

ISSN CETAK : 2527 - 5542  
ISSN ONLINE : 2775 - 6017

# REKAYASA

JURNAL TEKNIK SIPIL



**UNIRA**  
UNIVERSITAS  
MADURA

**FT**  
FAKULTAS TEKNIK

Volume 6 , Nomer 1  
JUNI 2021

# **REKAYASA TEKNIK SIPIL**

## **Media Publikasi Karya Ilmiah di Bidang Teknik Sipil**

---

Volume 6, Nomer 1.

Juni 2021

**Penanggung Jawab :**

Ir. Moch. Hazin Mukti, MT., MM

**Mitra Bestari :**

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT

Dr. Ir Subagyo, MT

Dr. Faisal Estu Yulianto, ST., MT.

Dr. Ir. Gusfan Khalik, MT.

**Komite Pelaksana :**

Dedy Asmaroni, ST., MT.

Taurina Jemmy Irwanto, ST., MT.

Ahmad Fatoni ST., MT.

Aldi Setiawan, ST., MT.

Ahmad Fausi, ST.

**Komite Pelaksana :**

Fakultas Teknik – Universitas Madura

Jl. Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekasan 69317

Telp. (0324) 322231 psw 114 Fax (0324) 327418

Email : Jurnal.rekayasa.unira@gmail.com

# REKAYASA TEKNIK SIPIL

## Media Publikasi Karya Ilmiah di Bidang Teknik Sipil

---

Volume 6, Nomer 1.

Juni 2021

### DAFTAR ISI

- 1. Pengaruh Penambahan Limbah Kulit Kerang Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuat Lentur dan Pola Retak Balok Beton Bertulang dengan Penambahan Zat Kimia Tipe F (Superplasticizer)** 1-6  
Taurina Jemmy Irwanto , Yunita Ayunda Putri
- 2. Pengaruh Penambahan Limbah Kulit Kerang Bambu sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Nilai Kuat Geser dan Lebar Retak Balok Beton Bertulang dengan Penambahan Zat Kimia Tipe F (Superplasticizer)** 7-10  
Taurina Jemmy Irwanto , Novarina Dwi Santi
- 3. Pengaruh Penggunaan Aspal Buton B5/20 dengan Agregat Lokal Madura Pada Campuran Aspal Panas AC-WC Terhadap Karakteristik *Marshall*** 11-14  
Ahmad Fatoni, Nurul Afandi
- 4. Pengaruh Limbah Sampah Type Hdpe (*High Density Polythylene*) Pada Lapisan Aspal AC WC** 15-20  
Okky Hendra H, Nurdiana yusuf , Isradias Mirajhusnita, Teguh Haris , Weimintoro
- 5. Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Rencana Anggaran Biaya Konstruksinya Pada Ruas Jalan Banjaran – Balamoa** 21-25  
Weimintoro, Okky Hendra Hermawan , Teguh Haris, S.

# PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KULIT KERANG BAMBU SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP NILAI KUAT LENTUR DAN POLA RETAK BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN ZAT KIMIA TIPE F (SUPERPLASTICIZER)

Taurina Jemmy Irwanto<sup>1</sup> dan Yunita Ayunda Putri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

E-mail: [jirone@gmail.com](mailto:jirone@gmail.com), [rn.yunitaayunda@gmail.com](mailto:rn.yunitaayunda@gmail.com)

**ABSTRAK:** Kebutuhan yang meningkat akan beton menimbulkan berbagai inovasi dalam pemilihan material penyusunnya. Keberadaan kerang bambu atau yang lebih dikenal dengan istilah lorjuk (*solen vaginalis*), merupakan komoditas unggulan di Pulau Madura. Banyak penggunaan hanya seputar dagingnya saja, tetapi kulitnya dibuang begitu saja. Maka dari itu untuk mengatasi limbah kulit kerang bambu tersebut, diperlukan adanya sebuah inovasi baru seperti dalam pembuatan beton yang mana kulit kerang bambu digunakan sebagai campuran bahan penyusunnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang bambu sebagai pengganti sebagian semen pada balok beton bertulang dengan dan tanpa penambahan zat kimia tipe F (*superplasticizer*). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai kuat lentur dan pola retak pada balok beton bertulang dengan menambahkan zat additive pada campurannya, yang menggunakan sebanyak 4 sample dengan masing-masing variasi campuran 0%, 3%, 4%, dan 5%. Penelitian ini menggunakan metode pengujian *T-test one sample*, untuk menentukan nilai perbedaan dari hasil analisis dan hasil uji laboratorium yang membandingkan satu variabel bebas. Hasil dari penelitian ini nilai Pcr uji balok beton bertulang yang didapat adalah menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  sehingga ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

**Kata kunci:** Kulit kerang bambu, superplasticizier, pola retak.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu beban konstruksi suatu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan konstruksi saat ini karena beton banyak memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan bahan lain, harganya relatif murah, mudah dikerjakan, dan dibentuk, bahan baku penyusun mudah di dapat, tahan lama, tahan api, dan tidak mengalami pembusukan. Bahan pembuatan beton di dapat dari pencampuran agregat halus dan kasar yaitu pasir dan kerikil, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton secara langsung.

Secara Teknik, beton selalu dituntut untuk memenuhi tantangan akan kebutuhan bahan konstruksi, dimana beton yang dihasilkan biasanya diharapkan mempunyai kualitas dan daya tahan/kekuatan yang tinggi dengan mengabaikan nilai ekonomis dan lingkungannya. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan penyusun, metode pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur beton, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Kebutuhan yang meningkat akan beton menimbulkan berbagai inovasi dalam pemilihan material penyusunnya. Mengingat di Indonesia yang memiliki potensi sumberdaya hayati yang cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan kembali. Menurut Sulistiono dkk. (2001), menyatakan bahwa luas wilayah perairan laut Indonesia diperkirakan mencapai 5,8 juta km<sup>2</sup> dengan Panjang garis pantai 81.000 km<sup>2</sup>. Wilayah ini telah diketahui memiliki potensi sumberdaya hayati yang cukup tinggi, termasuk sumberdaya hayati perairan. Sumberdaya perairan termasuk sumberdaya yang dapat pulih kembali, namun demikian diperlukan usaha-usaha pengelolaan agar

pengusahaan sumberdaya tersebut dapat berlangsung lestari.

Salah satu sumberdaya hayati perairan yaitu kerang bambu atau kerang pisau dengan nama latin *solen vaginalis*. Keberadaan kerang bambu atau yang lebih dikenal di Pulau Madura dengan istilah lorjuk (*solen vaginalis*), merupakan komoditas unggulan di Pulau Madura. Sejak dibuka aksesnya jembatan Suramadu, kebutuhan akan kerang ini semakin meningkat karena kerang ini merupakan bahan dasar dan tambahan bagi beberapa jenis makanan khas Madura seperti lorjuk goreng, rengginang lorjuk, kacang lorjuk, maupun campur lorjuk. Kebutuhan akan kerang pisau ini menyebabkan peningkatan penangkapan yang dilakukan oleh nelayan yang dekat dengan area keberadaan kerang bambu. Aktivitas penangkapan oleh nelayan yang berlebihan ini dan tanpa memperhatikan potensi melestarikan membuat keberadaannya terancam punah. Selain itu juga adanya aktifitas manusia dalam penambangan pasir laut yang merupakan habitat hidup kerang bambu tersebut serta menyebabkan kondisi habitat kerang bambu (*solen vaginalis*) untuk tumbuh dan berkembang biak akan mengalami tekanan dan keberadaan populasinya akan berkurang (Abida, 2003).

Karena banyaknya penggunaan kerang bambu ini, sehingga kulit kerang bambu itu sendiri semakin berlimpah dan hanya sebagian kecil yang memanfaatkan kulitnya untuk kerajinan dan sebagian besar lainnya dibuang begitu saja. Maka dari itu untuk mengatasi limbah kulit kerang bambu tersebut, diperlukan adanya sebuah inovasi baru seperti dalam pembuatan beton yang mana kulit kerang bambu digunakan sebagai campuran bahan penyusunnya.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam penelitian ini dibutuhkan 12 buah benda uji pada usia beton 28 hari, yang semua benda uji perlakuannya dengan balok beton bertulang berukuran 150x150x60 mm dan mutu beton 25 Mpa, yang menggunakan campuran semen, pasir, dan kerikil dan menggunakan serbuk cangkang kerang bambu dengan variasi 0%, 3%, 4% dan 5% dengan jumlah benda uji sebanyak 3 buah pada setiap variasinya seperti yang dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

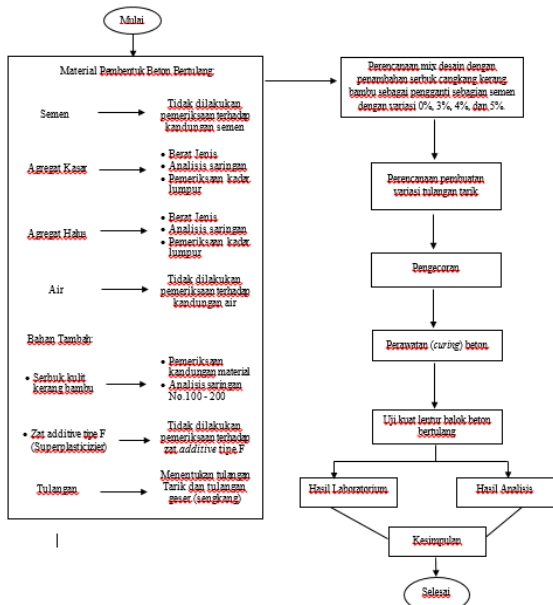
Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Variasi Penambahan serbuk cangkang kerang bambu	Jumlah benda uji	Penamaan benda uji	Umur Pengujian (hari)
0%	3	A1	28 hari
		A2	
		A3	
3%	3	B1	
		B2	
		B3	
4%	3	C1	
		C2	
		C3	
5%	3	D1	
		D2	
		D3	
<b>Jumlah Keseluruhan</b>		<b>12</b>	

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Untuk 1 M<sup>3</sup>

Campuran Beton	Kebutuhan Bahan	Air (Liter)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Serbuk Kerang Bambu (Kg)	Superplastisizer
f'c 25 Mpa	1 m <sup>3</sup>	205	431.58	667.45	1043.97		
	1 sampel	3.04	6.4	9.9	15.50		
	1 zak semen	18.24	40.00	59.4	93		
	Campuran serbuk Kerang bambu	3%				0.25	
	4%				0.33		
	5%				0.41		
Superplastisizer	1% dari berat semen						4.3

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 maka dapat diketahui jumlah benda uji dan campurannya. Untuk rancangan penelitian aditunjukkan pada Gambar 1 bagan alir sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir penelitian

**3. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA**

Dari hasil pengujian kuat tekan hancur beton didapat nilai seperti pada Tabel 3 berikut

Tabel 3. Kuat tekan hancur beton

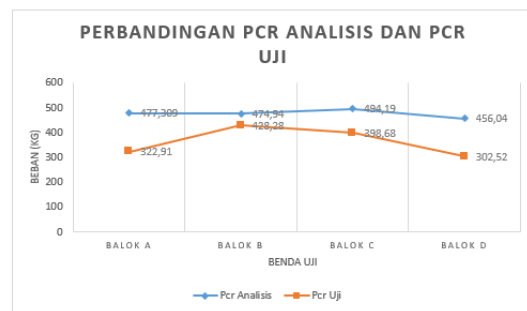
Nomor Benda Uji	Prosentase serbuk kerang bambu (%)	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Volume Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	f'c (Mpa)	f'c Rata-rata (Mpa)
A1	0	2345.7	2296.0	21.663	23.0
A2	0	2280.8		22.626	
A3	0	2261.4		24.741	
B1	3	2245.3	2358.1	21.791	22.9
B2	3	2463.4		22.112	
B3	3	2365.5		24.881	
C1	4	2365.2	2299.5	24.912	23.6
C2	4	2187.6		23.615	
C3	4	2345.6		22.225	
D1	5	2432.1	2378.3	21.825	22.3
D2	5	2243.2		21.654	
D3	5	2459.6		23.452	

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium Beton dan Baja Universitas Madura

Dari hasil Tabel 3 maka kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 23.0 Mpa sedangkan kuat tekan yang direncanakan adalah 25 Mpa. Sedangkan untuk hasil kapasitas lentur pada saat retak awal terdapat pada Tabel 4 dan Gambar 2 berikut.

Tabel 4. Kapasitas Lentur Pada Saat Retak Awal

Nomor Balok	Serbuk kerang (%)	Mcr Analisis (kg/cm)	Pcr Analisis (kg)	Pcr Rata-rata (kg)	Pcr Uji (kg)	Pcr Uji Rata-rata (kg)
A1	0	1515.495	433.856	477.309	387.492	322.91
A2		1551.786	463.994		254.929	
A3		1633.479	534.077		326.309	
B1	3	1519.548	437.587	474.94	387.492	428.28
B2		1535.743	448.765		458.872	
B3		1637.639	538.467		438.478	
C1	4	1614.896	531.65	494.19	356.901	398.68
C2		1582.146	493.75		458.872	
C3		1556.577	457.18		377.295	
D1	5	1520.622	438.579	456.04	356.901	302.52
D2		1521.289	435.334		275.323	
D3		1594.605	494.203		275.323	

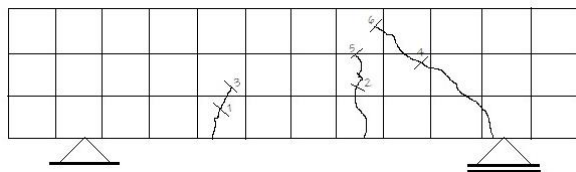


Gambar 2. Perbandingan grafik Pcr Analisa dan Pcr Uji

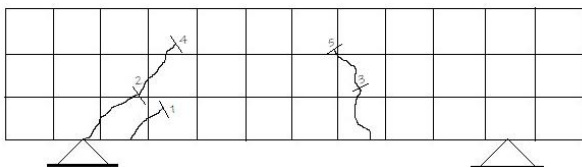
Pada Tabel 4 dan Gambar 2 didapat beban retak awal pada balok A dari hasil analisis menghasilkan beban yang lebih tinggi daripada dengan Pcr Uji yaitu sebesar 477.309 kg. Sedangkan untuk balok B kondisi retak awal terjadi pada beban 474.94 kg, hasil ini kurang lebih sesuai dengan hasil penelitian yaitu sebesar 428.28 kg. Begitu pula dengan balok C yang hasilnya kurang lebih sama dengan hasil penelitian yaitu sebesar 398.68 kg. Pada balok D hasil analisa lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yaitu sebesar 456.04 kg. Secara garis besar, beban retak awal dari hasil analisa dan hasil

penelitian relative sesuai, hanya saja pada balok D mengalami penurunan sebesar 41% dari hasil analisis.

