

ANALISA PERPINDAHAN PANAS *PAVING BLOCK* TERBUAT DARI ABU BOILER SISA PEMBAKARAN SERAT DAN CANGKANG KELAPA SAWIT

St. Nugroho Kristono

Program Studi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : nkristono@gmail.com

Abstrak

Paving block dari abu boiler adalah salah satu produk bahan bangunan yang dibuat dari sisa pembakaran serat dan cangkang kelapa sawit pada boiler, serta semen yang diaduk secara manual lalu dicetak. *Paving block* digunakan sebagai penutup atau pengerasan permukaan tanah yang bisa menyerap air. Terdapat standarisasi kekuatan *paving block*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* terbuat dari abu sisa pembakaran pada boiler di pabrik kelapa sawit dan perpindahan panas pada *paving block* biasa. Terdapat 4 komposisi yang berbeda antara abu boiler dan semen dalam pembuatan *paving block* tersebut, yaitu: 1:1; 1:³/₄; 1:¹/₂; dan 1:¹/₄. Berat jenis (*density*) *paving block* dari abu boiler adalah 1.175,26 Kg/m³, sedangkan berat jenis *paving block* biasa adalah 2.110,10 Kg/m³. Konduktivitas termal *paving block* adalah 0,72 W/m.K. Diperoleh nilai perpindahan panas yang berbeda antara *paving block* dari abu boiler dengan *paving block* biasa. Untuk *paving block* dari abu boiler dengan komposisi 1:1; 1:³/₄; 1:¹/₂; dan 1:¹/₄ dengan temperatur panas (Tp) 200°C dan temperatur dingin (Td) 32°C diperoleh nilai perpindahan panas (*q*) sebesar 48,98 W. Sedangkan *paving block* biasa dengan temperatur (Tp) 200°C dan temperatur dingin (Td) 33°C diperoleh nilai perpindahan panas (*q*) sebesar 37,36 W. Temperature maksimal pengujian sebesar 200°C tidak merubah struktur dan dimensi pada *paving block* dari abu boiler.

Kata Kunci

Paving Block, Abu Boiler, Perpindahan Panas.

Abstract

Paving block of boiler ash is a building material product made from residual burning of fiber and palm shells in boiler, as well as manually stirred cement and then printed. Paving block is used as cover or hardening of soil surface that can absorb water. There is standardization of paving block strength. The purpose of this research is to know the amount of heat transfer that occurs in paving block made from burning residue in boiler at palm oil mill and heat transfer in ordinary paving block. There are 4 different compositions between boiler ash and cement in the manufacture of the paving block, ie: 1:1; 1:³/₄; 1:¹/₂; and 1:¹/₄. The density of paving block from boiler ash is 1,175.26 Kg/m³, while the typical paving block weight is 2,110.10 Kg/m³. The thermal conductivity of the paving block is 0.72 W/m.K. Different heat transfer values are obtained between paving block of boiler ash with regular paving blocks. For paving block of boiler ash with composition 1:1; 1:³/₄; 1:¹/₂; and 1:¹/₄ with hot temperature (Tp) 200 °C and cold temperature (Td) 32 °C obtained heat transfer value (q) of 48.98 W. While the usual paving block with temperature 200 °C and cold temperature (Td) 33 °C obtained heat transfer value (q) of 37.36 W. Maximum test temperature of 200 °C does not change the structure and dimensions of the paving block of boiler ash.

Keywords

Paving Block, Boiler Ash, Heat Transfer.

Pendahuluan



Paving block atau blok beton terkunci menurut SII.0819-88 adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan *agregat* dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, *paving block* adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci (Dudung Kumara, 1992; Akmaluddin dkk, 1998). *Paving block* abu boiler adalah batu cetak yang berasal dari campuran berupa abu boiler dari pembakaran serat dan cangkang kelapa sawit dan semen dengan perbandingan campuran tertentu, yang mempunyai beberapa variasi bentuk untuk memenuhi selera pemakai.

