhadap berat semula. Hasil pengujian menunjukkan nilai sebesar 11,91%. Nilai ini memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $< 40\%$.

5.1.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

Pengujian terhadap karakteristik agregat meliputi pengujian agregat kasar, agregat halus dan filler, yang berasal Sungai Clereng. Seluruh rangkaian pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Data yang diperoleh telah memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010, Revisi 3. Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.2 Sebagai berikut dan Tabel hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 2,5	2,627	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	<3	2,349	Memenuhi
3	<i>Sand Equivalent</i> (%)	>50	91,28	Memenuhi

Pembahasan terhadap pengujian karakteristik agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini:

1. Berat Jenis Agregat

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air terhadap volume yang sama pada temperatur tertentu. Hasil pengujian berat jenis agregat halus Clereng sebesar 2,627. Nilai berat jenis dari agregat halus diatas memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 2,5.

2. Penyerapan Agregat Terhadap Air

Penyerapan agregat terhadap air adalah tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, rongga atau pori pada agregat. Agregat yang mempunyai kadar pori yang besar akan lebih banyak membutuhkan aspal karena nilai penyerapannya semakin besar. Hasil pengujian penyerapan agregat halus Clereng terhadap air sebesar 2,349%. Nilai penyerapan agregat terhadap agregat Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu kurang dari 3%.

3. *Sand Equivalent*

Nilai *sand equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat terhadap debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pengujian *sand equivalent* agregat halus Clereng sebesar 91,28%. Nilai *sand equivalent* pada agregat halus Clereng memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu > 50%, ini bahwa agregat halus Clereng cukup bersih dan terbebas dari kandungan debu, lumpur, atau kotoran lainnya yang dapat mengganggu kelekatan aspal terhadap agregat.

5.1.3 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal Pertamina Pen 60/70 yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Pengujian aspal di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII menggunakan persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 seperti yang tercantum dalam Tabel 5.3. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	> 1,0	1,061	Memenuhi
2	Penetrasi (0,1 mm)	60 – 70	61,5	Memenuhi
3	Daktilitas (cm)	> 100	164	Memenuhi
4	Titik Nyala ©	> 232	270	Memenuhi
5	Kelarutan TCE (%)	> 99	99,2	Memenuhi
6	Titik Lembek ©	> 48	48,1	Memenuhi

5.1.4 Hasil Pengujian Berat Jenis Serbuk Ban Karet

Pengujian yang dilakukan terhadap serbuk ban karet adalah pengujian untuk mencari berat jenis serbuk ban karet yang berasal dari CV. Nuansa Baru-Magelang. Adapun fungsi mencari berat jenis ini ialah untuk dijadikan perbandingan volume dalam pencampuran antara serbuk ban karet sebagai pengganti agregat halus no 30. Berat Jenis yang didapati ialah sebesar 0,9827 dan seluruh rangkaian pengujian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Yogyakarta. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.2 Hasil Pengujian Campuran AC-WC

5.2.1 Menentukan Nilai Kadar Aspal Optimum

Pada pengujian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, diperoleh nilai-nilai karakteristik *Marshall* diantaranya stabilitas (*stability*), kelelahan (*Flow*), *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*), *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*), *VITM* (*Void in the Total Mix*), *MQ* (*Marshall Quotient*), dan kepadatan (*density*) dari campuran AC-WC dengan menggunakan bahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3, kemudian hasil dari Tabel

tersebut digambarkan dalam grafik pada Gambar 5.1 untuk menentukan kadar aspal optimum.

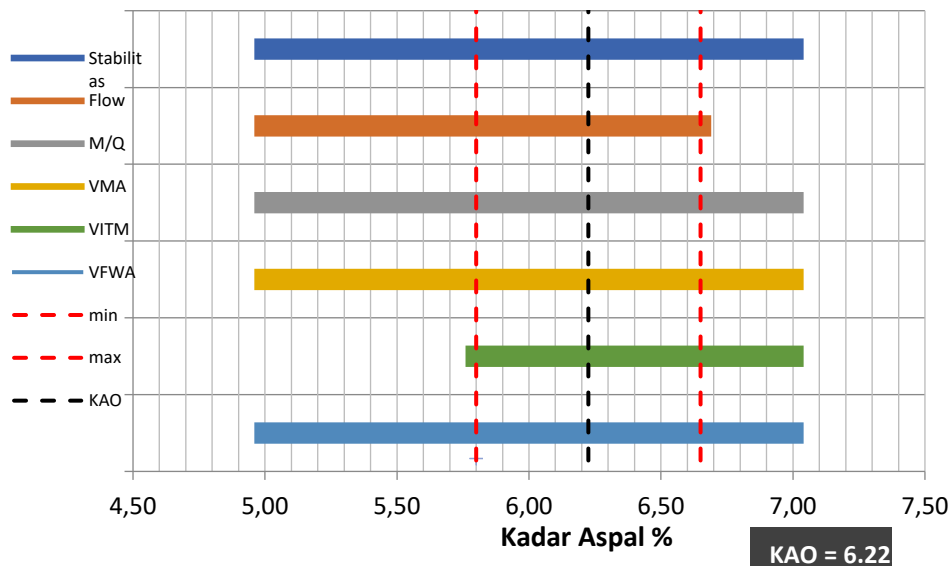
Pemilihan kadar aspal optimum pada campuran AC-WC ditentukan dengan melihat kriteria parameter pada karakteristik *Marshall*, yaitu nilai *VITM* dengan persyaratan 3-5%, nilai *VMA* minimum 15%, *VFWA* minimum 65%, *MQ* sebesar 250 kg/mm, *Flow* dengan syarat 2-4%, *stabilitas* minimum 1000 kg serta kadar aspal campuran minimum 6%. Dari hasil uji *Marshall* yang memenuhi semua kriteria parameter tersebut, maka diperoleh batas maksimum dan batas minimum.