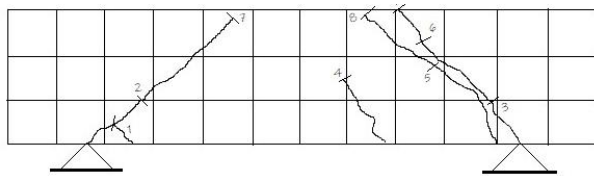
Perbandingan antara beban maksimum saat runtuh (Pn) dengan beban maksimum dari hasil pengujian (Pu uji) yang di bangkitkan oleh pompa hidraulik dapat di lihat pada tabel berikut yang juga memperlihatkan perbandingan momen ultimate hasil pengujian dan analisis perhitungannya. Dari nilai Pu uji pada saat runtuh tersebut didapat besarnya momen maksimum dari balok beton bertulang, yang kemudian hasil momen maksimum tersebut dibandingkan terhadap momen nominal dari balok dan dari hasil perbandingan momen tersebut bisa ditentukan jenis keruntuhan yang terjadi, selain dari hasil pengamatan pola retaknya. Seperti yang terlihat pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 berikut:



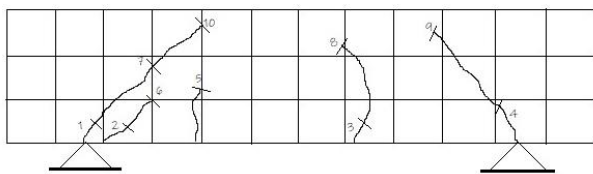
Gambar 3. Pola Retak Balok A



Gambar 4. Pola Retak Balok B



Gambar 5. Pola Retak Balok C



Gambar 6. Pola Retak Balok D

Berdasarkan Gambar 3 sampai Gambar 6 didapat variasi pola retak sedangkan nilai kapasitas lentur pada saat runtuh terdapat pada Tabel 5, perbandingan momen saat runtuh terdapat pada Tabel 6, dan jenis pola retak pada Tabel 7.

Tabel 5. Kapasitas Lentur Pada Saat Runtuh

Nomor Balok	Serbuk Kerang (%)	Pu Analisis (kg)	Pu Analisis rata-rata (kg)	Pu Uji (kg)	Pu uji rata-rata (kg)
A1	0	14675.6869	15663.2	9177.44	9619.32
A2		15381.6863		9687.3	
A3		16932.246		9993.22	
B1	3	14769.527	15603.1	9993.22	9891.25
B2		15004.86		9993.22	
B3		17034.883		9687.3	
C1	4	17057.61	16084.02	9075.47	8463.64
C2		16106.747		8361.67	
C3		15087.703		7953.78	
D1	5	14794.453	15150.26	9993.22	9585.33
D2		14669.089		9993.22	
D3		15987.248		8769.56	

Tabel 6. Perbandingan Momen Ultimate, Momen Nominal saat runtuh

Nomor Balok	Serbuk Kerang (%)	Beban runtuh (kg)	Reaksi tumpuan	Mu (kg.m)	Mn Teoritis (kg.m)	Mu/Mn	Jenis Keruntuhan
A1	0	9177.44	4588.72	259.107	512.634	0.51	Geser Tekan
A2		9687.3	4843.65	277.541	514.426	0.54	Geser Tekan
A3		9993.22	4996.61	312.299	517.874	0.60	Geser Tekan
B1	3	9993.22	4996.61	330.305	512.881	0.64	Geser tekan
B2		9993.22	4996.61	321.791	513.489	0.63	Geser tekan
B3		9687.3	4843.65	286.466	518.082	0.55	Geser tekan
C1	4	8871.53	4435.77	219.504	518.13	0.42	Geser Tekan
C2		8667.59	4333.79	325.896	516.12	0.63	Geser tekan
C3		9075.47	4537.74	306.96	513.70	0.59	Geser Tekan
D1	5	8871.53	4435.77	298.356	512.945	0.58	Geser Tekan
D2		8871.53	4435.77	347.089	512.612	0.68	Geser Tekan
D3		8769.56	4384.78	272.677	515.847	0.53	Geser Tekan

Tabel 7. Jenis Keruntuhan Berdasarkan Pola Retak

Nomor Balok	Prosentase Serbuk Kerang Bambu (%)	Jenis Keruntuhan
A1	0	Geser Tekan
A2		Geser Tekan
A3		Geser Tekan
B1	3	Geser tekan
B2		Geser tekan
B3		Geser Tekan
C1	4	Geser Tekan
C2		Geser tekan
C3		Geser Tekan
D1	5	Geser Tekan
D2		Geser Tekan
D3		Geser Tekan

Pada Tabel 5 sampai Tabel 7 didapat nilai pada balok A, B, C dan D terjadi keruntuhan geser tekan, dimana pola keretakannya terus merambat ke daerah tekan balok secara diagonal. Pada balok A dengan beban 90 kN, pola retak yang terjadi di daerah tumpuan sendi rol, dimana pola retaknya menunjukkan pola retak miring yang merambat secara diagonal ke arah daerah tekan balok. Retak dan pola kehancuran yang terjadi pada balok ini diperlihatkan pada lampiran gambar pola retak balok beton uji di Balok A1.

### Pengujian Hipotesis

Penyelesaian pada pengujian hipotesis ini menggunakan program Microsoft excel dengan hasil

terdapat pada Tabel 7 sampai Tabel 9 serta pada Gambar 7 dengan hipotesis sebagai berikut .

$H_0$  :  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  (tidak ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang).

$H_1$  :  $t_{hitung} > t_{tabel}$  (ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan oleh balok beton bertulang).

Menentukan significance level

$\alpha$  : 10%

Tabel 7. Hasil dari Pcr Analisa dan Pcr Uji

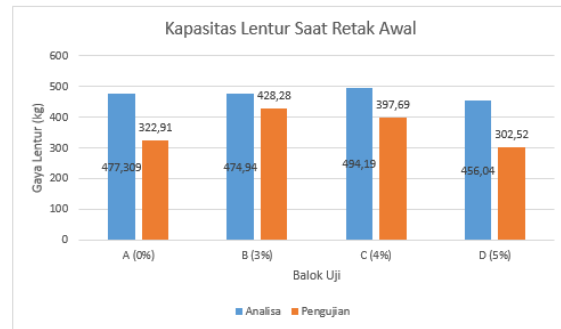
Nomor Balok	Pcr Analisa	Pcr Uji
A1	433.856	387.492
A2	463.994	254.929
A3	534.077	326.309
B1	437.587	387.492
B2	448.765	458.872
B3	538.467	438.478
C1	531.65	356.901
C2	493.75	458.872
C3	457.18	377.295
D1	438.579	356.901
D2	435.334	275.323
D3	494.203	275.323

Tabel 8. Hasil Output Menguji Nilai T-1 test

Hasil Output	Pcr Analisa	Pcr Uji
average	475.6201667	362.8489167
Satdev	41.07916825	70.03770236
standart error	11.85853443	20.21814316
mean hypotesis	400	400
Selisih	75.62016667	-37.15108333
menghitung nilai T-hitung	6.376856023	-1.837512132
nilai DF (degree of freedom)	11	11
menghitung p value uji student test 1 pihak (1 tailed)	2.62294E-05	0.046636755
menentukan t tabel uji 1 pihak pada DF N-1 dan probabilitas atau alpha	3.105806516	3.105806516
menentukan hipotesis diterima atau tidak	sig	no sig
menghitung P value uji student test 2 pihak (2 tailed)	5.24588E-05	0.09327351

Tabel 9. Hasil Ouput Menguji nilai T-2 test

Hasil Output	Pcr Analisa	Pcr Uji
menentukan t tabel uji 2 pihak pada DF N-1 dan probabilitas	2.71807918	2.71807918
menentukan batas bawah daerah penerimaan	475.589109	362.817859
menentukan batas atas daerah penerimaan	512.45048	425.642557
keputusan hipotesis uji 2 pihak	sig	No sig



Gambar 7. Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang

Retak awal yang muncul setelah pembebanan dilakukan merupakan retak halus vertikal yang berupa retak lentur ditengah bentang dan daerah bawah beban. Dari Tabel 7 dan Gambar 2. Didapat Pcr analisa < Pcr uji itu menandakan retak geser lentur yang terjadi dari perambatan diagonal retak lentur.

Pada balok A dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 0% menghasilkan Pcr uji sebesar 22%. Pada balok B untuk Pcr uji mengalami kenaikan sebesar 30% dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 3%. Pcr uji yang dihasilkan dari balok C sebesar 27% dengan pencampuran 4%, dan pada balok D mengalami penurunan sebesar 6% dengan pencampuran 5% serbuk kerang bambu. Besarnya Pcr uji dari tiap-tiap tipe balok tersebut menunjukkan kemampuan menahan beban dari balok tersebut berbeda pula.

Dari hasil Output menggunakan Ms. Excel baik dari nilai T-1 Test dan T-2 test pada Tabel 8. dan Tabel 9. Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian nilai Pcr uji balok beton bertulang maka hasil yang didapat adalah  $t_{hitung} > t_{tabel}$  hal ini menunjukkan menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  yang artinya, ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada balok A dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 0% menghasilkan Pcr uji sebesar 22%. Pada balok B untuk Pcr uji mengalami kenaikan sebesar 30% dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 3%. Pcr uji yang dihasilkan dari balok C sebesar 27% dengan pencampuran 4%, dan pada balok D mengalami penurunan sebesar 6% dengan pencampuran 5% serbuk kerang bambu.
2. Pada balok A, B, C dan D terjadi keruntuhan geser tekan. Dimana pola keretakannya terus merambat ke daerah tekan balok secara diagonal. Pada balok A dengan beban 90 kN, pola retak yang terjadi di daerah tumpuan sendi rol, dimana pola retaknya menunjukkan pola retak miring yang merambat secara diagonal kearah daerah tekan balok. Dimana retakan tersebut terjadi setelah retak lentur geser terjadi, retak merambat lebih jauh ke dalam daerah tekan dengan naiknya beban. Retak ini juga merambat sebagai suatu retak sekunder menuju

tulangan tarik dan kemudian menerus secara horizontal sepanjang penulangan tersebut.

3. Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian nilai Pcr uji balok beton bertulang maka hasil yang didapat adalah  $t_{hitung} > t_{tabel}$  hal ini menunjukkan menerima  $H_1$  dan menolak  $H_0$  yang artinya, ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

#### SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola retak pada balok beton bertulang dengan menambah variasi benda uji dengan jenis material serta penambahan zat *additive* yang berbeda.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik, sampel yang digunakan perlu lebih banyak lagi agar didapatkan data yang lebih bervariasi.
3. Penelitian ini juga dapat dikembangkan pada balok tinggi yaitu balok beton yang cenderung menahan pembebanan geser yang lebih dominan dibandingkan dengan beban lentur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 150: *Standard Specification for Portland Cement*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural (SNI 02-2461-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Dini, Restian. 2008. *Analisis Pengaruh Dimensi Balok dan Kolom Portal Terhadap Lebar Retak Pada Bangunan*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia, (PBI, 1971)*.
- Dipohusodo, I., 1994. *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Pustaka Utama. Jakarta.
- Irwanto. J. Taurina, 2006. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulang Tanpa Tulangan Geser Beragregat Pumice (Batu Apung)*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- SK SNI T-15-1991-03. Departemen Pekerjaan Umum R.I. Jakarta, 1991.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan*.



Halaman ini sengaja dikosongkan

# PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KULIT KERANG BAMBU SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP NILAI KUAT GESER DAN LEBAR RETAK BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN ZAT KIMIA TIPE F (SUPERPLASTICIZER)

Taurina Jemmy Irwanto<sup>1</sup> dan Novarina Dwi Santi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

E-mail: [jirone@gmail.com](mailto:jirone@gmail.com), [nopha2novita@yahoo.com](mailto:nopha2novita@yahoo.com)

**ABSTRAK:** Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang bambu sebagai pengganti sebagian semen pada balok beton bertulang dengan dan tanpa penambahan zat kimia tipe F (*superplasticizer*). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai kapasitas geser balok beton bertulang dengan penambahan serbuk kerang bambu, dan mengetahui lebar retak balok beton bertulang dengan penambahan serbuk kulit kerang bambu pada saat retak miring terjadi menambahkan zat additive pada campurannya, yang menggunakan sebanyak 4 sample dengan masing-masing variasi campuran 0%, 3%, 4%, dan 5%. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan metode pengujian T-test one sample, untuk menentukan nilai perbedaan dari hasil uji  $V_u$  secara analisis dan  $V_c$  secara teoritis yang membandingkan satu variabel bebas, yaitu pada hasil uji laboratorium. Hasil perhitungan yaitu 0.046 mm dan 0.039 mm. Berdasarkan hasil perhitungan analisa nilai  $V_u$  balok beton bertulang maka hasil yang di dapat adalah  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  hal ini menunjukkan menerima  $H_0$  dan menolak  $H_1$  yang artinya, adanya peningkatan kapasitas geser beton bertulang dengan menambahkan serbuk kerang bambu.

**Kata kunci:** Kulit kerang bambu, superplasticizier, kuat geser.

## 1. PENDAHULUAN

Secara umum bahwa pertumbuhan dan perkembangan industri di Indonesia sangat pesat, hampir sebagian besar material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*) yang dipadukan dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya. Konstruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung-gedung, jalan (*rigid pavement*), bendung, saluran air dan lainnya yang secara umum di bagi menjadi dua yakni untuk konstruksi bawah (*under structure*) maupun struktur atas (*upper structure*). (Mulyono, T 2004). Umumnya beton merupakan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Bahan-bahan yang biasanya ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung, berfungsi untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok dalam pekerjaan tertentu dan lebih ekonomis.