Abu boiler pembakaran serat dan cangkang kelapa sawit merupakan biomass dengan kandungan silika ($\text{SiO}_2 \pm$) yang potensial dimanfaatkan. Pembakaran cangkang dan serat buah menghasilkan kerak yang keras berwarna putih – keabuan akibat pembakaran dengan suhu yang tinggi dengan kandungan silika 58,02%. Selain itu, abu boiler tersebut juga mengandung kation anorganik seperti kalium dan natrium (Graille dkk, 1985). Spesifikasi dari abu boiler adalah berbentuk halus, seperti serbuk (powder). Ukuran abu boiler < 3 mm. Abu boiler berwarna abu-abu hingga hitam (Anonimous, 2007). Abu boiler mengandung 3 komponen utama SiO_2 sebanyak 58,02%, CaO sebanyak 12,65% dan Al_2O_3 sebanyak 8,70%. Abu boiler merupakan bahan material yang bersifat *pozzolan*, karena abu boiler yang dihasilkan disisa pembakaran ini mempunyai kandungan silika yang cukup tinggi. Proses pembakaran serat cangkang menjadi abu juga membantu menghilangkan kandungan kimia organik. Perlakuan panas terhadap silika dalam serat cangkang berakibat pada perubahan struktur yang berpengaruh terhadap aktivitas *pozzolan* abu dan kehalusan butiran Abu boiler mempunyai berat jenis 2,270 (Edison, 2003).

Abu boiler ini berasal dari pada kerak boiler yang mengalami proses penggilingan atau yang telah dihaluskan. Salah satu limbah boiler ini pada dasarnya adalah abu yang mengeras pada setiap dinding-dinding boiler akibat endapan-endapan abu yang terperangkap pada mesin siklon saat terjadinya pembakaran cangkang dan serat buah kelapa sawit pada tungku pembakaran boiler. Kerak/slag boiler yang disebabkan adanya endapan-endapan deposit mineral yang mengeras. Fenomena ini sangat merugikan bagi pembakaran pada boiler, karena akan mengurangi efisiensi pertukaran panas. Penyebab fenomena ini adalah tekanan gas yang berbeda pada setiap bahan bakar yang mengakibatkan percikan pijar api dan partikel yang relatif ringan, namun tidak mampu keluar daripada mesin pengendap siklon dan akan melekat pada dinding-dinding boiler. Sedangkan partikel yang ringan akan dikeluarkan melalui cerobong asap dan partikel yang relatif berat dan habis terbakar akan tertampung pada tempat abu yang berada dibawah tungku. Slag/kerak boiler kelapa sawit ini adalah memiliki massa yang lebih berat dari pada *fly ash* (abu terbang)

St. Nugroho Kristono

Analisa Perpindahan
Panas *Paving Block*
Terbuat dari Abu Boiler
Sisa Pembakaran Serat
dan Cangkang Kelapa
Sawit

yang keluar dari pada cerobong asap, dan kerak boiler ini relatif memiliki pori-pori yang banyak. Pada Umumnya kerak ini digunakan oleh Pabrik Kelapa Sawit sebagai pengeras jalan di sekitar pabrik.

Berdasarkan uraian diatas, untuk memaksimalkan pemanfaatan sisa dari pembakaran boiler yang berupa abu boiler maka dibuat kajian yang membahas tentang " Analisa Perpindahan panas "*Paving Block*" terbuat dari abu boiler pembakaran serat dan cangkang Kelapa Sawit".

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pemanfaatan abu hasil pembakaran serat dan cangkang pada boiler.
2. Untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* yang terbuat dari abu hasil pembakaran serat dan cangkang pada boiler.
3. Untuk mengetahui letak perbedaan perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* yang terbuat dari abu hasil pembakaran serat dan cangkang pada boiler dengan komposisi material *paving block* yang berbeda.

Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2017, bertempat di kampus Politeknik Citra Widya Edukasi.

Alat-alat yang digunakan adalah seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan bahan-bahan yang digunakan adalah seperti terlihat pada Tabel 2.

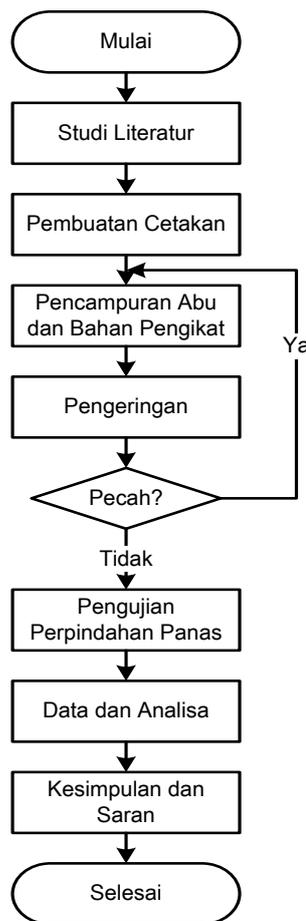
Tabel 1 Alat-alat Yang Digunakan

Alat	Fungsi
Cetakan <i>paving block</i>	Untuk mencetak <i>paving block</i>
Cetok	Untuk mengaduk campuran bahan
Palu	Untuk memadatkan pada saat pencetakan <i>paving block</i>
Timbangan manual	Untuk mengetahui berat komposisi dari bahan
Ember plastic	Untuk mencampur bahan dan sebagai tempat air
Kompur elektrik	Sumber panas untuk pengujian
Termometer stick	Alat ukur temperature