Nilai kadar aspal optimum didapatkan dari nilai tengah antara batas maksimum dan minimum. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian *Marshall* untuk KAO

SPESIFIKASI	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
	5	1634,27	2,45	757,56	5,71	65,88	16,70	2,333
	5,5	2738,30	3,24	851,48	5,40	69,08	17,45	2,325
	6	2153,69	3,40	642,26	4,88	72,92	18,01	2,321
	6,5	1847,82	3,82	489,58	4,74	74,93	18,88	2,309
	7	1687,04	4,84	355,20	3,81	80,04	19,09	2,315
BINA MARGA		800	2 - 4	250	3 - 5	65	15	

Grafik Kadar Aspal Optimum



Gambar 5.1 Penentuan KAO pada Campuran Berbahan Ikat Pertamina Pen

Berdasarkan Tabel 5.3 diatas, dapat dilihat bahwa kadar aspal optimum pada campuran AC-WC yang menggunakan berbahan ikat aspal Pertamina Pen 60/70 mendapatkan nilai 6,225 %.

5.2.2 Kebutuhan Agregat dan Serbuk Ban Karet pada Kadar Aspal Optimum

Kebutuhan agregat halus dan serbuk ban karet pada campuran AC-WC pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 dibawah ini:

Tabel 5.5 Kebutuhan Agregat pada KAO untuk 0% Karet

6,225 inch	0,06225 mm	Spesifikasi		Kumulatif Lolos	Berat Tertahan		
		Max	Min		Tertahan	Tertahan	Lolos
3/4 "	19	100	100	100			
1/2 "	12,5	100	90	95	5	56,27	56,265
3/8 "	9,5	90	77	84	17	129,41	185,6745
No. 4	4,75	69	53	61	39	253,19	438,867
No. 8	2,36	53	33	43	57	202,55	641,421
No. 16	1,18	40	21	31	70	140,66	782,0835
No. 30	0,600	30	14	22	78	95,65	877,734
No. 50	0,300	22	9	16	85	73,14	950,8785
No. 100	0,150	15	6	11	90	56,27	1007,1435
No. 200	0,075	9	4	7	94	45,01	1052,1555
Pan		0	0	0	100	73,14	1125,3
Jumlah						1125,30	

Tabel 5.6 Kebutuhan Agregat pada KAO untuk 25% - 100% Karet

No.Saringan	Berat Tertahan		Kadar Aspal 6.225 % (gram)								
			25%		50%		75%		100%		
			Agregat Halus	Karet	Agregat Halus	Karet	Agregat Halus	Karet	Agregat Halus	Karet	
No. 30	0,600	95,65	877,734	71,74	8,95	47,83	17,89	23,91	26,84	0,00	35,78

Metode yang digunakan dalam pencampuran antara serbuk ban karet sebagai pengganti agregat halus no.30 ialah dengan perbandingan volume antar agregat. Berdasarkan hasil Tabel 5.5 perbandingan yang dilakukan ialah membandingkan nilai berat jenis serbuk ban karet dengan berat jenis agregat halus lalu dikalikan dengan berat agregat halus no.30 dalam 1 campuran sehingga didapatkan nilai-nilai seperti Tabel 5.6

5.3 Tinjauan Karakteristik Pengujian *Marshall*

5.3.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dengan pengujian *Marshall* dapat dilihat pada Tabel 5.6. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall*

SPESIFIKASI	Variasi Serbuk Ban Karet (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
	0	1622,55	3,48	474,33	4,91	73,67	18,48	2,313
	25	1255,09	3,48	366,62	4,63	74,89	17,58	2,278
	50	1206,08	3,78	316,95	5,46	71,27	18,96	2,300
	75	1047,37	3,74	280,69	6,20	68,47	19,59	2,282
	100	844,60	4,30	210,20	6,93	65,74	20,21	2,264
BINA MARGA		800	2-4	250	3-5	65	15	