Seiring dengan perkembangan pembangunan yang sangat pesat diiringi dengan jumlah populasi manusia yang semakin banyak membuat kebutuhan akan material beton semakin menipis. Bahan-bahan limbah disekitar lingkungan dapat di manfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Sebagian besar Indonesia adalah daerah perairan laut oleh karena itu perlu mencari inovasi baru untuk campuran beton dengan menggunakan hasil laut yang sudah tidak dimanfaatkan lagi berupa limbah. Hal tersebut memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan lagi, seperti cangkang kerang. Banyaknya sisa cangkang kerang di sekitar perkampungan nelayan yang tidak dimanfaatkan karena dianggap tidak dapat didaur ulang hanya cangkang kerang bagus yang diambil untuk di buat hiasan. Sisanya yang tidak bagus dan berbau di buang di sekitar bibir pantai. Hal inilah yang mendorong penyelamatan ekosistem alam dengan memanfaatkan limbah sisa cangkang kerang untuk pembuatan beton. Dengan

optimalisasi pemanfaatan limbah cangkang kerang ini diharapkan akan mengurangi limbah yang mencemari ekosistem alam

Kebanyakan masyarakat khususnya masyarakat Jawa Timur dan Madura, kerang bambu yang memiliki nama keren *razor clams* ini dikenal dengan “lorjuk”. Ia merupakan termasuk jenis kerang yang banyak terdapat di perairan atau pantai pesisir Pulau Madura. Kerang bambu ini berbetuk kecil panjang yang biasa hidup di pesisir pantai yang berlumpur. Kerang bambu ini memiliki cangkang berwarna kecoklatan. Bagian cangkang yang agak putih dilengkapi garis-garis coklat kehijauan

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dibutuhkan 12 buah benda uji pada usia beton 28 hari, yang semua benda uji perlakuannya dengan balok beton bertulang berukuran 150x150x60 mm, yang menggunakan campuran semen, pasir, dan kerikil serta menggunakan serbuk cangkang kerang bambu dengan variasi 0%, 3%, 4% dan 5% dengan jumlah benda uji sebanyak 3 buah pada setiap variasinya seperti yang dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

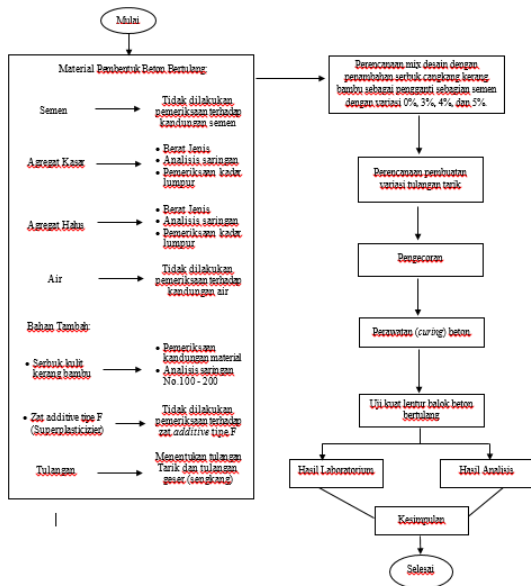
Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Variasi Penambahan serbuk cangkang kerang bambu	Jumlah benda uji	Penamaan benda uji	Umur Pengujian (hari)
0%	3	A1	28 hari
		A2	
		A3	
3%	3	B1	
		B2	
		B3	
4%	3	C1	
		C2	
		C3	
5%	3	D1	
		D2	
		D3	
Jumlah Keseluruhan		12	

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Untuk 1 M<sup>3</sup>

Campuran Beton	Kebutuhan Bahan	Air (Liter)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Serbuk Kerang Bambu (Kg)	Superplasticizer
f' <sub>c</sub> 25 Mpa	1 m <sup>3</sup>	205	431.58	667.45	1043.97		
	1 sampel	3.04	6.4	9.9	15.50		
	1 zak semen	18.24	40.00	59.4	93		
Campuran serbuk Kerang bambu	3%					0.25	
	4%					0.33	
	5%					0.41	
Superplasticizer	1% dari berat semen						4.3

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 maka dapat diketahui jumlah benda uji dan campurannya. Untuk rancangan penelitian terdapat pada Gambar 1 bagan alir sebagai berikut:



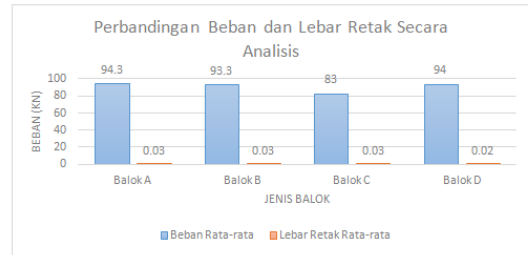
Gambar 1. Diagram Alir penelitian

### 3. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

Dari hasil pengujian Lebar Retak balok campuran kerang bambu didapat nilai seperti pada Tabel 3 berikut  
Tabel 3. Lebar Retak balok campuran kerang bambu

Nomor Balok	Persentase campuran kerang bambu (%)	Beban Rata-rata (kN)	Lebar Retak Rata-rata (mm)
A	0	94.3	0.03
B	3	93.3	0.03
C	4	83	0.03
D	5	94	0.02

Berdasar pada Tabel 3 maka didapat Beban rata-rata tertinggi terjadi pada balok A yang menghasilkan beban rata-rata sebesar 94.3 kN itu di sebabkan karena semakin bertambahnya persentase kerang bambu maka semakin berkurang mutu betonnya itu artinya beton tersebut akan mengalami regangan yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan. Sedangkan untuk Grafik Lebar retak balok beton bertulang dengan campuran serbuk cangkang kerang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Lebar retak balok beton bertulang dengan campuran serbuk cangkang kerang

Berdasarkan Gambar 2 didapat Pada balok A dengan campuran serbuk cangkang kerang bambu 0% menghasilkan beban rata-rata terbesar yaitu 94.3 kN dengan lebar retak 0.03 mm. Dan beban rata-rata yang paling kecil terjadi pada balok C dengan campuran 4% menghasilkan beban rata-rata sebesar 83 kN dengan lebar retak 0.03 mm. sedangkan untuk perbandingan lebar retak antara rumus SNI 03-2847-2002 dan S.H. Chowdhury dan Y.C. Loo serta secara analisis terdapat pada Tabel 4 berikut.

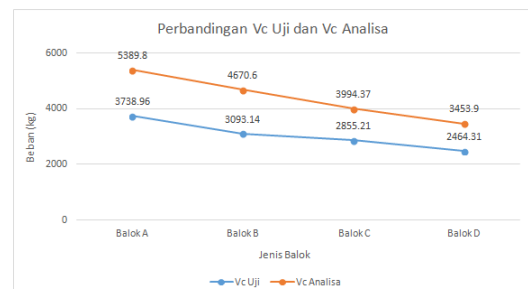
Tabel 4. Perbandingan lebar retak antara rumus SNI 03-2847-2002 dan S.H. Chowdhury dan Y.C. Loo serta secara analisis.

Kode Sampel	SNI 2002 (mm)	Chowdhury dan Y.C. Loo (mm)	Analisa Lab (mm)
A	0.046	0.039	0.03
B	0.046	0.039	0.03
C	0.046	0.039	0.03
D	0.046	0.039	0.02

Dari Tabel 4 diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran lebar retak berdasarkan SNI 03-2847-2002 menghasilkan lebar retak yang lebih besar dibandingkan dengan rumus S.H. Chowdhury dan Y.C. Loo serta analisis lab yaitu sebesar 0.046 mm. Untuk hasil perhitungan beban rata-rata, Vc Uji dan Vc Analisa terdapat pada Tabel 5 dan Gambar 3 berikut.

Tabel 5. Hasil perhitungan beban rata-rata, Vc Uji dan Vc Analisa

Nomor Balok	Prosentase serbuk kerang bambu (%)	Beban Rata-rata (kg)	Vc uji rata-rata (kg)	Vc Analisa Rata-rata (kg)
A	0	7477.92	3738.96	5389.80
B	3	6186.28	3093.14	4670.60
C	4	5710.41	2855.21	3994.37
D	5	4928.63	2464.31	3453.90



Gambar 3. Perbandingan Vc uji dan Vc analisa

Dari Tabel 5 dan Gambar 3 grafik diatas menunjukkan bahwa Vc analisa menghasilkan beban lebih besar daripada Vc uji. Retak miring pertama pada balok A menghasilkan nilai lebar retak sebesar 0.02 mm dengan beban sebesar 8667.59 kg. Pada balok B nilai

lebar retak sebesar 0.01 mm, dengan beban sebesar 6628.15 kg. Pada balok C nilai lebar retak sebesar 0.01 mm, dengan beban sebesar 5608.44 kg. Dan pada balok D nilai lebar retak sebesar 0.01 mm, dengan beban sebesar 4996.61 kg.

**Pengujian Hipotesis**

Penyelesaian pada pengujian hipotesis ini menggunakan program Microsoft excel dengan hasil pada Tabel 6 sampai dengan Tabel 8 dan Gambar 4.

$H_0$  :  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  (adanya peningkatan kapasitas geser beton bertulang dengan menambahkan serbuk kerang bambu).

$H_1$  :  $t_{hitung} > t_{tabel}$  (tidak adanya peningkatan kapasitas geser beton bertulang dengan menambahkan serbuk kerang bambu).

Menentukan significance level

$\alpha$  : 10%

Tabel 6. Hasil Vu dan Vc Teoritis

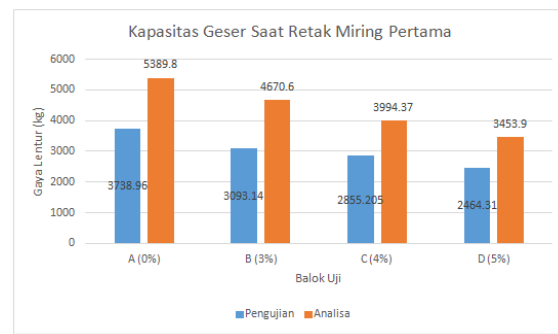
Nomor Balok	Vu	Vc Teoritis
A1	3314.075	5020.1
A2	3569.005	5121.8
A3	4333.795	6027.5
B1	1937.46	3596.5
B2	4027.88	5658.2
B3	3314.075	4757.1
C1	2447.32	3254.9
C2	3314.075	4431.1
C3	2804.22	4297.1
D1	3518.02	4594.9
D2	1376.615	1803.9
D3	2498.305	3962.9

Tabel 7. Hasil Output menguji nilai T-1 Test

Hasil Output	Vu	Vc
average	3037.90375	4377.166667
satdev	856.3240554	1136.014017
standart error	247.1994619	327.9389994
mean hypotesis	3000	3000
selisih	37.90375	1377.166667
menghitung nilai T-hitung	0.153332656	4.199459867
nilai DF (degree of freedom)	11	11
menghitung p value uji student test 1 pihak (1 tailed)	0.440456312	0.000743469
menentukan t tabel uji 1 pihak pada DF N-1 dan probabilitas atau alpha	3.105806516	3.105806516
menentukan hipotesis diterima atau tidak	no sig	sig
menghitung P value uji student test 2 pihak (2 tailed)	0.880912624	0.001486938

Tabel 8. Hasil Ouput Menguji nilai T-2 test

Hasil Output	Vu	Vc
menentukan t tabel uji 2 pihak pada DF N-1 dan probabilitas	2.71807918	2.71807918
menentukan batas bawah daerah penerimaan	3037.87269	4377.13561
menentukan batas atas daerah penerimaan	3805.65745	5395.68175
keputusan hipotesis uji 2 pihak	No sig	sig



Gambar 4. Perbandingan Kapasitas Geser Pengujian (Vu) dan (Vc) Teoritis

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa dengan penambahan serbuk kerang bambu sampai sebesar 5% didapat nilai kapasitas geser yang mengalami penurunan. Penurunan kapasitas geser pengujian (Vu) yang terjadi paling besar pada Balok A dengan pencampuran 0% serbuk kerang bambu mengalami penurunan sebesar 31%. Penurunan kapasitas geser yang terjadi pada balok B dengan pencampuran 3% mengalami penurunan Vu sebesar 24% terjadi pada balok C dengan variasi campuran 4%. Dan pada balok D dengan pencampuran serbuk kerang sebesar 5% mengalami penurunan Vu sebesar 20%.

Dari Tabel 6 didapat nilai kapasitas geser yang terjadi akibat beban luar (Vu) rata-rata tidak melebihi kapasitas geser nominal ( $V_{c2}$ ), untuk semua balok. Hal ini menandakan bahwa balok tersebut masih mampu menahan geser pada saat retak miring pertama kali terjadi yang artinya pada saat retak miring terjadi, pemberian beban terus dilakukan pada semua balok dan balok tersebut masih mampu menahan beban yang diberikan, itu artinya balok tidak sepenuhnya runtuh setelah retak miring awal terjadi.

Dari hasil Output menggunakan Ms. Excel baik dari nilai T-1 Test dan T-2 test pada Tabel 7 dan Tabel 8 berdasarkan hasil perhitungan analisa nilai Vu balok beton bertulang maka hasil yang didapat adalah  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  hal ini menunjukkan menerima  $H_0$  dan menolak  $H_1$  yang artinya, adanya peningkatan kapasitas geser beton bertulang dengan menambahkan serbuk kerang bambu.

**KESIMPULAN**

1. Pada uji kuat lentur balok beton bertulang dengan menambahkan limbah kulit kerang bambu pada beberapa variasi campuran di dapat nilai kuat geser (Vu uji) pada campuran 0% sebesar 3738.96 kg tetapi pada Vc Analisa juga mempunyai nilai yang lebih besar, sebesar 5389.80 kg. semakin bertambahnya persentase serbuk kerang bambu, nilai Vc uji mengalami penyusutan seperti pada persentase kerang bambu 3% (Vc uji sebesar 3093.14 kg), persentase kerang bambu 4% (Vc uji sebesar 2855.21 kg), dan Persentase kerang bambu 5% (Vc uji sebesar 2464.31 kg), begitu juga dengan Vc analisa yang mengalami penurunan dengan menambahkan serbuk kerang bambu.
2. Penambahan serbuk kerang bambu memberikan pengaruh terhadap nilai kuat geser saat retak miring

awal yang terjadi pada balok A dengan nilai  $V_c$  uji sebesar 3738.96 kg dengan lebar retak 0.02 mm, pada balok B dengan nilai  $V_c$  uji sebesar 3093.14 kg dengan lebar retak 0.01 mm, pada balok C nilai  $V_c$  uji sebesar 2855.21 kg dengan lebar retak sebesar 0.01 mm, dan pada balok D dengan nilai  $V_c$  uji sebesar 2464.31 kg dengan lebar retak sebesar 0.01mm.