Tabel 2 Bahan-bahan Yang Digunakan

Bahan	Fungsi
Abu boiler	Sebagai sampel dari penelitian
Semen	Bahan pengikat

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

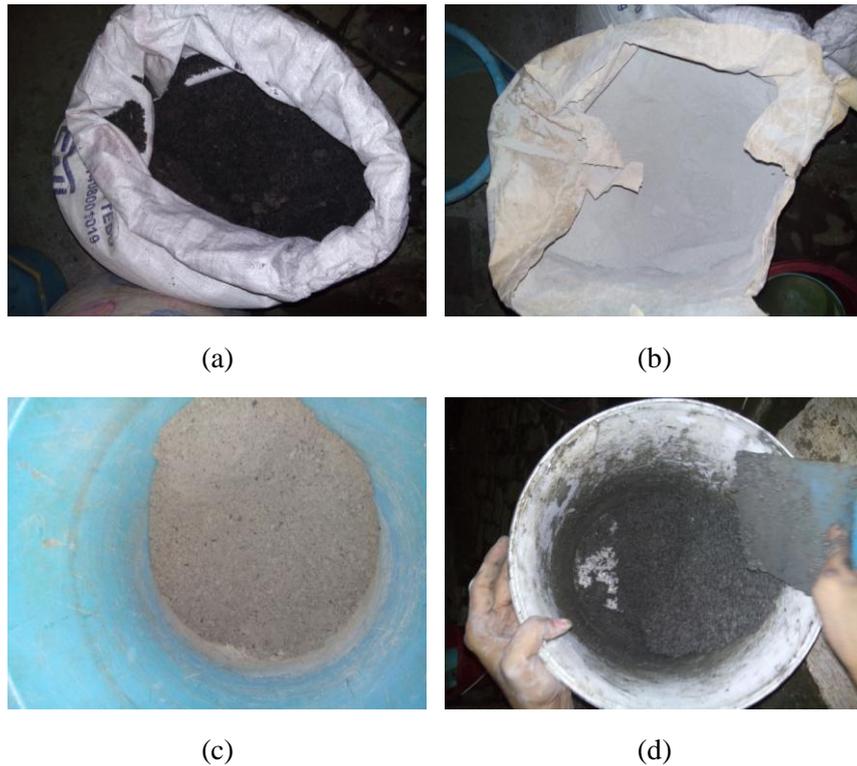
Hasil dan Pembahasan

Proses Pembentukan *Paving Block*

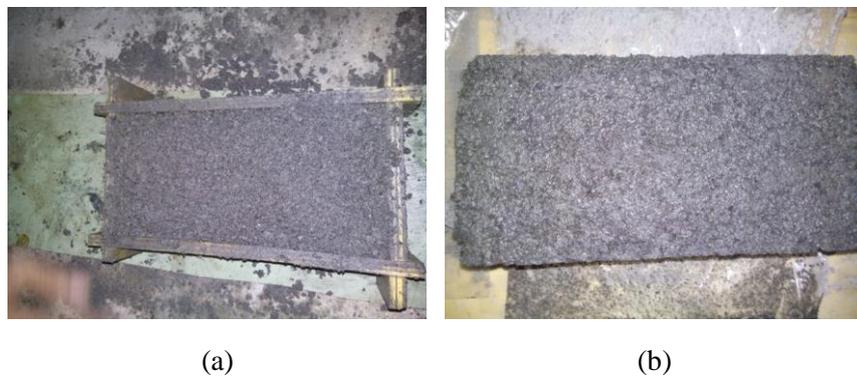
Paving block yang dibuat dari bahan abu boiler (sisa pembakaran di dalam ruang bakar untuk mengubah fase cair menjadi gas bertekanan pada ketel uap) dengan bahan perekat semen, maka terbentuk ikatan antara keduanya. Pada proses pencampuran tersebut abu boiler yang berwarna hitam pekat dan berbentuk butiran disatukan dengan bahan perekat semen. Abu boiler yang ditimbang terlebih dahulu, kemudian menimbang kembali semen dengan komposisi yang telah diukur, yaitu 1:1 (satu kg abu boiler berbanding 1 kg semen). Adapun komposisi yang diatur selanjutnya adalah 1 : $\frac{3}{4}$; 1 : $\frac{1}{2}$; dan 1 : $\frac{1}{4}$. Adapun gambar dari bahan dan hasil pencampuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Setelah melakukan pencampuran antara abu boiler dengan bahan semen maka dilakukan pencetakan. Adapun gambar cetakan dan hasil cetakan dapat dilihat pada Gambar 3.

Setelah *paving block* terbentuk, maka dilakukan proses pengeringan dan mengurangi kadar air yang masih ada. Setelah *paving block* mengeras, maka dilakukan proses pengujian perpindahan panas.



Gambar 2 Bahan Utama *Paving Block*: (a) Abu Boiler; (b) Semen; (c) Pencampuran Abu Boiler dengan Semen; dan (d) Pengadukan Bahan dengan Penambahan Air



Gambar 3 Pencetakan *Paving Block*: (a) Bahan *Paving Block* dicetak; dan (b) Hasil Cetakan *Paving Block*

Pengujian Perpindahan Panas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* dengan menggunakan perpindahan panas konduksi. Pada saat pelaksanaan pengujian perpindahan panas konduksi pada *paving block* abu boiler ini harus dipastikan bahwa temperatur ruangan normal dan stabil. Dengan mengetahui beberapa parameter yang terdapat pada *paving block*, yaitu: dimensi, konduktivitas termal benda, perbedaan temperatur dari *paving block* (T_p = Temperatur panas/sumber, T_d = Temperatur dingin/sisi yang tidak terkena panas), maka dapat

dihitung perpindahan panas yang terjadi. Perhitungan perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* abu boiler dengan menggunakan persamaan (1) adalah sebagai berikut:

$$q = \frac{(\Delta T)}{K.A} \quad (1)$$

$$q = \frac{((200^{\circ}\text{C}-32^{\circ}\text{C}))}{(0,72 \text{ W/m.K})(0,02714 \text{ m}^2)}$$

$$= 48,98 \text{ W}$$

Dari pengujian semua sampel dengan komposisi yang berbeda diperoleh data pengujian dan nilai hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 – 6.