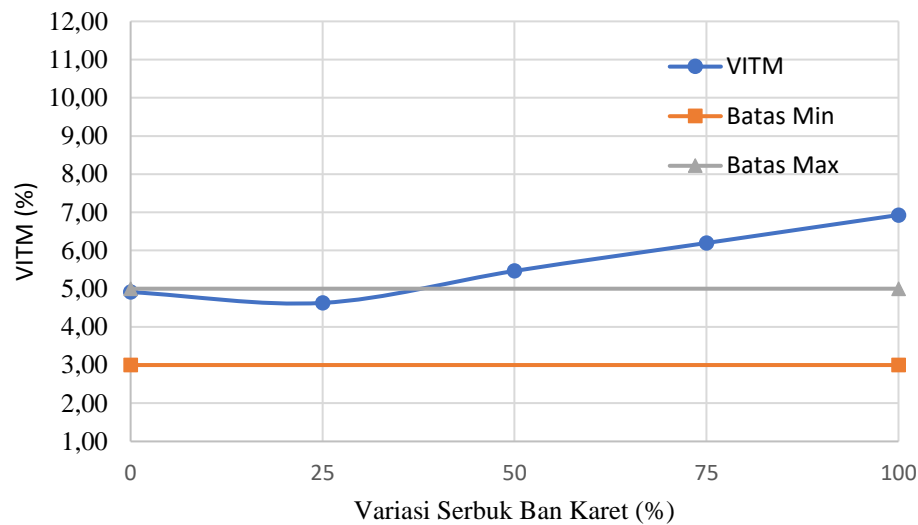
5.3.2 Pembahasan

Adapun parameter- parameter yang dijadikan dasar pemilihan Kadar Aspal Optimum (*KAO*) pada campuran *AC-WC* adalah sebagai berikut ini:

1. Analisis Pengaruh Kadar Serbuk Ban Karet terhadap *Void in The Mix (VITM)*

VITM adalah rongga atau *void* yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. *Void* tersebut berguna sebagai tempat bergesernya butir-butir agregat akibat beban lalu lintas yang berulang atau tempat jika aspal melunak akibat perubahan temperatur. *AASHTO* mensyaratkan *VITM* untuk campuran *AC-WC* adalah sebesar 3-5 %. Namun, nilai *VITM* \pm 0,5% diizinkan karena kemungkinan terjadinya kesalahan pada pengujian volumetrik

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *VITM* diantaranya adalah gradasi agregat, jenis dan kadar aspal yang digunakan, serta faktor pemadatan. Gradasi senjang seperti campuran *AC-WC* akan memiliki *void* yang lebih besar dari campuran bergradasi rapat, sehingga diperlukan kadar aspal yang tinggi untuk tetap memberikan *durabilitas* yang baik. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, didapatkan nilai *VITM* yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.2 berikut ini.



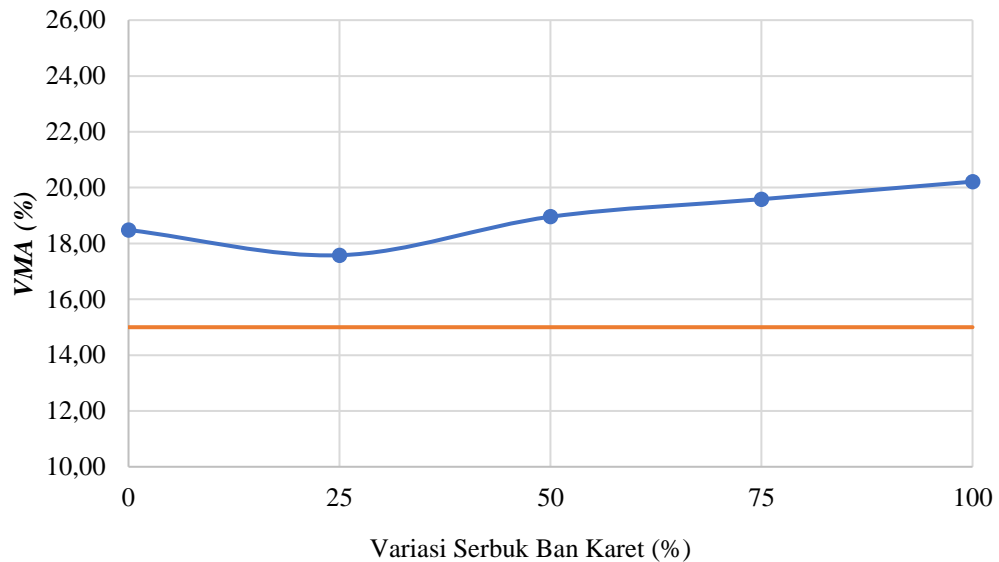
Gambar 5.2 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet dengan *VITM*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran *AC-WC* terhadap serbuk ban karet semakin naik seiring dengan bertambahnya kadar serbuk ban karet. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar karet yang digunakan maka jumlah rongga yang terisi aspal (*VFWA*) akan bertambah sedikit, sehingga jumlah *VITM* bertambah.