3. Pada hasil perhitungan dengan menggunakan rumus SNI 03-2847-2002 dan S.H.Chowdhury dan Y.C. Loo menghasilkan lebar retak yang lebih besar dari hasil perhitungan S.H. Chowdhury dan Y.C. Loo yaitu 0.046 mm dan 0.039 mm.
4. Berdasarkan hasil perhitungan analisa nilai  $V_u$  balok beton bertulang maka hasil yang di dapat adalah  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  hal ini menunjukkan menerima  $H_0$  dan menolak  $H_1$  yang artinya, adanya peningkatan kapasitas geser beton bertulang dengan menambahkan serbuk kerang bambu

#### SARAN

1. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik, sampel yang digunakan perlu lebih banyak lagi agar didapatkan data yang lebih bervariasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola retak pada balok beton bertulang dengan menambah variasi benda uji dengan jenis material serta penambahan zat *additive* yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *ASTM C 150: Standard Specification for Portland Cement*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural (SNI 02-2461-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Chowdhury, Loo, *A New Formula for Prediction of Crack Widths in Reinforced and Partially Prestressed Concrete Beams*. Griffith University, Australia, 2001.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia, (PBI, 1971)*.
- Eurocode 2, *Design of Concrete Structures – Part 1: General Rules and Rules for Buildings 1992-1, European Committee for Standardization, 2004, Belgium*.
- Irwanto. J. Taurina, 2006. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulang Tanpa Tulangan Geser Beragregat Pumice (Batu Apung)*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Setyowati, E.W., Soehardjono, A., Wardhana, I.G.N. & Irawan, Y.S. 2015, *The Micro Crack Growth Behavior on The Post Fire Reinforced Concrete Beam*, International Jurnal of Engineering and Technology. 7 (5): 1856-1861.
- SK SNI T-15-1991-03*. Departemen Pekerjaan Umum R.I. Jakarta, 1991.
- SNI 03-2847-2002*. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan.

# PENGARUH PENGGUNAAN ASPAL BUTON B5/20 DENGAN AGREGAT LOKAL MADURA PADA CAMPURAN ASPAL PANAS AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Ahmad Fatoni<sup>1</sup> dan Nurul Afandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

E-mail: [Nufanafandi96@gmail.com](mailto:Nufanafandi96@gmail.com)

**ABSTRAK:** Perkerasan lentur umumnya menggunakan aspal minyak sebagai perekatnya dan beberapa bahan tambah untuk meningkatkan kinerja campurannya. Asbuton dapat dijadikan suatu bahan tambah yang dapat mengurangi kebutuhan aspal minyak dalam suatu campuran dan sekaligus dapat meningkatkan performa campuran sehingga tidak dibutuhkan lagi penambahan zat additif dan sebagainya. Asbuton ini merupakan jenis aspal alam yang jumlahnya melimpah terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara, Indonesia. Produk Asbuton yang saat ini tengah banyak dikembangkan adalah Asbuton jenis BGA (Buton Granular Asphalt). Material ini memiliki kadar bitumen 20-25% dari beratnya dan telah digunakan di beberapa lokasi namun belum maksimal penggunaannya. Penelitian ini untuk mengetahui nilai karakteristik marshall yang di lihat dari nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB, serat marshall quotient (MQ), kadar Asbuton yang di gunakan adalah 0%, 2%, 2,5%, 3% dengan penggunaa agregat Rek Kerrek. Dari Hasil Pengujian didapatkan campuran yang memenuhi persyaratan yaitu kadar Asbuton B5/20 3% penggunaan Aspal 5,2% dengan nilai density sebesar 2,2012 dan nilai stabilitas sebesar 1540,00. Dari hasil uji marshall juga dapat di simpulkan bahwa penggunaan Asbuton B5/20 dengan agregat Lokal Madura berpengaruh terhadap nilai karakteristik marshall dan mencapai campuran optimum pada campuran dengan Asbuton B5/20 3% penggunaan Aspal 5,2%.

**Kata kunci:** *Asbuton B5/20, Agregat, Karakteristik Marshall, Density*

## 1. PENDAHULUAN

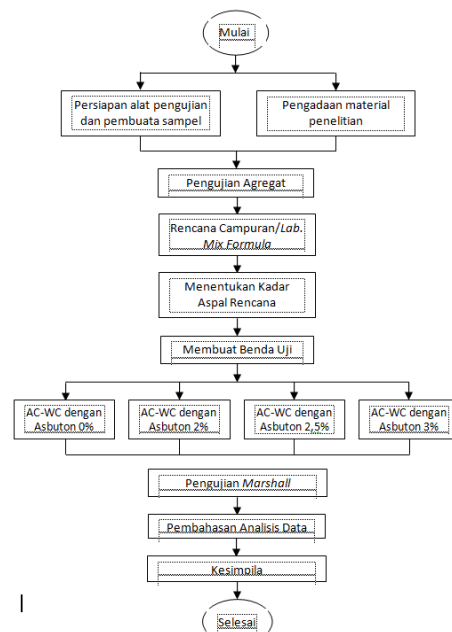
Penggunaan aspal panas (*asphalt hot mix*) pada dunia konstruksi semakin meningkat karena setiap tahunnya pekerjaan peningkatan ataupun pembangunan jalan baru semakin meningkat. Salah satu jenis aspal panas yang sering digunakan yaitu AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*), AC-WC merupakan lapis aspal beton yang berfungsi sebagai lapisan aus pada sebuah konstruksi perkerasan jalan. Di madura pada umumnya produksi aspal panas menggunakan material aspal produksi PT.Pertamina dan agregat beraspal dari luar madura sehingga mengakibatkan biaya produksi yang besar dan berpengaruh terhadap kapasitas beban pekerja jalan yang ada di dalam jaringan nasional dan propinsi di pulau Madura. Oleh karena itu perlu adanya efisiensi dan inovasi penyusun material campuran aspal panas mengingat dari segi kuantitas material lokal yang ada di Madura jumlahnya yang cukup banyak serta penggunaan material yang bersifat alami. Salah satu sumber kekayaan alam Indonesia yang cukup potensial adalah aspal alam yang terletak di pulau buton Sulawesi Tenggara di sebut asbuton. Aspal alam yang tersedia di pulau buton mempunyai cadangan yang sangat besar yang merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Menurut Bidang wilayah pertambangan dan energi provinsi Sulawesi tenggara serta data satelit memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton (Setiawan A, 2011), sehingga dengan kebutuhan material yang banyak tidak menjadi ketergantungan pada perusahaan tertentu.

Inovasi yang bisa dilakukan yaitu menggunakan aspal buton yang merupakan aspal alam dan batu pecah lokal Madura sebagai agregat pada campuran aspal panas. Dengan jumlah yang sangat memadai batu pecah lokal madura pada saat ini hanya digunakan pada pekerjaan jalan lapis penetrasi (lapen), padahal berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan ,A.(2017) yang

menjadikan batu lokal madura sebagai agregat pada campuran aspal panas AC-WC dengan penggunaan filler batu kapur memberikan peningkatan pada uji marshall. Sehingga perlu adanya pengembangan dalam pemanfaatan batu lokal Madura sebagai material dalam pembuatan aspal panas (*hot mix*) dengan variasi yang berbeda.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian terdapat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

### 1) Jenis dan Lokasi Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Adapun laboratorium yang digunakan ialah laboratorium Dua Putri Kedaton dan Laboratorium Teknik Sipil

Universitas MADura, untuk melaksanakan pengujian propertis aspal dan pembuatan benda uji Marshall, pengujian Marshall, pengujian propertis BGA Tipe B5/20, dan pengujian propertis agregat dilaksanakan di laboratorium milik PT. Rapi Arjasa.

**2) Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan didapat dari hasil uji eksperimen dengan kondisi laboratorium yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu Tahap Pemeriksaan Material yang terdiri dari Pemeriksaan bahan unsur penyusun campuran aspal beton (Agregat, Aspal, Filler, Anti-Stripping Agent) dan pemeriksaan material Buton Granular Asphalt kemudian dilanjutkan Tahap Perancangan Benda uji, Tahap Persiapan dan pembuatan benda uji Marshall, dan Tahap Uji Marshall Sebelum KAO dan Sesudah KAO.

**3) Pengolahan Data**

Data-data yang diperoleh dari hasil uji eksperimen dengan kondisi laboratorium diinput serta diproses kedalam program Microsoft Excel dan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik disajikan dengan menampilkan perbandingan hasil uji per parameter Marshall untuk dapat menunjukkan perbedaan pengaruhnya.

**3. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA**

**1) Hasil pengujian material**

**• Pengujian keausan**

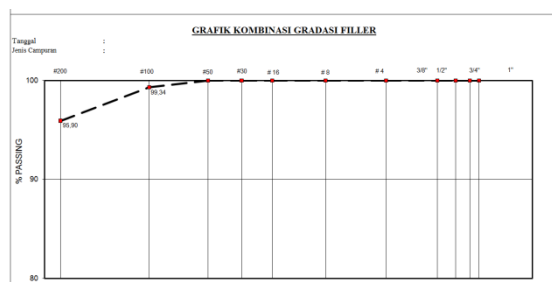
Pengujian keausan/abrasi di lakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Madura dengan hasil keausan 27,34%. Maka memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu maksimal 30%.

**• Pengujian filler**

Penggunaan filler semen Gersik atau bahan pengisi dilakukan pengujian sesuai persyaratan yang terdapat pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu pengujian Gradasi.

**- Pengujian Analisa Saringan**

Pada pengujian analisa saringan di ambil berat contoh masing-masing 500 gram dengan dua kali pengujian gradasi dan mendapatkan hasil lolos saringan no. 200 rata-rata 95,90 yang terdapat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka persyaratan analisa saringan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yang mengharuskan lolos saringan No. 200 Minimal 75%.



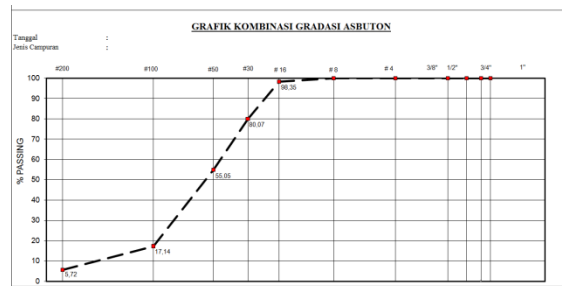
Gambar 2 kurva analisa saringan filler

**• Pengujian asbuton**

Penggunaan Asbuton B5/20 dilakukan pengujian sesuai persyaratan yang terdapat pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu pengujian Gradasi

**- Pengujian Analisa Saringan**

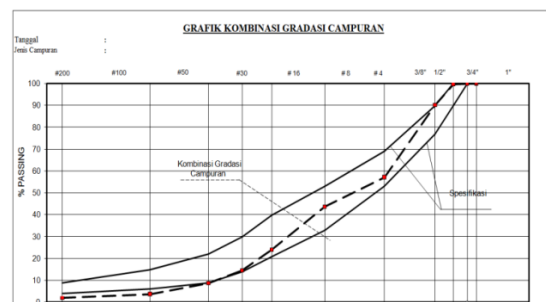
Pada pengujian analisa saringan di ambil berat contoh masing-masing 500 gram dengan dua kali maka di simpulkan bahwa asbuton B5/20 ini memenuhi persyaratan untuk di gunakan pada campuran aspal panas merujuk pada Gambar 3 yaitu asbuton tertahan saringan No. 8 sebesar 100% sedangkan pada pengujian di dapat 100%.



Gambar kurva analisa saringan Asbuton B5/20

**2) Menentukan kadar aspal rencana campuran**

Untuk mengetahui kadar aspal rencana maka menggunakan hasil pengujian analisa saringan yang telah di lakukan pada masing-masih agregat. dan di dapat nilai kadar aspal rencana adalah 5,2 % dengan penggunaan Filler 1 %.



Gambar 3 Kurva Analisa Saringan Campuran

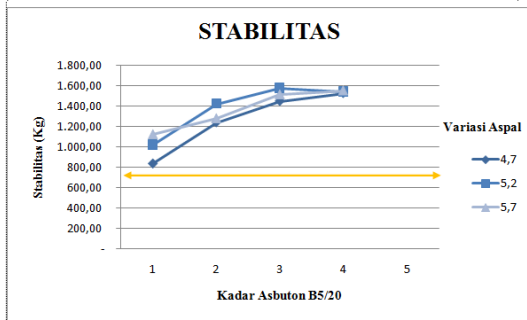
**3) Hasil pengujian benda uji (Sampel)**

Hasil pengujian yang di lakukan melalui beberapa tahap yaitu. Berat jenis bulk dari total aggregate aspal 5,7% dan Asbuton 2,5% adalah 2,475, berat jenis semu 2,570 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis efektif 2,523, berat jenis maksimum campuran 2,336, penyerapan aspal 0,792 %, kepadatan benda uji density 2,278, stabilitas 116, flow 2,80, VIM 2,28%, VMA 13,21%, VFB 82,74%, dan MQ 540,71 kg/mm

Hasil perhitungan campuran aspal dengan alat marshall secara lengkap terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 4 sampai Gambar 9 di bawah ini .

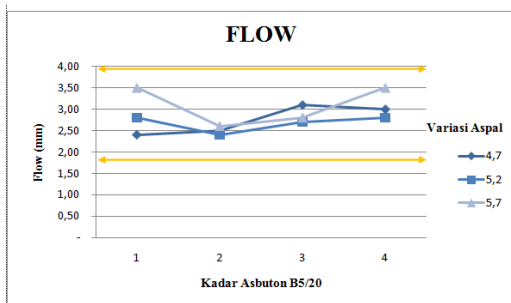
Tabel 1 Hasil Pengujian Marshall

NO	Aspal	Asbuton	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotion (Kg/mm)
1	4,70%	0%	835,00	2,4	9,21	16,96	45,76	347,92
		2,00%	1240,00	2,5	6,83	14,66	53,39	496,00
		2,50%	1449,00	3,1	5,61	13,5	58,47	467,42
		3,00%	1527,00	3,0	6,07	13,88	58,29	509,00
2	5,20%	0%	1018,00	2,8	9,07	17,85	49,18	363,57
		2,00%	1423,00	2,4	3,22	12,39	73,98	592,92
		2,50%	1579,00	2,7	5,46	14,37	62,03	584,81
		3,00%	1540,00	2,8	3,04	12,14	74,93	550,00
3	5,70%	0%	1122,00	3,5	8,39	18,32	53,96	320,57
		2,00%	1279,00	2,6	3,48	13,64	74,50	491,92
		2,50%	1514,00	2,8	1,55	11,86	86,95	540,71
		3,00%	1553,00	3,5	2,27	12,46	81,77	443,71



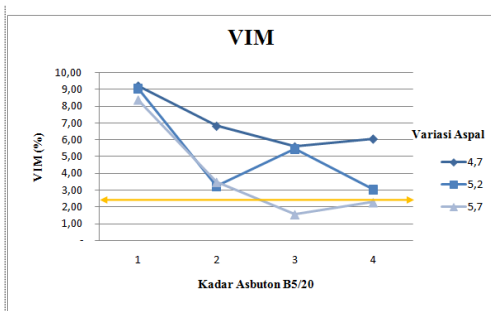
Gambar 4. Kurva Hubungan Stabilitas dengan Kadar Asbuton B5/20

Berdasar Gambar 4 didapat kurva dengan hasil nilai stabilitas pada variasi aspal yang dipakai maka didapat hasil dari ketiga variasi aspal memenuhi batas minimal nilai stabilitas yaitu minimal 800 Kg.



