

Batu Putih dari Rengel-Tuban sebagai Bahan Alternatif Agregat Campuran HRS

Ami Asparini

Dosen D3 Teknik Sipil FTSP-ITS
email: ami-darman@ce.its.ac.id

ABSTRAK

Bahan baku agregat dalam campuran HRS (*Hot Rolled Sheet*) sebagai lapis permukaan jalan yang sering digunakan adalah batu pecah hitam, namun untuk wilayah Pantura Jawa Timur dan Madura, agregat ini sulit didapatkan dan harus didatangkan dari tempat lain. Hal ini tentunya dibutuhkan waktu yang lama dan biaya yang relatif mahal. Disisi lain, di sepanjang Pantai Utara Jawa Timur dan Madura, khususnya daerah Tuban banyak terdapat gunung-gunung batuan kapur yang berasal dari batuan endapan (*sedimentary rock*) dalam kategori *limestone*, yang merupakan sumber material batu putih yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan harapan batu putih dari daerah Rengel-Tuban dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif Agregat untuk campuran HRS. Metodologi penelitian yang dilakukan adalah pemeriksaan laboratorium untuk menganalisa sifat kimia, sifat fisik batu putih (*berat jenis dan absorpsi, Keausan batuan, Soundness Test, Indeks kepipihan, Pembagian butir gradasi agregat, Kadar organik agregat halus, Kelekatan agregat terhadap aspal*) dan perencanaan komposisi campuran HRS untuk diketahui perilakunya dalam campuran HRS sesuai persyaratan teknis MPBJ dengan rujukan ASSHTO, ASTM, dan BS 812. Dari hasil penelitian laboratorium, batu putih asal Rengel-Tuban secara analisa sifat kimia mengandung Ca 27%, Mg 53%, SiO₂ 5,27% dan termasuk golongan VII (*limestone magnesium*), sedangkan sebagai bahan agregat kasar campuran HRS memenuhi persyaratan untuk lalu lintas kelas A ringan-sedang, namun yang perlu diperhatikan adalah indeks kepipihan batu putih relatif besar (28,43% > 25%), karena hal ini akan mempengaruhi nilai stabilitas campuran HRS.

Kata kunci: *Hot Rolled Sheet (HRS), batu putih*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya di Indonesia untuk bahan baku agregat perkerasan jalan menggunakan batu pecah hitam. Saat ini, dengan semakin dikembangkan proyek-proyek peningkatan jalan untuk lapis permukaan dengan HRS (*Hot Rolled Sheet*), terutama untuk daerah Pantai Utara Jawa Timur dan Madura sangat jarang didapatkan batu pecah hitam, khususnya daerah Tuban, sehingga harus didatangkan dari daerah lain, yang tentunya dibutuhkan waktu yang lama dan biaya yang relatif tinggi.

Secara geologis wilayah tersebut, khususnya daerah Tuban, banyak terdapat gunung-gunung batu kapur yang berasal dari batuan endapan (*sedimentary rock*), sehingga sumber alam berupa material batu putih cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan material yang ada di daerah Tuban, di desa Ngandong, Kec. Rengel, yaitu batu putih sebagai bahan

agregat untuk HRS sehingga dapat diketahui perilakunya dalam campuran HRS.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan terhadap jenis batuan

Jenis batuan pada kerak bumi berdasarkan proses terjadinya dibedakan 3 (tiga) jenis, yaitu Batuan Beku (*Igneous Rock*), Batuan Sedimen (*Sedimentary Rock*), dan Batuan Metamorf (*Metamorphic Rock*).

Daerah Tuban secara geologis terbentuk dari lapisan sedimen, dan dari pengamatan di lapangan menunjukkan lapisan geologi muda, khususnya kecamatan Rengel berupa gunung kapur (*Limestone*).

