

# PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SLAG BAJA DAN KERIKIL MADURA SEBAGAI PENGGANTI BATU PECAH UNTUK PERKERASAN ASPAL BETON

Theresia MCA.<sup>1)</sup> Amrita Winaya <sup>2)</sup>  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
longteyes@gmail.com.

## ABSTRAK

Madura merupakan salah satu pulau yang memiliki potensi material yang sangat besar. Namun dalam pembangunan infrastruktur jalan di beberapa wilayah di Pulau Madura masih menggunakan material dari Pulau Jawa. Perkerasan jalan merupakan prasarana yang sangat diperlukan bagi kegiatan sosial, ekonomi dan budaya. Salah satu perusahaan Industri di sekitar kota Surabaya terdapat pabrik peleburan baja salah satunya PT. Hanil Jaya Steel menghasilkan limbah *slag*, pemanfaatan limbah *slag* sangat diperlukan guna meminimalisir terjadinya penumpukan yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan, dalam penelitian ini mencoba menggunakan limbah slag baja PT Hanil Jaya Steel sebagai bahan pengganti kerikil yang berasal dari pulau Madura, kerikil dan pasir diambil daerah Bangkalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kerikil asal Bangkalan dan slag terhadap karakteristik pada campuran beton aspal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan kerikil slag baja pada konstruksi beton aspal dengan variasi kadar slag 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Untuk melakukan pemeriksaan agregat asal Madura maupun agregat slag serta aspal harus mengikuti prosedur sesuai dengan SNI. Hasil pemeriksaan dan analisis karakteristik campuran aspal beton dengan menggunakan variasi kadar kerikil slag baja menunjukkan adanya peningkatan kinerja campuran beton aspal. Dari hasil **Stabilitas** kadar aspal 6% mempunyai nilai paling tinggi, **Durabilitas** kadar aspal 5 % mempunyai nilai paling tinggi, **Marshall quotient** kadar aspal 5.5 % mempunyai nilai paling tinggi,

**Kata Kunci:** Slag Baja, Stabilitas, Durabilitas.

## 1. PENDAHULUAN

Pulau Madura adalah salah satu pulau yang ada di Jawa Timur yang memiliki potensi material yang sangat besar. Material dari Madura jarang digunakan sebagai perkerasan jalan (struktur jalan raya) namun banyak digunakan sebagai material beton. Agregat Madura memiliki warna kecoklatan dan sedikit putih. Selain material dari Madura penelitian ini juga memakai limbah dari peleburan baja sebagai pengganti kerikil dari Madura. Pada era dewasa ini di Indonesia khususnya, dengan bertambahnya industri di Indonesia sisa hasil produksi atau limbah juga semakin meningkat. Oleh sebab itu perlu dibutuhkan sarana pengolahan atau pemanfaatan limbah guna mengurangi dampak limbah tersebut. *Slag* baja atau yang biasa disebut *Steelslag* yang merupakan sisa hasil dari proses peleburan baja. *Slag* baja mempunyai karakteristik seperti kerikil dengan permukaan berongga, namun rongga tersebut tidak berhubungan satu sama lain, bila

slag terbelah karena proses pemecahan, maka kekerasan tidak hilang sampai butir terkecil sekalipun, karena agregat slag mempunyai kekerasan yang tinggi menyebabkan agregat slag baik untuk bahan perkerasan jalan. Atas dasar pemikiran tersebut, maka perlu diadakan suatu penelitian untuk pemanfaatan limbah slag sebagai agregat kasar yang dicampur dengan material dari Madura untuk campuran beton aspal (*asphalt concrete*) dalam perencanaan jalan raya, dalam hal ini dipakai untuk perencanaan sub base. Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut mengetahui pengaruh limbah slag sebagai pengganti kerikil terhadap campuran beton aspal (AC), mencari kadar aspal optimum dalam campuran beton aspal (AC).