2. Analisis Pengaruh Kadar Serbuk Ban Karet terhadap *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

VMA adalah persentase banyaknya pori antar butiran agregat dalam campuran, atau dapat dinyatakan sebagai persentase rongga yang dapat ditempati aspal dan udara. Nilai *VMA* pada umumnya mengalami penurunan sampai batas maksimum dan akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal. Apabila nilai *VMA* terlalu kecil, maka akan menimbulkan masalah *durabilitas*, yaitu membatasi banyaknya rongga terisi aspal, sehingga campuran menjadi kurang kedap air dan udara. Sebaliknya, nilai *VMA* yang terlalu besar akan menimbulkan masalah stabilitas dan kurang ekonomis, karena rongga antar agregat yang terlalu besar mengakibatkan kemampuan agregat saling mengunci dan mengisi menjadi menurun. Nilai *VMA* dipengaruhi oleh gradasi agregat, jumlah tumbukan dan kadar

aspal. Berikut ini adalah hasil nilai *VMA* yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.3



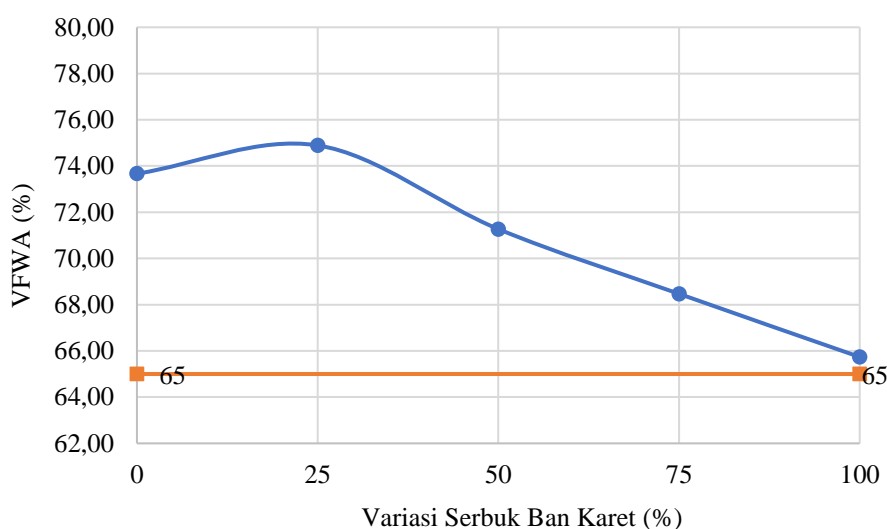
Gambar 5.3 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet dengan *VMA*

Grafik pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa nilai *VMA* pada campuran AC-WC dengan mengganti agregat halus no.30 dengan serbuk ban karet cenderung semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar karet. Nilai *VMA* pada campuran AC-WC dengan kadar karet semakin bertambah maka cenderung lebih tinggi dari pada tanpa menggunakan kadar karet dapat disebabkan karena pada kadar aspal yang sama, serbuk ban karet bersifat mengikat seperti halnya sifat aspal sehingga aspal lebih sulit mengisi rongga antar butiran agregat. Hal ini mengakibatkan aspal yang menyelimuti agregat (*VMA*) akan semakin besar. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semua nilai *VMA* memenuhi spesifikasi AASHTO yaitu minimum 15%.

3. Analisis Pengaruh Kadar Serbuk Ban Karet terhadap *Void Filled with Asphalt (VFWA)*

VFWA adalah volume rongga campuran yang terisi aspal atau yang biasa disebut dengan selimut aspal. Nilai *VFWA* akan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang digunakan dalam campuran karena rongga dalam

campuran yang terisi aspal akan semakin banyak. Nilai *VFWA* berhubungan dengan kekedapan campuran terhadap air dan udara, serta keelastisan campuran. Semakin tinggi nilai *VFWA* maka selimut aspal semakin tebal, yang berarti semakin kedap air dan udara, sehingga campuran lebih awet dan lentur. Dengan demikian, ketahanan campuran terhadap kelelahan akibat beban berulang (*fatigue*) akan lebih baik. Nilai *VFWA* dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.4 berikut ini.