Tinjauan Geologis menurut R.W Van Benmelen dalam *The Geology of Indonesia*, 1970 pada tabel *Limestone Analyses of East Java and Madura*, untuk wilayah Rengel-Tuban (*Near Rengel (Road Bodjonegoro-Tuban)*) menggambarkan *Limestone* disekitar

daerah Rengel-Tuban mengandung kadar CaO antara 55,70-55,90%, $\text{CO}_3 = 43,22-43,67\%$, $\text{H}_2\text{O} = 0,16-0,47\%$, $\text{SiO}_3 = 0,31\%$, Fe_2O_3 and $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,06 - 0,17\%$.

Limestone yang merupakan batuan karbonat dengan mineral utamanya adalah CaCO_3 dan MgCO_3 , dengan *specific gravity* antara 2,5 - 2,73 sedikit lebih lunak dari batuan beku, tetapi pada jenis tertentu menunjukkan kekerasan yang diprediksi memenuhi persyaratan sebagai *agregat perkerasan jalan*, dan mempunyai *sifat adhesi* yang baik terhadap aspal.

Tinjauan analisa mineral menurut H. Ries Ph.D and Thomas L. Watson Ph.D (*Element of Engineering Geology*, 1930), kualitas batuan limestone terdiri dari *specific gravity* rata-rata 2,70, *weight-pounds per cubic foot* rata-rata 168, *water absorbed-pounds per cubic foot* = 0,02 - 13,22, *french coefficient of wear* 1,2-21,7, *hardness* 0,00-19,1, *toughness* 2-25, *cementing value* 10-500 +.

2.2. Tinjauan pemakaian HRS

HRS adalah campuran antara agregat yang bergradasi timpang (*Gap Grade*) yang dicampur secara panas dan dipadatkan pada suhu tertentu dan merupakan pengetrapan pelapisan perkerasan pada permukaan atas. HRS yang dipakai di Indonesia dibagi 2 (dua) kelas yaitu : *Agregat Kelas A* : untuk jalan dengan beban lalu lintas ringan sampai sedang dengan karakteristik perkerasan yang diutamakan adalah keawetan, fleksibilitas dan daya tahan terhadap *fatigue* (kelelahan) ; *Agregat Kelas B* : untuk jalan dengan beban lalu lintas sedang sampai berat dengan karakteristik perkerasan yang diutamakan stabilitas selain fleksibilitas dan daya tahan terhadap *fatigue* (kelelahan).

Keuntungan HRS dibandingkan dengan aspal beton adalah memiliki ketahanan terhadap *fatigue* yang cukup besar, durabilitas tinggi, fleksibilitasnya tinggi, pelaksanaan mudah (*work ability*), ketebalan relatif lebih tipis (2,5-4 cm).

Bahan campuran HRS terdiri dari Agregat kasar (*coarse aggregate*), agregat halus (*fine aggregate*), bahan pengisi (*filler*) dan aspal dengan suatu perbandingan tertentu.

Prosentase agregat kasar berkisar 20-40%, sebagian besar campuran diisi agregat halus dan bahan pengisi. Untuk itu batu putih dicoba sebagai bahan substitusi agregat kasar dan halus batu hitam. Stabilitas campuran sebagian besar ditentukan oleh campuran mortar (Agregat halus + filler + aspal).

3. METODOLOGI

Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Pengambilan contoh material di lapangan.
2. Penelitian material di laboratorium yang meliputi:
 - Meninjau batuan secara geologis.
 - Pemeriksaan material sebagai bahan dasar HRS yang mengacu pada AASHTO, ASTM dan British Standard 812, meliputi : analisa kimia batuan, berat jenis dan absorpsi, keausan batuan, soundness test, indeks kepipihan, pembagian butir gradasi agregat, kadar organik agregat halus, kelekatan agregat terhadap aspal, perencanaan komposisi agregat campuran HRS, komposisi campuran HRS (agregat + filler + aspal), test Marshall campuran HRS.
3. Evaluasi dan kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Test Analisa Kimia Batu putih

Hasil analisa kimia oleh Lab. T. Kimia FTI-ITS, *batu putih* yang berasal dari Rengel-Tuban mengandung kadar Ca 27,2%, Mg 5,3 %, dan SiO_2 5,27%. Maka batuan ini merupakan batuan endapan yang termasuk golongan VII sesuai dengan pengolongan Limestone berdasarkan unsur-unsur yang dominan, sesuai tabel 1.