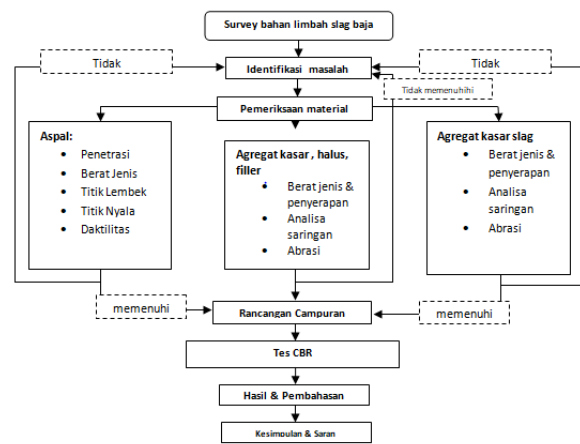
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Metode dan Rancangan Penelitian

- Variasi yang dilakukan adalah prosentase agregat kasar *slag* terhadap agregat kasar madura yang akan disubstitusikan dalam

campuran aspal beton kadar krikil *slag* yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%.

- Material : Aspal dengan penetrasi 60/70, filler abu batu, agregat halus abu batu, agregat kasar dengan fraksi 1/2” – No. 8,
- Agregat slag berasal dari PT. Hanil Jaya Steel Sidoarjo
- Pedoman pengujian dan perencanaan menggunakan *standard nasional Indonesia (SNI), Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI perkerasan beraspal, Dep. PU, Edisi November 2010, Pd T-04-2005-B, Dep. PU.*
- Penentuan komposisi campuran, penentuan job mix dan test marshall



Gambar 1 Metodologi Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Madura

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan	Ket
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.6	Min 2,5	OK
Berat kering permukaan jenuh (SSD) = $\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.59	Min 2,5	OK
Berat jenis semu (Apparent) = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.62	Min 2,5	OK
Penyerapan = $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	1.22 %	Maks 3%	OK

(Hasil olah data uji berat jenis dan penyerapan 2018)

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Slag

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan	Ket
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{Bk}{Bj - Ba}$	3.35	Min 3.3	OK
Berat kering permukaan jenuh (SSD) = $\frac{Bj}{Bj - Ba}$	3.57	Min 3.3	OK
Berat jenis semu (Apparent) = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$	3.67	Min 3.3	OK
Penyerapan = $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	1.1 %	Maks 3%	OK

(Hasil olah data uji berat jenis dan penyerapan 2018)

#### 3.3. Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batu

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat abu batu bahwa agregat tersebut telah memenuhi spesifikasi dari Pd T-04-2005-B,

Tabel 3. Berat Jenis Dan Penyerapan Abu Batu

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan	Ket
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{Bk}{Bj - Ba}$	3	Min 3.3	OK
Berat kering permukaan jenuh (SSD) = $\frac{Bj}{Bj - Ba}$	3.2	Min 3.3	OK
Berat jenis semu (Apparent) = $\frac{Bk}{Bk - Ba}$	3.23	Min 3.3	OK

$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1.4 %	Maks 3%	OK
----------------------------------------------------------	-------	---------	----

(Hasil olah data uji berat jenis dan penyerapan 2018)

### 3.4. Pemeriksaan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Dari hasil uji abrasi menunjukkan bahwa agregat standar dan agregat slag telah memenuhi spesifikasi yang di syaratkan oleh Pd T-04-2005-B, Dep PU

a. Keausan Kerikil Madura

a = 5000 gram

b = 3590 gram

c = 1410 gram

$$\text{Keausan} = \frac{1349}{5000} \times 100\% = 28.2\% < 40\%$$

b. Keausan Kerikil Slag

a = 5000 gram

b = 4098 gram

c = 901 gram

$$\text{Keausan} = \frac{901}{5000} \times 100\% = 18.02\% < 40\%$$

### 3.5. Pemeriksaan Aspal

Dari hasil pemeriksaan diperoleh data – data yang memenuhi persyaratan spesifikasi aspal.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Bahan Pengikat (Aspal Pen 60/70)

Pengujian	Hasil Penelitian	Spek.	Ket
Penetrasi, 25 °C; 100gr; 5 dtk; 0.1mm	69 mm	60 - 79	OK
Berat Jenis	1.036	Min 1	OK
Titik Lembek	51 °C	48 - 58	OK
Daktalitas	153 cm	Min. 100	OK

(Hasil olah data pemeriksaan aspal pen 60/70, 2018)

### 3.6. Perencanaan Kadar Aspal

Rumus kadar aspal yang dipakai adalah dari Pd T-04-2005-B sebagai berikut :

Kadar aspal : Pb = 0.035 (%CA) + 0.045 (%FA) + 0.18 (%filler) + K

Dimana : Pb = kadar aspal perkiraan

CA = % agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = % agregat halus lolos saringan No.8 tertahan No.200