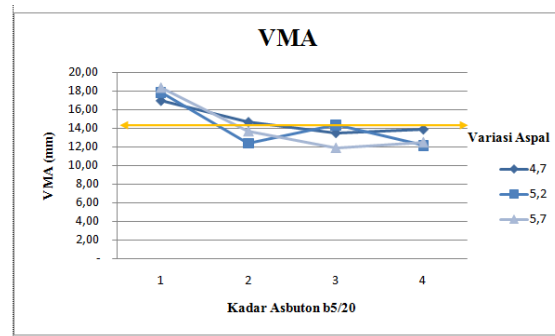
Gambar 5. Kurva Hubungan Flow dengan Kadar Asbuton B5/20

Dari hasil Gambar 5 pada penggunaan variasi aspal 4,7, 5,2 dan 5,7 mendapatkan hasil pada pengujian Flow memenuhi syarat yaitu berada diantar 2 sampai 4 mm.



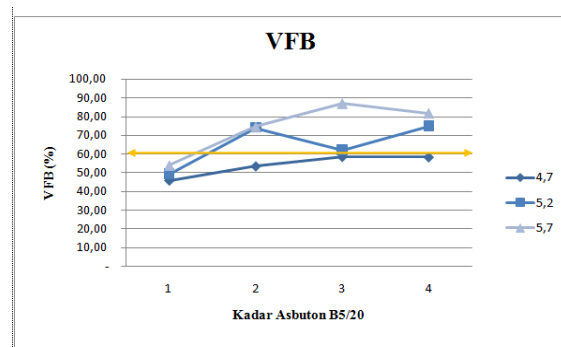
Gambar 6. Kurva Hubungan VIM (Void In Mix) dengan Kadar Asbuton B5/20

Berdasarkan pada Gambar 6 didapat nilai VIM pada penggunaan kadar asbuton 3% tidak memenuhi syarat, sedangkan penggunaan kadar asbuton lainnya memenuhi syarat sesuai Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.



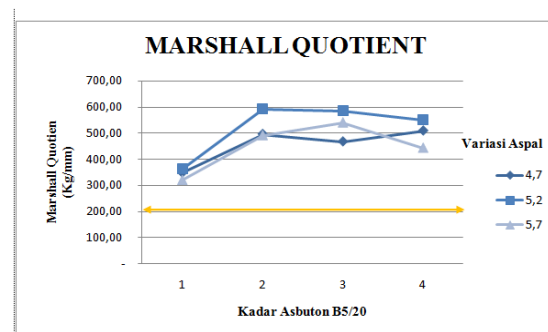
Gambar 7 Kurva Hubungan VMA (Void In Mineral Agregat) dengan Kadar Asbuton B5/20

Pada Gambar 7 didapat nilai VIM yang memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu pada nilai kadar asbuton 1%.



Gambar 8. Kurva Hubungan VFB/ Rongga Udara Terisi Aspal dengan Kadar Asbuton B5/20

Pada Gambar 8 didapat nilai VFB yang memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu pada nilai kadar asbuton 2 % dengan kadar aspal 5,2 dan 5,7, kadar asbuton 3% dengan kadar aspal 5,2% dan 5,7% serta pada penggunaan asbuton sebesar 4% pada kadar aspal 5,2 dan 5,7.



Gambar 9. Kurva Hubungan MQ (Marshall Quotient) dengan Kadar Asbuton B5/20

Berdasar Gambar 9 didapat kurva dengan hasil nilai stabilitas pada variasi aspal yang dipakai maka didapat hasil dari ketiga variasi aspal memenuhi batas minimal nilai Marshall Quotient.



#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan Asbuton B5/20 sebagai bahan tambah dengan menggunakan agregat dari Desa Rek-Kerrek Dapat mempengaruhi pada nilai karakteristik marshall setiap penambahan Asbuton B5/20 pada penggunaan aspal optimum dari masing masing variasi.
2. Yang dapat memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 1 terhadap karakteristik *Marshall* yaitu Aspal 5,2% dengan variasi Asbuton B5/20 2% da 3%, serta Aspal 5,7% dengan Variasi Asbuton B5/20 2%. Namun dari 3 jenis campuran tersebut dapat di simpulkan campuran optimum yaitu penggunaan Aspal 5,2% dengan Variasi Asbuton B5/20 3% Karna yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 1 dengan nilai Stabilitas 1553 Kg.
3. Dari hasil pengujian maka dapat di simpulkan campuran optimum yaitu penggunaan Asbuton B5/20 3% dengan Aspal 5,2% dengan nilai VIM 3,04, VMA 12,14, VFB 74,93, MQ 550,00 dengan nilai density 2,2443.

#### 5. SARAN

Dari hasil penelitian yang sudah di lakukan disarankan:

- 1) Penelitian lanjutan penggunaan Asbuton B5/20 dapat di pertimbangkan untuk di gunakan sebagai bahan aditif (*modifier*) pada campuran beraspal AC-WC, dengan tujuan campuran beraspal AC-WC memiliki stabilitas yang lebih tinggi.
- 2) Pengujian analisa saringan harus di perbaiki agar mendapatkan campuran yang lebih baik.
- 3) Penelitian lebih lanjut dengan penggunaan Asbuton B5/20 dengan Agregat Lokal serta *Filler* yang berbeda supaya mendapatkan hasil yang lebih baik serta meningkatkan nilai ekonomis.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, MI, Zulkarnain A, Muis, Lubis, AS Studi Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt 5/20 Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas AC-WC. Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatra.
- Kementrian Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang. 2018. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 1 Untuk Pekerjaan Jalan Dan Jembatan.
- Nufriyanto, H. Kajian Campuran Panas Aspal Agregat Asbuton Retona Blend 55 (Ac-Wc) Dan Aspal Pen 60/70 Dengan Pengujian Marshall. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institute Teknologi Padang.
- Qodar, T. (2016). Pengaruh Penggunaan Serbuk Batu Kapur Putih Madura Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Panas (Hot Mix) Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madura
- Suryana,N, Susanto, I, Ronny,Y, Sembayang, IR. Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Dengan Bitumen Hasil Ekstraksi Penuh Dari Asbuton. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan Dan Jembatan

Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Bandung.

Setiawan, A. (2017). Pengaruh Penggunaan Serbuk Batu Kapur Sebagai *Filler* Terhadap Karakteristik Uji Marshall Pada Campuran Aspal Panas (AC-WC). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madura.

Setiawan, A,dan Rahmat, R. (2011). Studi Penggunaan Asbuton Butir Pada Campuran Beton Aspal Binder Course (AC-BC). Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Transportasi Volume 1 No. 2 Juli 2011 Hal.99 – 118.

## PENGARUH LIMBAH SAMPAH TYPE HDPE (*HIGH DENSITY POLYTHYLENE*) PADA LAPISAN ASPAL AC WC

Okky Hendra<sup>1</sup>, Nurdiana yusuf<sup>2</sup>, Isradias Mirajhusnita<sup>3</sup>, Teguh Haris<sup>4</sup>, Weimintoro<sup>5</sup>  
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal  
<sup>1</sup>E-mail: okijavva@gmail.com

**ABSTRAK:** Meningkatnya mobilisasi penduduk memunculkan kendaraan-kendaraan baru baik kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat yang melintas di jalan raya, sehingga dibutuhkan juga sarana penunjang transportasi yang cukup memadai untuk menampung volume kendaraan yang akan melintas di atasnya. Karena itu peneliti akan mencoba untuk melakukan penelitian dengan cara memanfaatkan limbah plastik jenis HDPE (High Density Polyethylene) untuk campuran aspal tersebut sesuai dengan acuan pada SNI Bina Marga 2010 dengan menggunakan metode Marshall Test. Penambahan plastik yang digunakan ada 3 variasi yaitu dengan campuran plastik 5%, 7,5% dan 10%. Dari pengujian Stabilitas Marshall yang dilakukan dengan penambahan plastik 5% nilainya sebesar 2843,5 kg, dan 7,5 % dengan nilai 2695,8 kg dan 10% dengan nilai 2455,0 kg, pengujian Flow / kelelahan dengan penambahan plastik 5% sebesar 4,91%, dan 7,5% sebesar 4,26 % dan 10% sebesar 1,63 %. Pengujian Marshall Quotient untuk penambahan plastik 5% sebesar 655,39 kg/mm, dan 7,5% sebesar 704,38 kg/mm, dan untuk 10% sebesar 1714,02 kg/mm.

**Kata Kunci :** Marshall Test, plastic waste, asphalt (AC-WC)

### 1. PENDAHULUAN

Jalan memungkinkan seluruh masyarakat mendapatkan akses pelayanan pendidikan, kesehatan, perdagangan dan pekerjaan lainnya. Untuk itu diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi plastis yang terjadi. Dewasa ini perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat, seiring dengan hal tersebut mengakibatkan meningkatnya peningkatan mobilisasi penduduk, sehingga muncul kendaraan-kendaraan baru baik kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat yang melintas di jalan raya. Dibutuhkan juga sarana penunjang transportasi yang cukup memadai untuk menampung volume kendaraan yang akan melintas di atasnya.

Seiring dengan perkembangan zaman, penawaran dan permintaan dari penggunaan plastik pun meningkat pada sektor industri atau masyarakat. Namun dengan adanya peningkatan penggunaan dari plastik maka limbah yang berupa sampah plastik pun meningkat. Plastik merupakan polimer hidrokarbon yang sulit terurai. Sehingga banyak sampah plastik yang tertimbun dan tidak terolah dengan baik dan benar. Hal ini merupakan salah satu permasalahan bagi Indonesia dan perlu penanganannya yang baik. Umumnya dimasyarakat maupun di TPA (Tempat Pembuangan Akhir), timbunan sampah plastik dibakar untuk mengurangi jumlah sampah plastik yang ada.

Plastik memiliki banyak manfaat tetapi juga memiliki sisi negatif khususnya limbah plastik, namun limbah plastik ini membuka peluang untuk dimanfaatkan dalam bidang konstruksi jalan raya. Campuran aspal memiliki beberapa kelemahan seperti mengalami deformasi (perubahan bentuk) permanen disebabkan oleh tekanan yang terlalu berat seperti muatan truk yang berlebihan, keretakan-keretakan yang ditimbulkan oleh panas, dan juga disebabkan oleh kelembaban, ini semua terjadi pada campuran aspal (Brown, 1990).

Sampah plastik yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sampah plastik jenis HDPE (High Density Polyethylene), yang merupakan bahan baku jenis plastik HDPE dimana umumnya hasil produksi berbentuk kantong plastik, plastik roll dan plastik lembaran. Masyarakat Indonesia dalam kesehariannya mengenal

kantong plastik HDPE dengan sebutan kantong HD, kantong kresek, kantong asoy, tas plastik HD, ataupun shopping bag. Mengacu pada uraian di atas maka penulis ingin melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan terhadap limbah sampah type HDPE (High Density Polyethylene) pada lapisan aspal AC WC sebagai bahan karakteristik campuran pembuatannya.

### 2. METODELOGI PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan ini adalah dengan metode eksperimen, dimana dalam penelitian kali ini penulis akan menganalisa tentang pemanfaatan Limbah plastik jenis HDPE (High Density Poly-Ethylene) Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal AC-WC Dengan Metode Marshall test (SNI BINA MARGA TAHUN 2010), dengan perbandingan variasi tambahan limbah plastik HDPE dengan campuran aspal 5%, 7,5% dan 10%. Serta dengan pembuatan sampel sebanyak 5 sampel benda uji dengan kandungan plastik yang berbeda. Adapun variabel dalam penelitian ini adalah :

#### 1) Variabel Bebas

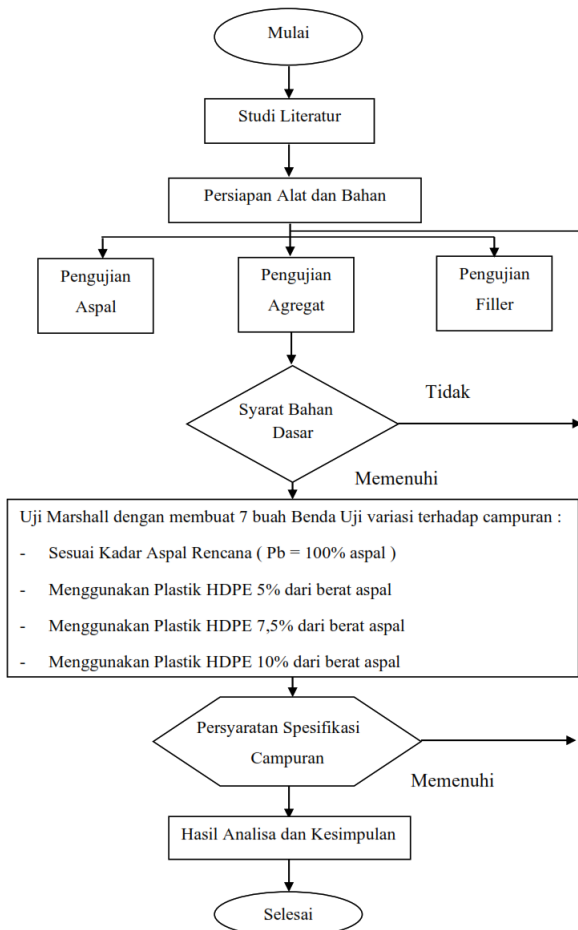
Bahan atau agregat yang sudah diuji sifat fisiknya untuk terjaminnya kesesuaian bahan yang akan digunakan dalam campuran beton aspal. Agregat dalam campuran beton aspal akan dibuat komposisi campuran. Bahan atau agregat yang digunakan dalam komposisi campuran aspal beton melewati proses pengujian sifat dan pengujian fisiknya sesuai spesifikasi. Sebelum menjadi campuran aspal agregat yang akan digunakan dibuatkan komposisi.

#### 2) Variabel Terikat

Didalam penelitian pemanfaatan Limbah plastik jenis HDPE (High Density Poly-Ethylene) Sebagai Bahan Campuran Lapis Aspal AC-WC Dengan Metode Marshall test.

Jenis aspal yang diteliti adalah jenis Pertamina 60/70, lapisan Aspal jenis AC-WC merupakan lapisan yang terletak di posisi paling atas, lapisan aspal AC-WC adalah lapisan yang memiliki struktur paling halus dibandingkan dengan lapisan lainnya.

Selengkapnya metode penelitian ini terdapat pada gambar 1 Diagram Penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 60/70 pen dan pencampuran plastik dengan variasi plastik 5%, 7,5% dan 10 % . Dengan mencari nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), rongga terisi aspal (VFB), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), dan Marshall Quotien (MQ).