Tabel 1. Penggolongan Limestone

Unsur	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
SiO ₂	0,72	0,06	3,83	0,08	5,50	7,60	6,22
Al ₂ O ₃	1,50	0,80	2,31	0,25	1,30	0,75	1,70
FeO ₂							0,86
CaO	51,28	55,00	52,16	30,46	28,20	50,05	47,86
MgO	0,80		0,14	21,48	20,20	0,30	0,04
CO ₂	44,00	0,06	41,01	47,58	44,30	41,30	42,11
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂	-	0,05	0,20	-	-	-	-
Total	101,30	99,13	100,28	99,85	99,50	100	98,70

Sumber : *Elements Of Engineering Geologi, 1930*
H. Ries Phd and Thomas L. Watson Phd

4.2. Pemeriksaan Fisik Agregat, Filler dan Aspal AC 60/70

Hasil dari pemeriksaan laboratorium terhadap agregat halus, agregat kasar (batu putih) dan Filler seperti Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Pemeriksaan Fisik Agregat dan Filler

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan				Standar Max/Min
	F1	F2	F3	Filler	
Bulk Specific Gravity	2.575	2.690	2.545	2.85	
Saturated Surface Dry	2.620	2.760	2.635	2.94	
Apparent Specific Gravity	2.705	2.905	2.795	3.13	Min 2.50
Absorsion (Penyerapan)	1.92 %	2.755 %	3.49%	2.98%	Max 3%
Test Abrasi (Keausan) - Grading B - Grading C	30.64% 26.54%	-	-	-	Max 40%
Soundness Test (Pelapukan)	9.215%	-	-	-	Max 12%
Indeks Keppihan	28.43%	-	-	-	Max 25%
Test Analisa Saringan - Agregat kasar F1 - Agregat halus F2 - Agregat halus F3	33.48% - -	- 9.50 % -	- - 57.02%	- - -	(30-40) % (47-67) %
Test Kelekatan terhadap aspal	97.5%	-	-	-	Min 95%
Sand Equivalent Test	-	-	-	-	Min 95%
Test Kebersihan - Agregat batu putih - Sand Equivalent Test - Pasir Alami	1.43 % - -	- 96.34 % -	- - Diatas warna standart	- - -	Max 3% Min 50% Min dibawah warna standart

Dari hasil pemeriksaan *Asphalt AC 60/70* diperoleh *summary of bitument* sebagai berikut :

Tabel 3. Summary of Bitument (Asphalt AC 60/70)

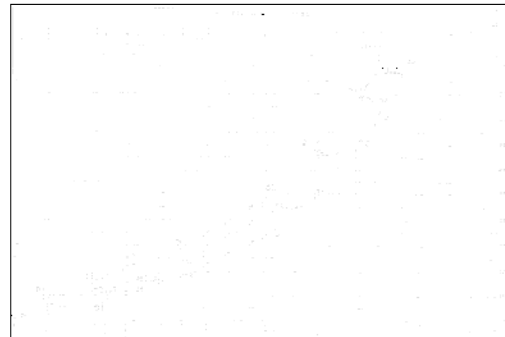
Jenis Pemeriksaan	Hasil Test	Standar	
		Min	Max
Penetrasi	6.467 mm	6.0 mm	7.0 mm
Titik Nyala & bakar	310.5 ^o C – 318.5 ^o C	200 ^o C	
Titik Lembek	48.25 ^o C	48 ^o C	58 ^o C
Daktilitas	125.6 mm	100 mm	

4.3. Komposisi Agregat Campuran HRS

Dari hasil analisa saringan agregat kasar (F1), agregat halus (pasir alam : F2), agregat halus (batu putih : F3), dan Filler, diperoleh komposisi yang memenuhi persyaratan gradasi.