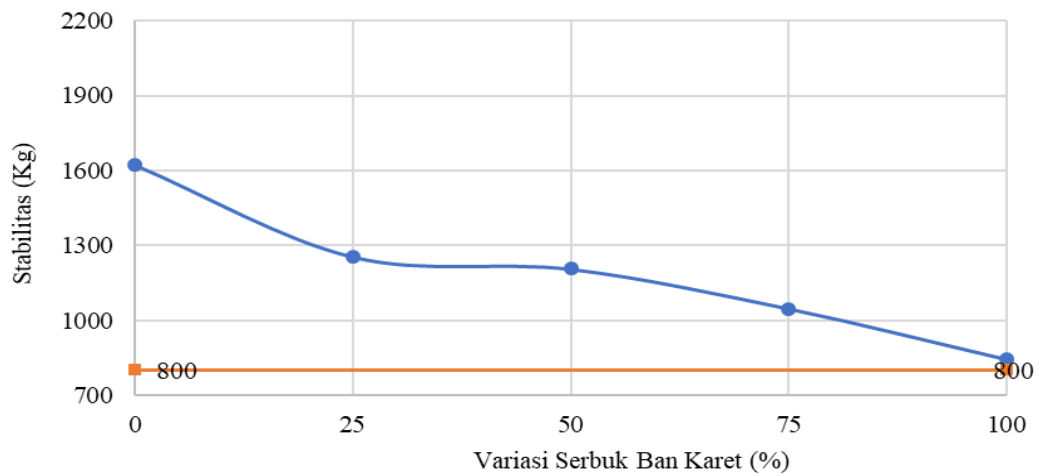


Gambar 5.4 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet dengan *VFWA*

Grafik pada Gambar 5.4 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar karet diikuti dengan menurun persentase rongga yang terisi aspal. Berdasarkan grafik pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran *AC-WC* terhadap serbuk ban karet semakin naik seiring dengan bertambahnya kadar serbuk ban karet. Hal ini disebabkan karena rongga-rongga yang ada sudah terisi oleh serbuk ban karet sehingga aspal tidak dapat masuk atau susah masuk.

4. Analisis Pengaruh Kadar Serbuk Ban Karet terhadap *Stabilitas*

Menurut Sukirman (2003), nilai stabilitas campuran beton aspal dibentuk dari gesekan internal antar butiran agregat yang saling mengunci dan adanya aspal. Selain itu, kohesi atau gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Berikut ini adalah hasil nilai stabilitas yang disajikan dalam grafik pada Gambar 5.5

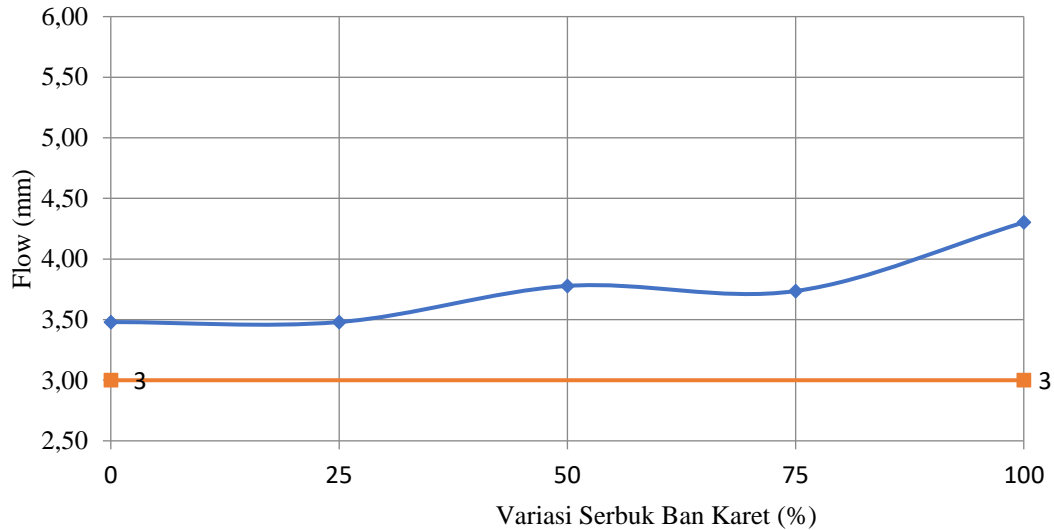


Gambar 5.5 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet dengan Stabilitas

Berdasarkan grafik stabilitas dalam Gambar 5.5 dapat dilihat bahwa nilai *stabilitas* pada campuran menggunakan serbuk ban karet cenderung menurun, dan sebaliknya terjadi pada campuran tanpa serbuk karet. Menurunnya nilai stabilitas dapat disebabkan karena bertambahnya kadar karet akan menyebabkan bertambah tebalnya selimut aspal, sehingga apabila telah mencapai kondisi optimum, gesekan internal antar butiran agregat akan berkurang dan Karena fungsi aspal adalah sebagai bahan ikat, maka dapat dikatakan bahwa ikatan antar butiran agregat pada campuran menggunakan serbuk ban karet lebih tidak stabil dari pada campuran tanpa serbuk karet.

5. Analisis Pengaruh Kadar Serbuk Ban Karet terhadap *Flow*

Nilai *Flow* pada campuran AC-WC disajikan pada grafik dalam Gambar 5.6 berikut ini:

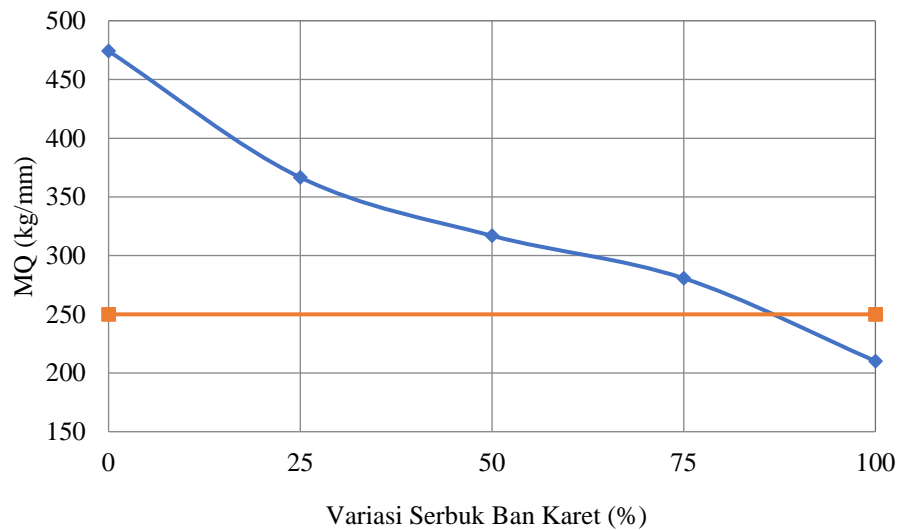


Gambar 5.6 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet dengan Nilai *Flow*

Pada umumnya, nilai kelelahan atau *Flow* pada suatu campuran akan meningkat sejalan dengan bertambahnya kadar karet. Grafik pada Gambar 5.6 menunjukkan kecenderungan meningkatnya nilai *Flow* pada campuran AC-WC dengan seiringnya bertambahnya kadar karet. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkatnya kadar karet maka campuran akan semakin bersifat elastis, sehingga akan semakin sulit mengalami deformasi saat menerima beban.

6. Analisis Pengaruh Kadar Aspal terhadap Nilai *Marshall Quotient (MQ)*

Nilai *MQ* merupakan rasio atau perbandingan antara nilai stabilitas dan *Flow* pada campuran beton aspal yang digunakan untuk menunjukkan tingkat fleksibilitas campuran. Nilai *MQ* yang tinggi menunjukkan campuran tersebut cenderung kaku dan kurang fleksibel saat menerima beban, namun sebaliknya bila campuran dengan nilai *MQ* yang rendah menunjukkan campuran tersebut cenderung fleksibel dalam menerima beban. Hasil perhitungan *MQ* dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai MQ

Nilai MQ yang rendah pada campuran menggunakan serbuk ban karet dengan kadar karet 100% terjadi karena nilai stabilitas yang rendah namun tidak diiringi dengan $Flow$ yang rendah juga. Sehingga campuran pada kadar aspal tersebut dapat dikatakan cenderung bersifat elastis. Sebaliknya terjadi pada kadar karet 0% yang nilai stabilitasnya tinggi namun dengan nilai $Flow$ yang rendah sehingga campurannya bersifat lebih kaku.

5.4 Tinjauan Karakteristik Pengujian *Indirect Tensile Streng (ITS)*

5.3.1 Hasil Pengujian

Hasil pengujian campuran *AC-WC* pada kadar aspal optimum dengan pengujian *ITS* dapat dilihat pada Tabel 5.7 Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength*

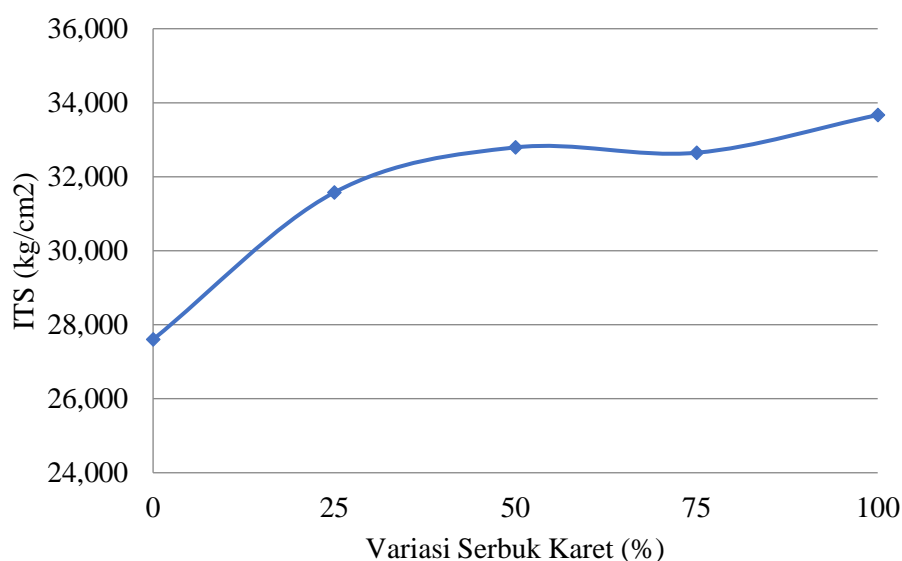
Variasi Serbuk Karet (%)	<i>ITS</i> (kg/cm ²)
0	27,602
25	31,573

Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength*

Variasi Serbuk Karet (%)	<i>ITS</i> (kg/cm ²)
50	32,793
75	32,648
100	33,667

5.3.2 Pembahasan

Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran akibat beban lalu lintas. Nilai *ITS* pada campuran AC-WC yang menggunakan serbuk ban karet sebagai pengganti agregat halus no.30 dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.8 Hubungan Variasi Serbuk ban Karet dengan Nilai *ITS*

Dari grafik dalam Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas *ITS* pada campuran AC-WC yang menggunakan serbuk ban karet cenderung mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar serbuk ban karet dalam campuran. Hal ini disebabkan serbuk ban karet dapat terjadi bukan hanya sebagai bahan pengganti tetapi bisa digunakan sebagai bahan ikat aspal yang menyebabkan nilai *ITS* semakin baik. Nilai *ITS* pada campuran menggunakan serbuk ban karet terlihat

meningkat dan memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada campuran tanpa serbuk karet.