Dari hasil pengujian Marshall test dengan penambahan plastik jenis HDPE dapat disajikan pada Tabel 1. Dibawah ini

Table 1. Hasil pengujian Marshall Test dengan penambahan Plastik HDPE dengan Variasi 5%, 7,5% dan 10%

Hasil Pemeriksaan	Penambahan Plastik 5%							Spesifikasi
	1	2	3	4	5	6	7	
Kepadatan (gr/ml)	2,121	2,2089	2,136	2,087	2,125	2,034	2,094	Min 2,270
	<b>Rata-rata 2,098</b>							
Stabilitas (kg)	2791,8	2895,2	2998,6	2998,6	2998,6	2895,2	2326,5	Min 800
	<b>Rata-rata 2843,5</b>							
Flow/kelelahan (mm)	7,2	3,2	4,8	6,5	2,7	6,4	3,6	2,0-4,0
	<b>Rata-rata 4,91</b>							
VIM (%)	11,366	12,704	10,740	12,787	11,199	15,002	12,495	3,0-5,0
	<b>Rata-rata 12,328</b>							
VFB (%)	49,549	46,392	51,140	46,208	49,966	41,642	46,864	Min 65
	<b>Rata-rata 47,394</b>							
VMA (%)	22,529	23,698	21,981	23,771	22,383	25,707	23,515	Min 15
	<b>Rata-rata 23,369</b>							
MQ (kg/mm)	387,75	904,75	624,71	461,32	1110,59	452,37	646,25	Min 250
	<b>Rata-rata 655,39</b>							

Table 2. Hasil pengujian Marshall Test dengan penambahan Plastik HDPE dengan Variasi 7,5%.

Hasil Pemeriksaan	Penambahan Plastik 7,5%							Spesifikasi
	1	2	3	4	5	6	7	
Kepadatan (gr/ml)	1,989	2,029	2,028	2,014	1,961	2,087	2,017	Min 2,270
	<b>Rata-rata 2,018</b>							
Stabilitas (kg)	2843,5	3360,5	2998,6	2843,5	2688,4	1447,6	2688,4	Min 800
	<b>Rata-rata 2695,8</b>							
Flow/kelelahan (mm)	7,1	6,1	4,6	3,7	3,1	2,5	3,7	2,0-4,0
	<b>Rata-rata 4,4</b>							

Lanjutan Tabel 2

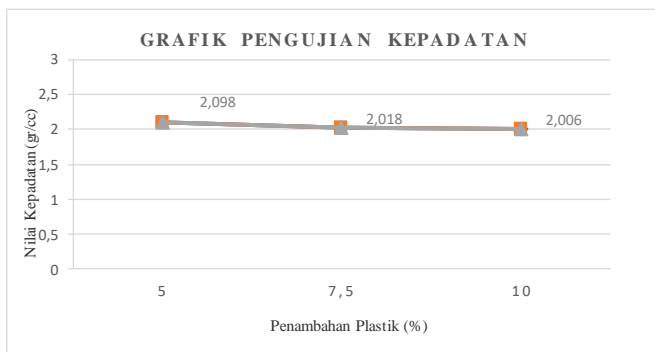
<b>VIM (%)</b>	16,883	15,211	15,253	15,838	18,053	12,787	15,712	3,0-5,0
<b>Rata-rata 16,677</b>								
<b>VFB (%)</b>	47,389	50,491	50,410	49,296	45,370	55,513	49,534	Min 65
<b>Rata-rata 49,715</b>								
<b>VMA (%)</b>	32,090	30,724	30,758	31,236	33,046	28,743	31,134	Min 15
<b>Rata-rata 31,104</b>								
<b>MQ (kg/mm)</b>	400,5	550,9	651,87	768,51	867,51	965,06	726,6	Min 250
<b>Rata-rata 704,38</b>								

Table 3. Hasil pengujian Marshall Test dengan penambahan Plastik HDPE dengan Variasi 10%.

Hasil Pemeriksaan	Penambahan Plastik 10%							Spesifikasi
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Kepadatan (gr/ml)</b>	2,048	2,051	2,016	1,986	1,958	2,005	1,980	Min 2,270
<b>Rata-rata 2,006</b>								
<b>Stabilitas (kg)</b>	2791,8	2429,9	2347,2	2171,4	2357,5	2347,2	2740,1	Min 800
<b>Rata-rata 2455,0</b>								
<b>Flow/kelelahan (mm)</b>	1	1,1	1,4	1,7	2,8	1,2	2,2	2,0-4,0
<b>Rata-rata 1,63</b>								
<b>VIM (%)</b>	14,417	14,292	15,754	17,008	18,178	16,214	17,259	3,0-5,0
<b>Rata-rata 16,160</b>								
<b>VFB (%)</b>	42,778	43,028	40,244	38,063	36,179	39,423	37,646	Min 65
<b>Rata-rata 39,623</b>								
<b>VMA (%)</b>	25,195	25,086	26,364	27,460	28,483	26,766	27,679	Min 15
<b>Rata-rata 26,719</b>								
<b>MQ (kg/mm)</b>	2791,8	2209	16766,56	1277,30	841,97	1955,99	1245,5	Min 250
<b>Rata-rata 1714,02</b>								

a. Kepadatan (*Density*)

Berdasarkan Tabel 1. diatas menunjukkan bahwa penambahan plastik 5 % menghasilkan nilai rata-rata kepadatan 2,098 (g/cc), pada penambahan plastik 7,5 % dengan nilai rata-rata 2,018 (g/cc), dan pada penambahan plastik 10 % dengan nilai rata-rata 2,006 (gr/cc).



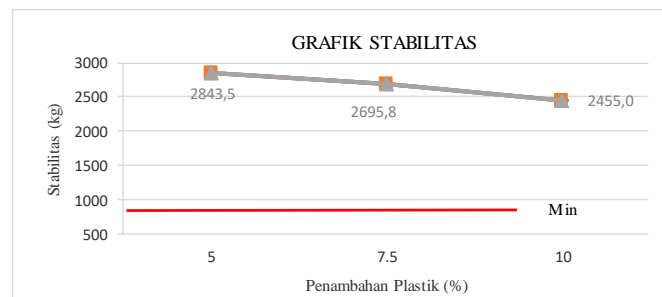
Gambar 2. Grafik hubungan kepadatan (*Density*) dan campuran plastic

Dari Gambar 2 diatas terlihat bahwa nilai kepadatan maksimum dapat diperoleh dengan pencampuran 5% plastic dan terendah diperoleh oleh pencampuran 10% plastic. Dengan demikian semakin banyak peresentasi plastic yang ditambahkan akan mengurangi kepadatan dari campuran aspal yang dihasilkan.

b. Stabilitas

Dari Gambar 2. diatas menunjukkan bahwa hubungan stabilitas dengan penambahan plastik di atas, pada

penambahan plastik 5%, 7,5%, dan 10%, Nilai stabilitas berturut- turut mengalami penurunan sebesar 146,71%, dan 240,8 % terhadap nilai stabilitas 5% .Nilai stabilitas Marshall Optimum tercapai pada campuran beton aspal dengan penambahan plastik 5% dengan hasil rata-rata nilai stabilitas sebesar 2843,5 kg.



Gambar 3. Grafik hubungan Stabilitas dan campuran plastic

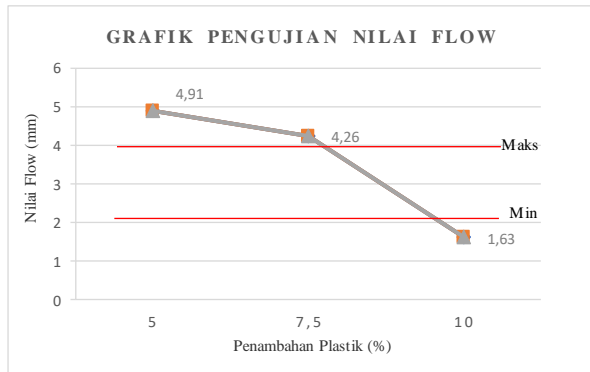
Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai stabilitas Marshall Optimum tercapai pada campuran beton aspal dengan penambahan plastik 5% dengan hasil rata-rata nilai stabilitas sebesar 2843,5 kg.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2010 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg, sehingga semua kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan yang ada.

c. Flow

Pengaruh penambahan plastik terhadap flow/ kelelahan campuran AC-WC dapat kita lihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Table 3. yaitu pengaruh penambahan

plastik sebanyak 5%, ke 7,5% mengalami penurunan sebanyak 0,65 mm lalu pada penambahan plastik dari 7,5% ke 10% mengalami penurunan sebanyak 2,63 mm

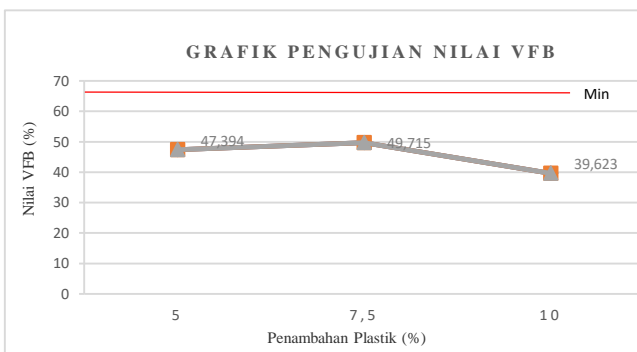


Gambar 4. Grafik hubungan flow dan campuran plastic

Sehingga Gambar 4. dapat disimpulkan semakin banyak campuran plastik yang digunakan maka nilai *flow* juga semakin menurun. Dari besarnya nilai *flow* tertinggi terdapat pada campuran plastik sebanyak 5% dengan rata-rata sebesar 4,91 mm. Sedangkan jika ditinjau dari Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2010 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston limbah plastik nilai *flow* Minimal 2 mm dan Maksimal 4 mm. Sehingga dari penelitian yang dilakukan terhadap penambahan plastik 5%, 7,5% dan 10% tidak ada yang memenuhi persyaratan SNI Bina Marga 2010 yang ada

d. Void Filled Bitumen

Pengaruh penambahan plastik terhadap VFB campuran AC-WC dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Table 3 yaitu Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) pada penambahan plastik sebanyak 5% dengan rata-rata 47,394 %, penambahan plastik 7,5 % dengan rata-rata 49,715 % dan penambahan plastik yang 10 % dengan rata-rata 39,623 %.



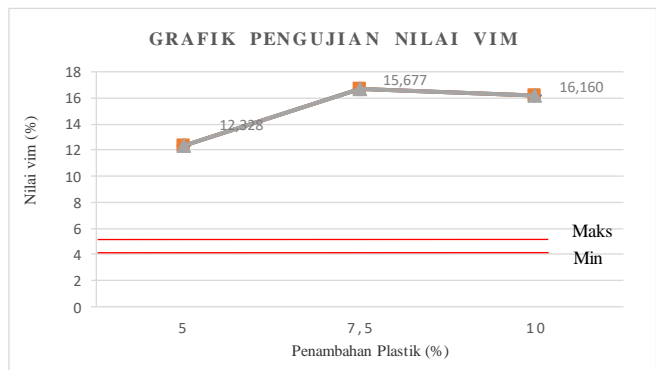
Gambar 5. Grafik hubungan VIB dan campuran plastic

Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) pada Gambar 5 dari campuran 5% ke 7,5% mengalami kenaikan sebesar 2,321 %, sedangkan dari penambahan plastik 7,5% ke penambahan plastik 10% mengalami penurunan sebesar 10,092 %. Dari Gambar 5. nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) tertinggi didapat pada grafik plastik yang 7,5% dengan nilai rata-rata yaitu 47,715 %.

Dari persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) harus > 68%. Nilai VFB (*Void Filled Bitumen*) sehingga dapat disimpulkan yang tidak memenuhi persyaratan yaitu pada campuran plastik 5% , 7,5% maupun campuran plastik yang 10 %.

e. Voids In Mix (VIM)

Pengaruh penambahan plastik terhadap VIM campuran AC-WC pada Tabel 1, Tabel 2 dan Table 3 memperlihatkan nilai VIM (*Void In Mix*) pada penambahan plastik 5% dengan rata-rata 12,328%, pada penambahan plastik 7,5% dengan rata-rata 15,677%, dan penambahan plastik yang 10% dengan rata-rata 16,160%.

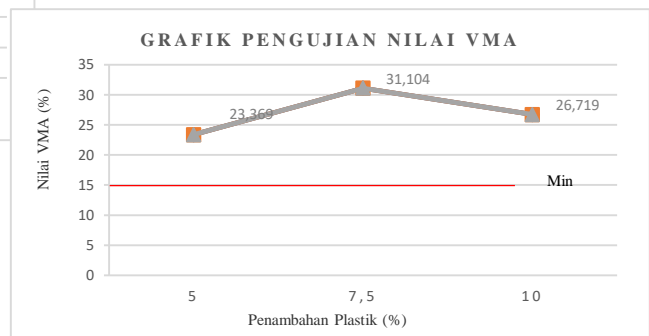


Gambar 6. Grafik hubungan VIM dan campuran plastic

Dari Gambar 6 didapat nilai VIM (*Void In Mix*) yang tertinggi yaitu pada penambahan plastik 10% dengan rata-rata 16,160%. Berdasarkan persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VIM (*Void In Mix*) dari ketiga nya tidak ada yang sesuai dengan persyaratan yang ada.

f. VMA (*Void In Mineral Agregat*)

Pada Tabel 1, Tabel 2 dan Table 3 Pengaruh penambahan plastik terhadap VMA campuran AC-WC yaitu Nilai VMA (*Void In Mineral Agregate*) pada Penambahan Plastik sebanyak 5% dengan rata-rata sebesar 23,369 %, pada penambahan plastik 7,5 % dan 10 % mengalami peningkatan sebesar 31,104 %, sedangkan pada penambahan plastik yang 10% mengalami penurunan sebesar 26,719 %.

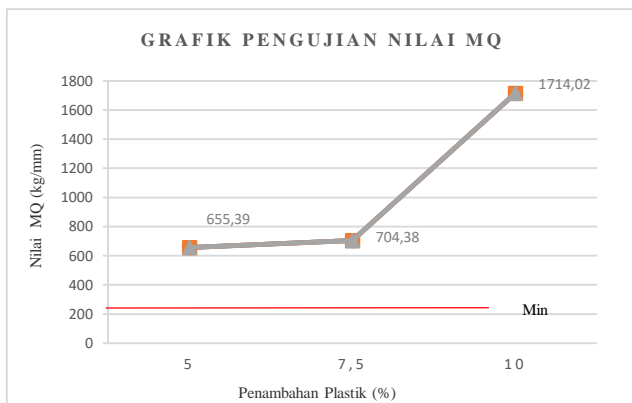


Gambar 7. Grafik hubungan VMA dan campuran plastic

Ditinjau dari Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Leston nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) minimal sebesar 15%, >13%, jadi dari penambahan plastik 5%, 7,5% dan 10% semuanya memenuhi persyaratan nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) yang sesuai dengan SNI Bina Marga 2010 seperti pada Gambar 7.

g. MQ (*Marshall Quotient*)

Pengaruh penambahan plastik terhadap Marshall Quotient campuran AC-WC yaitu hubungan MQ (*Marshall Quotient*) dan penambahan plastik, pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat penambahan plastik 5%, 7,5% dan 10% berturut-turut mengalami kenaikan sebesar 655,39 (kg/mm), 704,38 (kg/mm), dan 1714,02 (kg/mm).