Filler = agregat halus tertahan No.200

Nilai konstanta (K) untuk AC dan HRS = 0.5 - 1

Maka : CA = 51.45 %

FA = 41.55 %

Filler = 7 %

K = 1

% Aspal = (0.035 x 51.45) + (0.045 x 41.55) + (0.18 x 7) + 1.0

= 5.93 % ≈ 6.0 %

Jadi kadar aspal yang dipakai adalah 5.0 %, 5.5 %, 6 %, 6.5 %, 7 %

Tabel 5. Data Hot Mix Design Dengan Menggunakan Cara Marshall

Kadar Aspal	Kadar Slag	Berat Kering (gr.)	Berat SSD (gr.)	Berat Dalam Air (gr.)	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	VMA (%)	VFB (%)	VIM (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	MQ (Kg/mm)
5%	0%	1187	1193	685	2.33	17.39	66.98	6.148	1198	3.10	386
	10%	1190	1195	704	2.45	16.87	67.33	5.175	1456	3.13	464
	20%	1192	1194	713	2.49	18.54	66.59	6.624	1601	3.33	480
	30%	1189	1195	723	2.5	19.64	64.19	7.470	1927	3.53	545

	40%	1187	1196	724	2.51	20.57	65.29	7.322	1932	3.56	536
	50%	1186	1195	729	2.53	21.86	58.31	9.557	1951	3.63	537
5.50%	0%	1182	1189	683	2.34	17.51	73.50	5.088	1304	3.28	397
	10%	1185	1191	703	2.44	16.98	78.82	4.062	1613	3.53	456
	20%	1188	1192	711	2.48	18.89	71.96	5.771	1862	3.80	490
	30%	1189	1194	723	2.53	19.82	70.16	6.397	2293	4.03	538
	40%	1185	1193	720	2.55	21.68	73.23	6.887	2319	4.17	543
	50%	1186	1192	728	2.56	22.04	63.82	8.464	2325	4.23	549
6 %	0%	1181	1187	679	2.31	18.46	75.58	4.992	1503	3.77	399
	10%	1186	1189	701	2.44	17.45	83.66	3.359	1723	3.97	434
	20%	1185	1188	710	2.47	19.10	77.83	4.753	2049	4.47	458
	30%	1187	1190	721	2.52	20.17	75.27	5.516	2487	4.57	486
	40%	1186	1189	724	2.54	21.81	73.33	6.445	2479	4.81	513
6.5%	0%	1180	1185	675	2.33	19.17	78.57	4.631	1282	4.20	305
	10%	1182	1185	698	2.39	17.97	87.87	2.728	1426	4.47	319
	20%	1183	1184	705	2.42	19.82	81.02	4.318	1870	4.98	375
	30%	1185	1186	718	2.49	20.77	79.05	4.922	2024	4.95	384
	40%	1185	1187	719	2.52	21.25	75.04	5.118	2049	5.65	399
	50%	1183	1186	722	2.55	22.96	72.33	6.929	2056	5.35	402
7 %	0%	1176	1177	672	2.31	19.17	85.12	3.416	1227	4.70	261
	10%	1178	1180	694	2.40	18.60	91.26	2.215	1369	5.17	265
	20%	1180	1181	700	2.40	20.72	82.97	4.126	1517	5.57	272
	30%	1182	1182	709	2.48	22.04	79.34	5.162	1775	5.60	291
	40%	1174	1180	713	2.51	22.88	76.86	5.782	1833	5.92	294
	50%	1177	1178	716	2.54	23653	75.31	6.458	1775	6.10	296

(Hasil olah data hot mix design dengan cara marshall 2018)

### 3.7. Hasil Pengaruh Slag Terhadap Karakteristik (Stabilitas, Durabilitas, Fleksibilitas) Campuran

#### 1. Pengaruh Slag Terhadap Stabilitas Campuran

Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) seperti gelombang, alur, atau mengalami bleeding. Nilai Stabilitas dengan prosentase kadar slag dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Nilai Stabilitas dengan Kadar Slag Baja

Kadar Aspal %	Variasi Kadar Kerikil Slag (%)					
	0	10	20	30	40	50
5	1198.77	1456.46	1601.79	1820.44	1927.88	1951.40
5.5	1304.83	1613.69	1862.44	2015.23	2293.13	2325.98
6	1503.83	1723.69	2049.57	2209.56	2387.10	2483.52
6.5	1282.25	1426.62	1870.10	1966.11	2033.96	2056.67
7	1227.28	1369.64	1517.71	1714.36	1833.75	1995.64

Dari tabel 6. menunjukkan bahwa semua nilai stabilitas memenuhi persyaratan yang disyaratkan. Dari hasil stabilitas kadar aspal 6% mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar

slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat.