5.5 Tinjauan Karakteristik Pengujian *Cantabro*

5.5.1 Hasil Pengujian

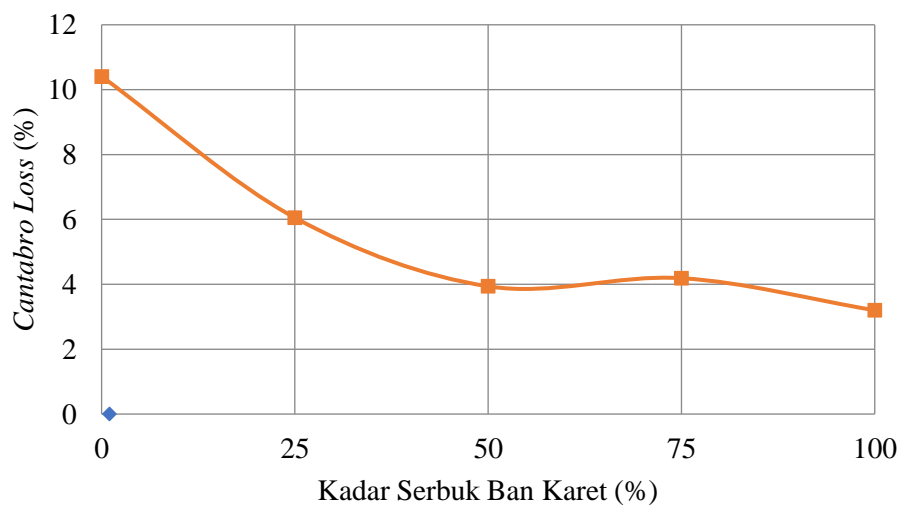
Hasil pengujian campuran AC-WC pada kadar aspal optimum dengan pengujian *Cantabro* dapat dilihat pada Tabel 5.8 Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Cantabro*

<i>Cantabro</i>	
Kadar Serbuk Ban Karet (%)	Kehilangan Berat (%)
0	10,4093
25	6,0526
50	3,9374
75	4,1893
100	3,1996

5.5.2 Pembahasan

Pengujian *Cantabro* bertujuan untuk menentukan ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angles*. Nilai *Cantabro* pada campuran AC-WC menggunakan serbuk karet sebagai pengganti agregat halus no. 30 dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5.8 berikut ini.



Gambar 5.9 Hubungan Kadar Serbuk Ban Karet Terhadap *Cantabro*

Dari grafik dalam Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro* pada campuran AC-WC yang menggunakan serbuk ban karet cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar serbuk ban karet dalam campuran. Hal ini disebabkan serbuk ban karet dapat terjadi bukan hanya sebagai bahan pengganti tetapi bisa digunakan sebagai bahan ikat aspal yang menyebabkan nilai *Cantabro* semakin baik. Penurunan nilai *Cantabro* pada campuran menggunakan serbuk ban karet terlihat lebih rendah dari pada campuran tanpa serbuk karet, dengan nilai sebesar 10,409% dan 3,199 % menggunakan 100% serbuk karet.

5.6 Tinjauan Analisis Statistik

5.6.1 Signifikansi Analisis Anova Terhadap Stabilitas *Marshall*

Tabel 5.10 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap Stabilitas

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	3670886,00	-	4,11	2,87	fh > ft jadi Ha diterima
Antar kelompok	4	1655538,75	413884,69			
Dalam kelompok	20	2015347,25	100767,36			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 4,11 lebih besar dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih besar dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan ditolak dan H_a diterima untuk kesalahan 5%

5.6.2 Signifikansi Analisis Anova Terhadap *Flow Marshall*

Tabel 5.11 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap *Flow*

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	8,53	-	1,80	2,87	fh < ft jadi ha ditolak
Antar kelompok	4	2,26	0,56			
Dalam kelompok	20	6,27	0,31			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 1,80 lebih kecil dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih kecil dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan diterima dan H_a ditolak untuk kesalahan 5%.