Gambar 8. Nilai Marshall Quotient

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan penambahan plastik 10% memiliki nilai MQ (*Marshall Quotient*) tertinggi yaitu 1714,02 kg/mm. Secara keseluruhan campuran beton aspal menggunakan agregat bantak memenuhi syarat MQ berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2018 yaitu > 250 kg/mm.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai pengaruh penambahan limbah plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) terhadap lapis aspal AC-WC adalah :

- 1) Penambahan limbah plastik type HDPE (*High Density Polyethylene*) berpengaruh terhadap lapisan aspal AC-WC. Aspal beton pada penambahan plastik HDPE dapat meningkatkan mutu campuran. Penambahan plastik ke agregat bisa meningkatkan kekuatan agregat terhadap abrasi dan mengurangi pengerapan.
- 2) Nilai kuat tekan aspal AC-WC dengan menggunakan metode pengujian Stabilitas sampai pengujian Marshall Quotient dengan menggunakan Marshall Test antara lain :
  - Nilai stabilitas terbaik adalah ada pada penambahan plastik 5% dengan nilai 2843,5kg.
  - Nilai density campuran aspal dengan penambahan plastik 5 % dengan nilai 2,098gr/ml, menurun sebanyak 0,08 pada penambahan plastik 7,5%, dan terus menurun

sebesar 0,012gr/ml pada penambahan plastik 10%.

- Nilai VIM pada campuran aspal dengan penambahan plastik 5% dengan nilai 12,328%, dan meningkat pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai 15,677%, dan terus meningkat pada penambahan plastik 10% dengan nilai 16,160%.
- Nilai VMA pada campuran aspal dengan penambahan plastik 5% dengan nilai 23,369%, dan meningkat pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai 31,104% dan pada penambahan plastik 10% kembali menurun dengan nilai 26,719%.
- Nilai VFB pada campuran aspal dengan penambahan plastik 5% dengan nilai 47,394%, dan meningkat pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai 49,715%, kemudian kembali menurun dengan nilai 39,623%.
- Nilai flow (kelelahan) pada campuran aspal dengan penambahan plastik 5% dengan nilai 4,91mm dan menurun pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai 4,26 mm dan terus menurun pada penambahan plastik 10% dengan nilai 1,63 mm.
- Nilai Marshall Quotient pada campuran aspal dengan penambahan plastik 5% dengan nilai 655,39 kg/mm, dan meningkat pada penambahan plastik 7,5% dengan nilai 704,38 kg/mm, dan terus meningkat pada penambahan plastik 10% dengan nilai 1714,02 kg/mm.

6. DAFTAR PUSTAKA

*A Technique to Dispose Waste Plastics in an Ecofriendly Way – Application in Construction of Flexible Pavements*. Tamil Nadu: Elsevier Ltd.

*Construction of Flexible Pavements*. Tamil Nadu: Elsevier Ltd. Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, (2004)

Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Departemen Pekerjaan Umum, Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan, Buku 1 Umum, Manual Konstruksi dan Bangunan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Hermawan, Okky Hendra.2018. *Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan Beton*.Volume no 16. Dosen Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal.

Hirst, E., & Brown, M. (1990). Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy. *Resources, Conservation and Recycling*.

Lapian, F. E. P., Ramli, M. I., Pasra, M., & Arsyad, D. A. (2019). Pengaruh Limbah Plastik PET (Polyethylene Teterphthalate) terhadap Nilai Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC. *Adaptasi Dan Mitigasi Bencana Dalam Mewujudkan Infrastruktur Yang Berkelanjutan, November*, 139–149.

Mirajhusnita, I., Santosa, T. H., & Hidayat, R. (2020). *Pemanfaatan Limbah B3Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton*. 1(1), 24–33.

- Peacock, A. J. 2000. Handbook of Polyethylene ( Structures, Properties, and Applications ). New York, USA : Marcel Dekker, Inc.
- P, P., Diansyah., Surabaya, U. N., Mahardi, P., Sc, M., & Risdianto, Y. (n.d.). .
- Simanjuntak, S., Saragi, Y. 2012. Analisa Perbandingan Kualitas Aspal Beton Dengan Filler Bentonite. Medan: Lembaga Penelitian Universitas HKBP Nommensen.
- Sukirman, S, ( 2003 ) Beton Aspal Campuran Panas, Nova, Bandung.
- Supriyanto, Mudjanarko, S. W., Koespiadi, & Limantara, A. D. (2019). Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene ( Hdpe ) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac- Wc ( Asphalt Concrete Wearing Course ). Paduraksa, 8(2), 222–233.
- Sri, :, & Purwonugroho, W. (2018). Pengolahan Limbah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) dan Polypropylene (Pp) dengan metode Mix Plastic Coated Aggregate untuk meningkatkan kualitas aspal beton. Skripsi.
- Susanto, I., & Suaryana, N. (2019). Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, 17(2), 27.
- Tripoli, B., Teknik, D., Fakultas, S., Universitas, T., Umar, T., Sipil, J. T., Teknik, F., & Teuku, U. (2020). *Studi Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal dengan Penambahan Kresek.* 6(2), 30– 40.
- Utomo, T. ., Hasanudin, U., & Suroso, E. (2010). World Congress on Engineering : WCE 2010 : 30 June - 2 July, 2010, Imperial College London, London, U.K. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2010.*
- Yolly, Detra., Asrar, 2007. *Karakteristik Aspal Dengan Bahan Tambah Plastik dan Kinerjanya dalam Campuran HRA.* Departemen Civil and Engineering, Medan.

# Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 Dan Rencana Anggaran Biaya Konstruksinya Pada Ruas Jalan Banjaran – Balamoa

Weimintoro<sup>1</sup>, Okky Hendra Hermawan<sup>2</sup>, Teguh Haris, S.<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal  
E-mail: [weimintoro@yahoo.co.id](mailto:weimintoro@yahoo.co.id)

**ABSTRAK:** Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk tebal lapis perkerasan jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 sehingga nantinya akan diperoleh tebal lapis perkerasan yang sesuai dengan kebutuhan. Data CBR diperoleh dari hasil DCP lapangan yang dilakukan pada proyek Peningkatan Jalan Banjaran-Balamoa. Ruas jalan yang diteliti adalah jalan Banjaran-Balamoa dengan panjang jalan yang diteliti 1000 m atau pada KM 3 sampai dengan KM 4 dan lebar jalannya adalah 7 m. Untuk umur rencana direncanakan 10 tahun, angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% dan klasifikasi fungsional jalan adalah jalan kolektor. Dari hasil perhitungan dan pembahasan secara keseluruhan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan ini menggunakan Laston MS 744 kg dengan tebal minimum 5 cm untuk lapis permukaan, Laston Atas MS 590 kg dengan tebal 10 cm untuk lapis pondasi atas dan Sirtu/Pitrun Kelas B dengan tebal diperoleh 5 cm untuk lapis pondasi bawah.

**Kata Kunci :** Perkerasan Jalan, Tebal Perkerasan Jalan, Analisa Komponen Bina Marga 1987

## 1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi yang kemudian berkembang menjadi sarana perhubungan dalam melakukan aktifitas perekonomian baik itu aksesibilitas maupun mobilitas barang dan jasa. Akibat dari tuntutan perkembangannya, maka jalan harus menyesuaikan tingkat pelayaannya. Padatnya lalu lintas dan pelanggaran pada pemakai jalan serta pemilik kendaraan besar yang melewati seringkali membuat konstruksi pada perkerasan jalan mengalami kerusakan.

Salah satu alternatif pemecah untuk dapat mengatasi kerusakan struktur akibat beban dan kepadatan yang berlebihan di jalan Banjaran – Balamoa adalah dengan merencanakan lapis perkerasan pada jalan tersebut sesuai dengan kebutuhannya. Dengan adanya perencanaan lapis perkerasan ini diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada struktur perkerasan serta memberikan kenyamanan pada penggunaannya dan dapat memperlancar arus lalu lintas.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa tentang tebal perkerasan jalan yang dibutuhkan pada ruas jalan Banjaran – Balamoa. Pemilihan lokasi tersebut dikarenakan konstruksi pada jalannya terjadi kerusakan yang cukup tinggi. Banyaknya kendaraan berat yang melewati sering pula mengakibatkan konstruksi jalan lebih dulu mengalami kerusakan, oleh karena itu Tugas Akhir ini akan membahas tentang tebal lapis perkerasan pada ruas Banjaran – Balamoa, sehingga diperoleh konstruksi jalan yang mampu untuk menahan beban kendaraan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi yang dijadikan untuk penelitian perencanaan tebal lapis perkerasan jalan adalah ruas Jalan Banjaran-Balamoa Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal, tepatnya pada KM 3 sampai dengan KM 4. Dengan panjang total 5300 m (dimulai dari pertigaan Banjaran sampai dengan perempatan Balamoa). Dalam pelaksanaannya penelitian ini terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu :

### 1) Tahap Persiapan

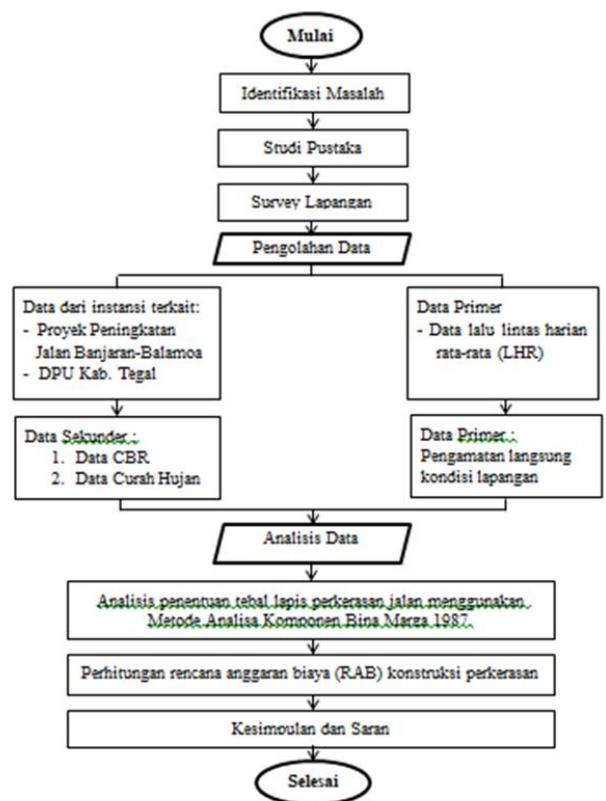
Tahap persiapan ini adalah tahap awal sebelum dimulainya tahap-tahap selanjutnya

### 2) Tahap Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan di lapangan, data tersebut adalah hasil survey lalu lintas harian rata-rata (LHR). Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain

### 3) Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data disini terdiri dari perhitungan tebal perkerasan jalan dengan metode analisa komponen bina marga 1987 dan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dan untuk lengkapnya terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



**3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**1) Data lalu lintas**

Data lalu lintas yang digunakan adalah hasil *survey* langsung ke lokasi, dengan pengamatan selama 12 jam/hari, yang dilakukan selama lima hari dengan hasil pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. LHR Pada Ruas Jalan Banjaran-Balamoa

No.	Jenis Kendar aan	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Rata -rata
1.	Mobil Penumpang	1.725	1.558	1.489	1.615	1.465	1.573
2.	Pick Up	265	228	224	259	250	245
3.	Bis kecil	9	8	6	7	4	7
4.	Bis besar	0	2	1	4	3	2
5.	Truck 2 as	213	264	239	184	213	223
6.	Truck 3 as	6	6	5	3	4	5
7.	Trailer	1	3	2	0	0	1

**2) California Bearing Ratio (CBR)**

Dari hasil pengujian CBR didapat seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel. 2 Nilai CBR Lapangan Pada Ruas Jalan Banjaran - Balamoa

Titik Uji STA	Nilai CBR (%)
0+700 (kiri)	9
1+700 (kanan)	9
3+000 (kiri)	9
3+800 (kanan)	9
4+300 (kiri)	9
5+100 (kiri)	9

Berdasarkan Tabel 2 diatas maka didapat nilai R sebesar 9% di semua titik STA yang diambil. Sedangkan nilai R berdasarkan jumlah titik pengujian terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai R Berdasarkan Jumlah Titik Pengujian

Jumlah titik pengujian	Nilai R
22	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
> 10	3,18

Menghitung CBR Segmen

$$CBR \text{ segmen} = \frac{CBR \text{ rata-rata} - (CBR \text{ Maks} - CBR \text{ Min})}{R}$$

$$= \frac{9 - (9 - 9)}{2,67} = 9 \%$$

**Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987**

**1. Data**

Nama Link : Banjaran-Balamoa  
Umur rencana : 10 tahun  
Jalan direncanakan dibuka : 2021  
Faktor pertumbuhan tahun 2019-2020 : 5% ( Sumber : Peningkatan Jalan Banjaran-Balamoa)  
Koefisien distribusi kendaraan (C) : 0,5 (2 lajur, 2 arah)

**2. Perhitungan**

**Angka ekivalen (E) untuk masing-masing jenis kendaraan**

- Mobil penumpang, berat total 2 ton
- Bebas as depan 1 ton, beban as belakang 1 ton, = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
- *Pick up*, berat total 3 ton
- Beban as depan 1 ton, beban as belakang 2 ton, = 0,0002 + 0,0036 = 0,0038
- Bis kecil/sedang, berat total 7 ton Beban as depan 2 ton, beban as belakang 5 ton, = 0,0036 + 0,1410 = 0,1446
- Bis besar, berat total 9 ton  
Beban as depan 3 ton, beban as belakang 6 ton, = 0,0183 + 0,2923 = 0,3106
- *Truck 2 as*, berat total 13 ton  
Beban as depan 5 ton, beban as belakang 8 ton, = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648
- *Truck 3 as*, berat total 20 ton  
Beban as depan 6 ton, beban as belakang 14 ton, = 0,2923 + 0,7452 = 1,0375
- *Trailer*, berat total 42 ton  
Beban as depan 8 ton, beban as belakang 22 ton, beban 2 as depan 6 ton  
= 0,9238 + 4,5439 + 0,5846 = 6,0523