#### 2. Hasil Nilai Pengaruh Slag Terhadap Karakteristik Durabilitas Campuran

Nilai VIM memberi pengaruh durabilitas atau keawetan dari campuran beton aspal.

Nilai VIM dengan prosentase slag dapat dilihat pada tabel

Tabel 7. Nilai VIM dengan Kadar Slag Baja

Kadar Aspal	Variasi Kadar Kerikil Slag (%)					
	0	10	20	30	40	50
5	6.15	5.17	6.62	7.47	8.53	9.56
5.5	5.09	4.06	5.77	6.4	7.61	8.46
6	4.99	3.36	4.75	5.52	6.25	7.62
6.5	4.63	2.73	4.32	4.92	5.47	6.93
7	3.42	2.21	4.13	5.16	5.92	6.46

Dari tabel 7 menunjukkan bahwa semua nilai durabilitas memenuhi persyaratan yang disyaratkan. Dari hasil durabilitas kadar aspal 5 % mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat.

Marshall quotient (MQ) adalah hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Nilai MQ menunjukkan fleksibilitas campuran, yaitu semakin besar nilai MQ maka campuran akan semakin kaku, jika campuran terlalu kaku menyebabkan campuran tersebut mudah retak namun sebaliknya jika campuran terlalu lentur, campuran akan cenderung kurang stabil. Nilai flow dengan kadar aspal dapat dilihat pada tabel

### 3. Hasil Nilai Pengaruh Slag Terhadap Fleksibilitas Campuran

Tabel 8. Nilai MQ dengan Kadar Slag Baja

Kadar Aspal	Variasi Kadar Kerikil Slag (%)					
	0	10	20	30	40	50
5	386	464	480	504	537	545
5.5	397	456	490	522	549	568
6	399	434	458	500	531	542
6.5	305	319	375	418	439	463
7	261	265	272	291	304	335

Dari tabel 8 menunjukkan bahwa semua nilai Marshall quotient memenuhi persyaratan yang disyaratkan. Dari hasil Marshall quotient kadar aspal 5.5 % mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat

2. Karakteristik slag baja juga sudah sesuai dengan SNI
3. Kadar aspal optimum bisa didapatkan sebesar 6%
4. Hasil akhir spesifikasi campuran beton aspal:
  - Kepadatan untuk hasil kadar aspal 6% dengan variasi kadar kerikil slag 50% mencapai 2,56%
  - Rongga terhadap agregat (VMA) & (VFB) kadar aspal 7% dengan variasi kadar kerikil slag 50%
  - Kelelahan kadar aspal &% dengn variasi kadar kerikil slag 50

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Dari pemeriksaan karakteristik material semua sudah sesuai dengan persyaratan SNI

- Hasil stabilitas kadar aspal 6% mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat.
- Hasil durabilitas kadar aspal 5 % mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat.
- Dari hasil Marshall quotient kadar aspal 5.5 % mempunyai nilai paling tinggi, prosentase kadar slag semakin bertambah prosentase campuran semakin meningkat.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal*, Edisi November 2010, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Leksminingsih, dkk, 2011, *Pemanfaatan Slag Baja Untuk Teknologi Jalan Yang Ramah Lingkungan*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Dep PU, Bandung.
- Pd T-04-2005-B, *Pedoman Penggunaan Agregat Slag Untuk Campuran Beraspal Panas*, 2005, Departemen Pekerjaan Umum.
- Revisi SNI 03-1737-1989,2006, *Pelaksanaan Lapis Campuran beraspal Panas*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Saodang Hamiran, 2004, *Konstruksi Jalan Raya*, penerbit Nova, Bandung
- SNI 03-6723-2002, *Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6819-2002, *Spesifikasi Agregat Halus untuk Campuran Perkerasan Beraspal*, Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Tahir, Anas.2009. *Karakteristik Campuran beton Aspal (AC – WC) dengan Menggunakan Variasi Filler Abu Terbang Batu Bara*. Jurnal SMARTek, Vol. 7,No. 4, Nopember 2009: 256 - 278