Tabel 4. Komposisi Agregat Campuran HRS

Ukuran Saringan Inch/No	Fraksi I (F1)		Fraksi II (F2)		Fraksi III (F3)		Jmlh (%)	Syarat Gradasi (%)
	Lolos (%)	33.48 (%)	Lolos (%)	9.5 (%)	Lolos (%)	57.02 (%)		
3/8"	62.95	21.07	99.16	9.42	100	57.02	100	100
No.4	0.76	0.25	98.33	9.34	99.85	56.93	66.52	50-70
No.8	0.46	0.15	97.22	9.24	96.85	34.70	44.09	35-50
No.30	0.33	0.11	39.42	3.74	34.60	19.73	23.58	18-29
No.50	0.32	0.11	28.64	2.72	23.30	14.29	16.12	13-23
No.100	0.29	0.10	20.20	1.92	18.40	10.49	12.51	6-16
No.200	0.25	0.08	9.90	0.94	9.50	5.42	6.64	4-10



Gambar 1. Kurva Komposisi Campuran Agregat HRS

4.4. Perencanaan Komposisi Campuran HRS

Komposisi Campuran agregat+Filler+Aspal untuk *Test Marshall* dengan langkah-langkah:

- Benda uji didapatkan dengan memadatkan campuran HRS didalam silinder cetak Marshall.
- Kadar aspal dari masing-masing benda uji yaitu 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%.
- Pemadatan dilakukan 2 x 50 tumbukan

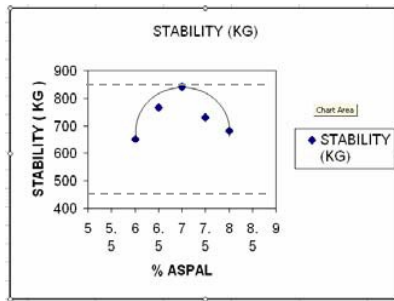
Dari hasil perencanaan diperoleh komposisi campuran Agregat+filler+Aspal untuk Marshall, hasil Test Marshall laboratorium dan grafik masing-masing parameter sehingga diperoleh kondisi kadar aspal optimum.

Tabel 5. Komposisi Campuran HRS

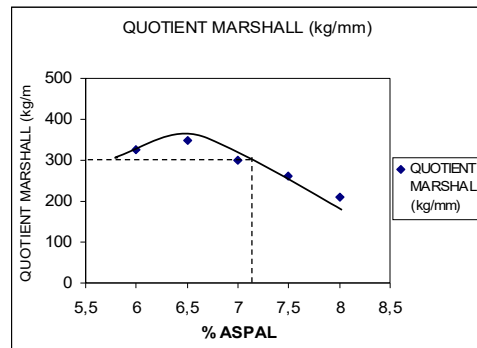
Aspal	6.0		6.5		7.0		7.5		8.0	
	Berat	%	Berat	%	Berat	%	Berat	%	Berat	%
F1	29.13	349.53	28.96	347.52	28.79	345.51	28.63	344	28.46	342
F2	8.26	99.18	8.22	98.61	8.17	98.04	8.12	97.5	8.08	96.9
F3	49.61	595.29	49.32	591.87	49.04	588.45	48.75	585.0	48.46	58
Filler	7	84	7	84	7	84	7	84	7	84
Aspl	6	72	6.5	78	7	84	7.5	90	8	96
Toil	100	1200	100	1200	100	1200	100	1200	100	1200