5.6.3 Signifikansi Analisis Anova Terhadap VMA Marshall

Tabel 5.12 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap VMA

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	54,36	-	3,03	2,87	fh > ft jadi Ha diterima
Antar kelompok	4	20,50	5,13			
Dalam kelompok	20	33,86	1,69			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 3,03 lebih besar dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih besar dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan ditolak dan H_a diterima untuk kesalahan 5%

5.6.4 Signifikansi Analisis Anova Terhadap VFWA Marshall

Tabel 5.13 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap VFWA

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	945,72	-	2,12	2,87	fh < ft jadi ha ditolak
Antar kelompok	4	281,23	70,31			
Dalam kelompok	20	664,49	33,22			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 2,12 lebih kecil dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih kecil dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan diterima dan H_a ditolak untuk kesalahan 5%

5.6.5 Signifikansi Analisis Anova Terhadap VITM Marshall

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap VITM

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	63,32	-	1,95	2,87	fh < ft jadi ha ditolak
Antar kelompok	4	17,79	4,45			
Dalam kelompok	20	45,53	2,28			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 1,95 lebih kecil dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih kecil dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan diterima dan H_a ditolak untuk kesalahan 5%

5.6.6 Signifikansi Analisis Anova Terhadap *MQ Marshall*

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap *MQ*

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	399860,91	-	4,79	2,87	fh > ft jadi Ha diterima
Antar kelompok	4	195616,95	48904,24			
Dalam kelompok	20	204243,96	10212,20			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 4,79 lebih besar dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih besar dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan ditolak dan H_a diterima untuk kesalahan 5%

5.6.7 Signifikansi Analisis Anova Terhadap *ITS*

Tabel 5.16 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap *ITS*

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	325,25	-	1,89	2,87	fh < ft jadi ha ditolak
Antar kelompok	4	89,33	22,33			
Dalam kelompok	20	235,93	11,80			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 1,89 lebih kecil dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih kecil dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan diterima dan H_a ditolak untuk kesalahan 5%

5.6.8 Signifikansi Analisis Anova Terhadap *Cantabro*

Tabel 5.17 Rekapitulasi Hitungan Anova Terhadap *Cantabro*

	dk	jk	mk	fh	ft	keputusan
Total	24	329,89	-	5,27	2,87	fh > ft jadi Ha diterima
Antar kelompok	4	169,21	42,30			
Dalam kelompok	20	160,68	8,03			

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai f hitungan 5,27 lebih besar dari pada f Tabel 2,87. Karena harga f hitung lebih besar dari pada harga f Tabel maka hipotesis H_0 yang diajukan ditolak dan H_a diterima untuk kesalahan 5%

5.6.9 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap Stabilitas *Marshall*

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap Stabilitas

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,5258	0,2951	0,2049	0,1247
25%	-	-	0,3310	0,4223	0,0637
50%	-	-	-	0,9884	0,0042
75%	-	-	-	-	0,1432
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30. kecuali untuk nilai variasi serbuk ban karet 50% terhadap 100% lebih kecil dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a ditolak dan H_0 diterima yang berarti tidak ada perbedaan signifikan.

5.6.10 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *Flow Marshall*

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *Flow*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,8484	0,0563	0,0832	0,1007
25%	-	-	0,4133	0,4716	0,1584
50%	-	-	-	0,5654	0,1721
75%	-	-	-	-	0,1406
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30

5.6.11 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *VFWA Marshall*

Tabel 5.20 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *VFWA*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,9277	0,1994	0,1863	0,0557
25%	-	-	0,6521	0,4321	0,2825
50%	-	-	-	0,2022	0,0629
75%	-	-	-	-	0,3773
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30.

5.6.12 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *VMA Marshall*

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *VMA*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,6083	0,1955	0,1940	0,0539
25%	-	-	0,4012	0,3099	0,2010
50%	-	-	-	0,2130	0,0630
75%	-	-	-	-	0,3916
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30.

5.6.13 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *VITM Marshall*

Tabel 5.22 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *VITM*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,8939	0,1955	0,1940	0,0539
25%	-	-	0,7348	0,4780	0,3130
50%	-	-	-	0,2130	0,0630
75%	-	-	-	-	0,3916
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30.

5.6.14 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *MQ Marshall*

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *MQ*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,5530	0,2213	0,1687	0,1018
25%	-	-	0,2743	0,3084	0,0617
50%	-	-	-	0,9277	0,0042
75%	-	-	-	-	0,1111
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30.

5.6.15 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *ITS*

Tabel 5.24 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *ITS*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,2675	0,2080	0,1857	0,5204
25%	-	-	0,6818	0,7583	0,3978
50%	-	-	-	0,8850	0,3994
75%	-	-	-	-	0,4793
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30.

5.6.16 Signifikansi Analisis *T-test* Terhadap *Cantabro*

Tabel 5.25 Rekapitulasi Hitungan *T-test* Terhadap *Cantabro*

Variasi Serbuk Ban Karet	0%	25%	50%	75%	100%
0%	-	0,2513	0,0412	0,0549	0,0506
25%	-	-	0,3812	0,4603	0,2759
50%	-	-	-	0,1101	0,2947
75%	-	-	-	-	0,0919
100%	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel di atas bahwa nilai *p-value* untuk seluruh kombinasi variasi serbuk ban karet lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan signifikan yang terjadi ketika adanya variasi serbuk ban karet dalam campuran sebagai pengganti agregat halus no.30. kecuali untuk nilai variasi serbuk ban karet 0% terhadap 50% lebih kecil dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga H_a ditolak dan H_0 diterima yang berarti tidak ada perbedaan signifikan