**Menghitung LHR pada awal umur rencana (2021)**

$$LHR_{2021} = LHR_{2020} \times (1+i)^n$$

Mobil penumpang =  $1.573 \times (1+0,05)^1 = 1.651,20$   
 Pick up =  $245 \times (1+0,05)^1 = 257,46$   
 Bis kecil =  $7 \times (1+0,05)^1 = 7,14$   
 Bis besar =  $2 \times (1+0,05)^1 = 2,10$   
 Truck 2 as =  $223 \times (1+0,05)^1 = 233,73$   
 Truck 3 as =  $5 \times (1+0,05)^1 = 5,04$   
 Trailer =  $1 \times (1+0,05)^1 = 1,26$

**Menghitung LHR pada akhir umur rencana (2031)**

$$LHR_{2031} = LHR_{2021} \times (1+i)^n$$

Mobil penumpang =  $1.651,20 \times (1+0,05)^{10} = 2689,6792$   
 Pick up =  $257,46 \times (1+0,05)^{10} = 419,3752$   
 Bis kecil =  $7,14 \times (1+0,05)^{10} = 11,6303$   
 Bis besar =  $2,1 \times (1+0,05)^{10} = 3,4207$   
 Truck 2 as =  $233,73 \times (1+0,05)^{10} = 380,7215$   
 Truck 3 as =  $5,04 \times (1+0,05)^{10} = 8,2096$   
 Trailer =  $1,26 \times (1+0,05)^{10} = 2,0524$

**Menghitung Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)**

$$LEP = LHR_{2021} \times C \times E$$

Untuk nilai lalu lintas ekivalen permulaan terdapat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Jenis Kendaraan	LHR 2021	C	E	LEP
Mobil penumpang	1.651,2	0,5	0,0004	0,3302

<b>Pick up</b>	257,46	0,5	0,0038	0,4892
<b>Bis kecil</b>	7,14	0,5	0,1446	0,5162
Lanjutan Tabel 4				
<b>Bis besar</b>	2,10	0,5	0,3106	0,3261
<b>Truck 2 as</b>	233,73	0,5	1,0648	124,4379
<b>Truck 3 as</b>	5,04	0,5	1,0375	2,6145
<b>Trailer</b>	1,26	0,5	6,023	3,8129
<b>Σ LEP</b>				<b>132,5271</b>

**Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)**

$LEA = LHR_{2031} \times C \times E$

Untuk hasil perhitungan nilai lalu lintas ekuivalen permulaan terdapat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	LHR 2031	C	E	LEA
<b>Mobil penumpang</b>	2.689,6797	0,5	0,0004	0,5379
<b>Pick up</b>	419,3725	0,5	0,0038	0,7968
<b>Bis kecil</b>	11,6303	0,5	0,1446	0,8409
<b>Bis besar</b>	3,4207	0,5	0,3106	0,25312
<b>Truck 2 as</b>	380,7215	0,5	1,0648	202,6961
<b>Truck 3 as</b>	8,2096	0,5	1,0375	4,2587
<b>Trailer</b>	2,0524	0,5	6,023	6,2109
<b>Σ LEA</b>				<b>215,8726</b>

**Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)**

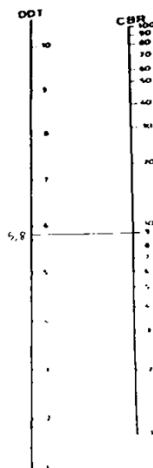
$LET = (LEP + LEA) / 2$   
 $= (132,5271 + 215,8726) / 2$   
 $LET = 174,1999$

**Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)**

$LER = LET \times UR/10$   
 $= 174,1999 \times 10/10$   
 $LER = 174,1999$

**Mencari nilai DDT**

CBR segmen sebesar 9% setelah dikorelasikan dengan Nomogram DDT dan CBR di dapat nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 5,8. Atau bisa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut dan pada Gambar 2.  $DDT = 4,3 \times \log 9 + 1,7$   
 $= 4,3 \times 0,9543 + 1,7$   
 $= 5,8$



Gambar 2. Nilai DDT Pada Ruas Jalan Banjaran-Balamoa

Tabel 6. Presentase Jumlah Kendaraan Berat

Σ kendaraan keseluruhan	Σ kendaraan berat (≥ 13 ton)	Presentase (%)
2055	229	11,12 %

**Faktor Regional (FR)**

Faktor regional (FR) dapat ditentukan yaitu data-datanya sebagai berikut : kelandaian < 6%, presentase kendaraan berat 11,12% serta data curah hujan < 900 mm/th, maka nilai FR didapat 0,5.

**Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt) dan Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)**

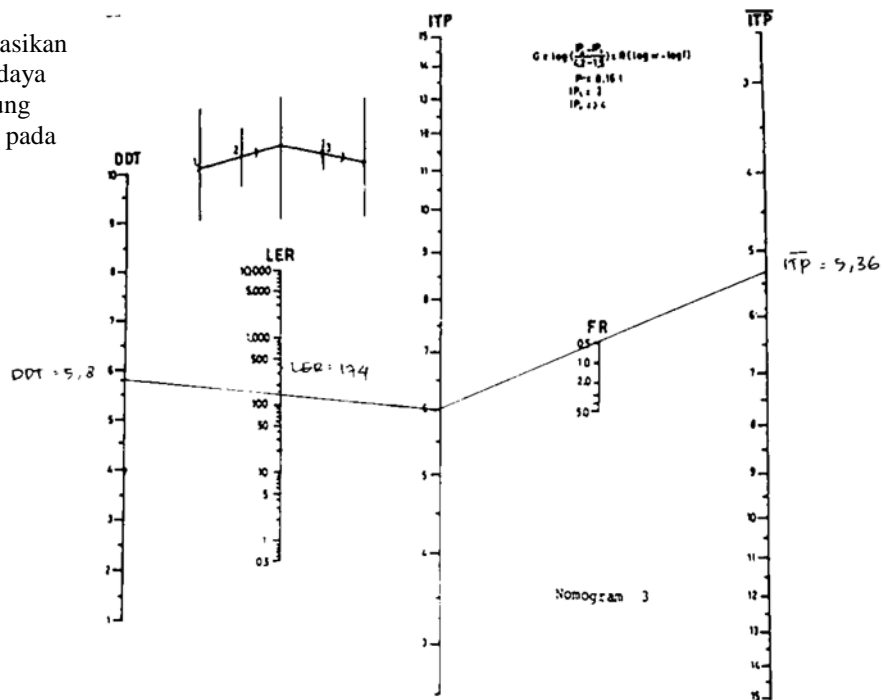
Untuk menentukan nomogram tebal perkerasan lentur, maka Ipt dan IPo harus diketahui terlebih dahulu. Ipt ini ditentukan berdasarkan nilai LER dan klasifikasi jalan. Pada perhitungan diperoleh nilai LER sebesar 174,1999 sedangkan untuk klasifikasi jalan pada ruas jalan Banjaran-Balamoa adalah jalan kolektor. Dengan demikian diperoleh nilai Ipt = 2,0  
 Jalan direncanakan menggunakan lapis permukaan aspal beton, maka nilai IPo didapat  $IPo \geq 4$ .

**Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)**

Memplotkan masing-masing nilai dari DDT, LER, FR kemudian di tarik garis lurus sampai memotong garis ITP seperti pada Tabel 7 dan Gambar 3.

Tabel 7. Harga ITP

DDT	LER
5,8	174,1999



Gambar 3. Harga ITP

Susunan perkerasan yang direncanakan :  
Surface course digunakan beton aspal MS 744 kg dengan tebal minimum = 5 cm. Base course digunakan beton aspal MS 590 kg dengan tebal minum 10 cm. Lapis pondasi bawah (subbase course) digunakan sirtu/pitrun CBR 50 dengan tebal minimum dicari.

Maka didapat data sebagai berikut :

$$a_1 = 0,4 \quad D_1 = 5 \text{ cm}$$

$$a_2 = 0,14 \quad D_2 = 10 \text{ cm}$$

$$a_3 = 0,12 \quad D_3 = ?$$

Mencari D3 dengan menggunakan rumus :

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

$$5,36 = 0,4 \times 5 + 0,28 \times 10 + 0,12 \times D_3$$

$$5,36 = 2 + 2,8 + 0,12 D_3$$

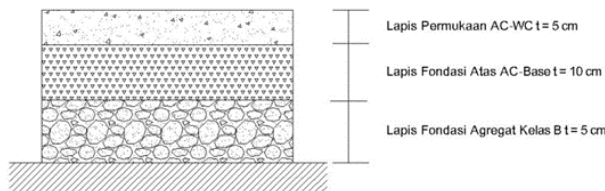
$$5,36 = 4,8 + 0,12 D_3$$

$$0,13 D_3 = 5,36 - 4,8$$

$$D_3 = 0,56/0,12$$

$$D_3 = 4,667 \text{ cm} \sim 5 \text{ cm}$$

Sehingga susunan perkerasan akan digambarkan sebagai berikut (Gambar 4) :



Gambar 4. Susunan pengerasan

**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah perhitungan seluruh kegiatan pekerjaan konstruksi, yang bertujuan untuk memperkirakan biaya yang dibutuhkan dalam suatu konstruksi bangunan. Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) yang digunakan adalah AHSP Kabupaten Tegal Tahun 2019. Panjang jalan yang diteliti adalah 1000 m atau pada KM 3 sampai denan KM 4 dengan lebar jalan 7 m. Berikut uraian pekerjaannya.

**Rekap Perhitungan Volume Pekerjaan**

Untuk rekap perhitungan volume dari beberapa item pekerjaan terdapat pada Tabel 8 sampai Tabel 14 berikut.

1. Galian perkerasan berbutir

Tabel 8. Volume Galian Perkerasan Berbutir

STA	PANJANG	LEBAR	TEBAL	VOL.
	m	m	m	m <sup>3</sup>
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,20	1400

2. Penyiapan badan jalan

Tabel 9. Volume Penyiapan Badan Jalan

STA	PANJANG	LEBAR	Luas.
	m	m	m <sup>2</sup>
3+000 s.d 4+000	1000	7	7000

3. Lapis fondasi agregat kelas B (LPB)

Tabel 10. Volume Lapis Agregat Kelas B

STA	PANJANG	LEBAR	TEBAL	VOL.
	m	m	m	m <sup>3</sup>
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,05	350

4. Lapis Resap Pengikat

Tabel 11. Kuantitas Lapis Resap Pengikat

STA	PANJANG	LEBAR	KOEF.	VOL.
	m	m	Liter/m <sup>2</sup>	Liter
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,5	3500

5. Lapis Perekat

Tabel 12 Kuantitas Lapis Perekat

STA	PANJANG	LEBAR	KOEF.	VOL.
	m	m	Liter/m <sup>2</sup>	Liter
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,05	3500

6. Lapis fondasi AC-Base

Tabel 13. Kuantitas Lapis Fondasi AC-Base

STA	PANJANG	LEBAR	TEBAL	VOL.	KOEF.	KUANT.
	m	m	m	m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	Ton
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,10	700	2,29	1603

7. Lapis Aus AC-WC

Tabel 14. Kuantitas Lapis Aus AC-WC

STA	PANJANG	LEBAR	TEBAL	VOL.	KOEF.	KUANT.
	m	m	m	m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	Ton
3+000 s.d 4+000	1000	7	0,05	700	2,29	801,5

**Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Untuk rekap perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari beberapa item pekerjaan terdapat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Rencana Anggaran Biaya

	DIVISI PEKERJAAN TANAH	Satuan	Vol.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
3.1 (8)	Galian Perkerasan Berbutir	m3	1400	275.579,28	385.810.995,24
3.3 (1)	Penyiapan Badan Jalan	m2	7000	3.134,28	21.939.929,61
	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR				
5.1. (2)a	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3	350	562.003,23	196.701.131,72
	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL				
6.1 (1)	Lapis Resap Pengikat Aspal Cair/Emulsi	Liter	3500	12.979,25	45.527.381,75
6.1 (2a)	Lapis Perekat – Aspal Cair/Emulsi	Liter	3500	12.721,79	44.526.265,00
6.3 (5a) 1	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	801,5	1.479.362,87	1.185.709.339,45

Lanjutan Tabel 15						
<b>6.3 (7a) 1</b>	Laston Lapis Pondasi (AC- Base)	Ton	1603	1.181.4 47,22	1.893.859.892,00	
<b>JUMLAH HARGA</b>						<b>3.773.974.934,77</b>
<b>DIBULATKAN</b>						<b>3.773.975.000,00</b>

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yaitu :

- 1) Berdasarkan hasil analisis metode analisa komponen Bina Marga 1987, diperoleh lapis permukaan menggunakan Laston MS 744 kg dengan tebal 5 cm dan lapis fondasi menggunakan Laston atas MS 590 kg dengan tebal 10 cm. sedangkan untuk lapisan *subbase* digunakan sirtu/pitrun kelas B dengan tebal 5 cm.
- 2) Rencana anggaran biaya pada konstruksi lapis perkerasan lentur ruas jalan Banjara-Balamoa berdasarkan AHSP Kab. Tegal tahun 2019 dengan panjang penanganan 1000 m dan lebar 7 m, diperoleh nilai total sebesar Rp. 3.773.975.000,00 (*Tiga milyar tujuh ratus tujuh puluh tiga juta Sembilan ratus tujuh puluh lima ribu rupiah*).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- DPU. (1987). Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Yayasan Badan Penerbit PU.
- Hidayatsrf. (2016). Penerapan Geometrik Jalan Raya/Pengertian Jalan. Retrieved April Kamis, 2020, from <https://id.m.wikibooks.org>
- Monika Natalia, F. A. (2019). Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton Bertulang Berdasarkan BCWP dan AHSP SNI 2016 (Proyek Pembangunan Aeon Mixed Use Apartemen 3 Sentul City Bogor). Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil.
- Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan. (2018). Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Sudarno, d. (2018). Analisis Tebal Perkerasan Jalan Raya Magelang-Purworejo KM 8 Sampai KM 9 Menggunakan Metode Bina Marga 1987. *Reviews in Civil Engineering*, v.02, n.1, 41-46.
- Sudarno, Falakh, A. N., & Navitasari, N. D. (2018). Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan Raya Secang-Magelang Menggunakan Metode Analisa Komponen. *Jurnal Disprotek* Vol. 9 No. 2, 97-101.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: NOVA.
- Umum, D. P. (1987). Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Wulansari, D. N. (2018). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen Dan Metode AASHTO Pada Ruas Jalan Nagrak Kabupaten Bogor. *Jurnal Kajian Teknik Sipil* No. 3 Vol. 1, 22-31.