Tabel 6. Hasil Test Marshall Laboratorium

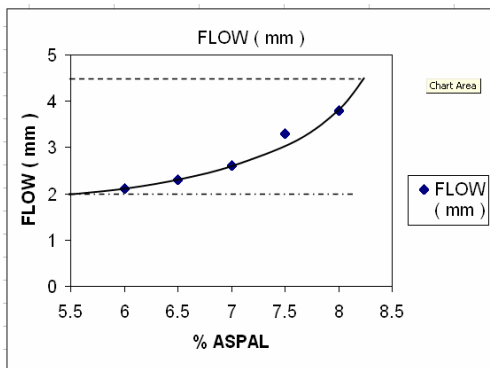
Kadar Aspal	Kode	Stabi Lity (kg) (kalibrasi)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)	Density (gr/mm)	Air Void Content (%)
6.0%	I	737.30	2.00	320.10	2.32	4.94
	II	733.66	2.05		2.31	
	III	740.93	2.10		2.30	
6.5%	I	780.88	2.10	340.81	2.29	4.15
	II	795.41	2.40		2.33	
	III	755.46	2.25		2.31	
7.0%	I	842.60	2.72	301.54	2.33	3.35
	II	751.80	2.70		2.34	
	III	755.5	2.40		2.29	
7.5%	I	715.5	3.00	257.66	2.30	2.53
	II	748.2	2.15		2.31	
	III	744.6	3.20		2.32	
8.0%	I	690	3.00	214.94	2.30	2.13
	II	715.5	3.30		2.31	
	III	686.45	3.30		2.29	



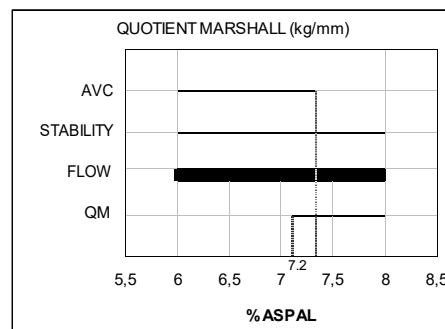
Gambar 2. Grafik Stability (kg)



Gambar 5. Quotient Marshall



Gambar 3. Grafik Flow (mm)



Gambar 6. Kadar Aspal Optimum

Dari grafik diperoleh kadar aspal optimum =

$$\frac{7.1+7.3}{2} = 7.2\%$$

4.5. Perencanaan Campuran HRS Optimum

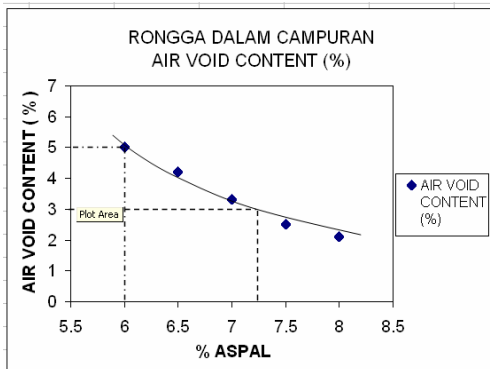
Kadar aspal optimum dicapai pada saat kadar aspal sebesar 7,2 %.

Tabel 7. Komposisi Campuran + Filler + Aspal dengan kadar aspal 7,2 %

Material	Berat	
	%	Gram
F1	28.73	344.71
F2	8.15	97.81
F3	48.92	587.08
Filler	7.00	84
Aspal	7.20	86.4
Total	100	1200

4.6. Hasil Test Marshall II

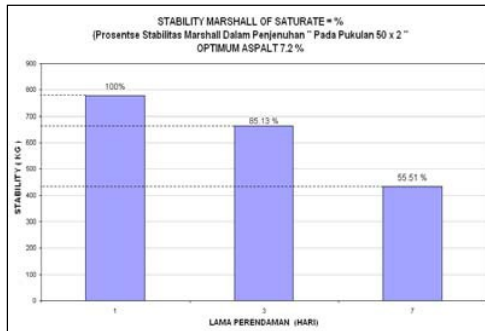
Hasil test Marshall II yang dilakukan pada campuran HRS pada kadar aspal optimum dengan perendaman pada benda uji selama 1, 3 dan 7 hari diperoleh parameter sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Air Void Content

Tabel 8. Hasil Test Marshall

Lama renderan	Kode	H (mm)	Berat Kering (gr)	Berat Jenuh (gr)	Berat dimat (gr)	Flow (0.01) (mm)	Stabilitas (kg)	Marshall Quotient (kg/mm)
1 hari	I	6.4	1184	1190	672.6	2.90	810	281.61
	II	6.5	1188.8	1191.5	675.7	2.80	839	
	III	6.7	1186	1195	675.4	2.60	879	
3 hari	I	6.4	1186	1195	673.2	4.00	690.1	167.25
	II	6.5	1184.4	1194.3	670.5	4.20	719.1	
	III	6.7	1183.9	1195.6	671.2	3.70	741	
7 hari	I	6.4	1185	1196.2	666.9	5.80	450.4	79.00
	II	6.5	1187.2	1195	666.2	5.40	472.2	
	III	6.7	1184.8	1196.5	669.4	5.30	479.4	



Gambar 6. Optimum Aspal 7.2 %

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian penggunaan batu putih dari Rengel Tuban sebagai bahan Agregat campuran HRS dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Batu Putih dari Rengel ditinjau dari kandungan unsur kimianya termasuk batuan mineral golongan VII (limestone magnesium) dengan specific gravity 2,7 dengan kandungan Ca 27%, Mg 5,3% dan SiO₂ 5,27%, dan memenuhi syarat sebagai bahan agregat campuran HRS kelas A untuk jalan yang memikul beban lalu lintas rendah sampai sedang dengan angka stabilitas 450-850 kg.
2. Untuk Agregat halus batu endapan (batu putih) dari Rengel jika dipakai dalam bahan dasar Campuran HRS, yang harus diperhatikan adalah penyerapannya cukup besar (3,49% > 3,00%), hal ini dapat mempengaruhi jumlah pemakaian aspal dalam campuran.
3. Dalam penggunaan batu putih sebagai agregat campuran HRS yang harus diperhatikan adalah Indeks Kepipihannya. Dalam percobaan yang dilakukan dengan menggunakan cara pemecahan sekunder sehingga menghasilkan indeks kepipihan yang relatif besar (28,4% > 25%).

4. Untuk mendapatkan campuran HRS yang baik, kadar aspal dalam campuran sebaiknya ditetapkan berdasarkan perencanaan campuran di Laboratorium.

5.2. Saran

1. Dengan terpenuhinya syarat-syarat teknis penggunaan batu putih dapat digunakan sebagai agregat campuran HRS, maka hendaknya sumber daya alam tersebut dapat dimanfaatkan dan diolah semaksimal mungkin dengan peralatan yang lebih tepat guna.
2. Untuk menghasilkan indeks kepipihan yang kecil, dalam pemecahan batu putih hendaknya dilakukan sebaik mungkin, karena indeks kepipihan yang besar akan mempengaruhi nilai stabilitas campuran HRS, selain itu agregat yang pipih juga membuat interlocking antar agregat tidak saling mengunci.

6. DAFTAR ACUAN

- Rujukan yang dipakai dalam penyusunan makalah ini, antara lain:
- Asweda, Fardiansyah, dan Ami Asparini, 1989, "Penelitian penggunaan batu putih (sedimentary rock) dari desa Ngandong kecamatan Rengel Tuban sebagai bahan agregat HRS", Tugas Akhir LPPU ITS.
- Colin P Corne, Direktorat Jenderal Bina Marga, "Specification for High - Durability Aspalts", Maret 1985, Central Design Office Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.
- Direktorat Bina Marga, 1976 " Manual Pemeriksaan Bahan Jalan", Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Bina Marga, 1983 " Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton Flexible (LATASTON)", Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, No. 12/PT/B/1983
- Direktorat Bina Marga, 1983 " Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton Flexible (LASTON)", Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, No. 13/PT/B/1983

Departemen Perindustrian, "Standar Industri Indonesia (SII.0088-75), Test Pelapukan Agregat"

H. Ries, Ph.D and Thomas L. Watson, Ph.D, "Element of Engineering Geology", John Wiley and Sons Inc. 1930, New York.

Marais CP, 1979 "Surfacings Asfalt Pavement : Asfalt Concrete of Gap - Graped".

R. W. Van Bemmelen "The Geology of Indonesia Vol. II, martinus Nijhoff / The Hague/1970, Netherland.