Tabel 3 Data Pengujian *Paving Block* dengan Komposisi 1:1

No	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3			Perpindahan Panas (W)
	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	
1	50	32	39	50	32	45	50	32	50	5,25
2	60	32	75	60	32	85	60	32	90	8,16
3	70	32	105	70	32	110	70	32	130	11,08
4	80	32	130	80	32	135	80	32	158	13,99
5	90	32	160	90	32	163	90	32	187	16,91
6	100	32	200	100	32	190	100	32	227	19,83
7	110	32	254	110	32	215	110	32	243	22,74
8	120	32	315	120	32	270	120	32	283	25,66
9	130	32	370	130	32	315	130	32	310	28,57
10	140	32	455	140	32	380	140	32	323	31,49
11	150	32	490	150	32	440	150	32	405	34,40
12	160	32	515	160	32	495	160	32	457	37,32
13	170	32	560	170	32	540	170	32	476	40,23
14	180	32	594	180	32	585	180	32	510	43,15
15	190	32	718	190	32	615	190	32	574	46,06
16	200	32	780	200	32	660	200	32	624	48,98

Dengan memberikan temperatur panas yang dinaikkan secara perlahan dari temperatur 50°C sampai dengan 200°C (Tp), sisi lain dari *paving block* tidak mengalami kenaikan temperatur, dimana hanya terbaca di dalam termometer sebesar 32°C. Ini menandakan bahwa bahan *paving block* menyerap panas dan merupakan bahan peredam panas. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai laju perpindahan panas sebesar 48,98 W.

Pada *paving block* yang menggunakan komposisi 1 : ¾, dengan menaikkan temperatur sumber secara bertahap sebesar 10°C, dari temperatur 50°C sampai dengan 200°C, pada sisi yang tidak terkena langsung sumber panas tidak terjadi perubahan yaitu 32°C (sama seperti temperatur lingkungan). Ini menandakan bahwa *paving block* dalam perpindahan panasnya masih dapat menahan panas. Sehingga *paving block* disebut isolator.

St. Nugroho Kristono

Analisa Perpindahan
Panas *Paving Block*
Terbuat dari Abu Boiler
Sisa Pembakaran Serat
dan Cangkang Kelapa
Sawit

Tabel 4 Data Pengujian *Paving Block* dengan Komposisi 1:3/4

No	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3			Perpindahan Panas (W)
	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	
1	50	32	53	50	32	41	50	32	57	5,25
2	60	32	110	60	32	84	60	32	95	8,16
3	70	32	147	70	32	131	70	32	118	11,08
4	80	32	173	80	32	165	80	32	142	13,99
5	90	32	215	90	32	205	90	32	180	16,91
6	100	32	249	100	32	233	100	32	200	19,83
7	110	32	267	110	32	261	110	32	213	22,74
8	120	32	280	120	32	300	120	32	227	25,66
9	130	32	306	130	32	341	130	32	250	28,57
10	140	32	334	140	32	370	140	32	269	31,49
11	150	32	367	150	32	392	150	32	282	34,40
12	160	32	389	160	32	420	160	32	298	37,32
13	170	32	402	170	32	473	170	32	311	40,23
14	180	32	447	180	32	534	180	32	327	43,15
15	190	32	523	190	32	585	190	32	356	46,06
16	200	32	574	200	32	613	200	32	417	48,98

Tabel 5 Data Pengujian *Paving Block* dengan Komposisi 1:1/2

No	Sampel 1			Sampel 2			Sampel 3			Perpindahan Panas (W)
	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	
1	50	32	57	50	32	52	50	32	56	5,25
2	60	32	103	60	32	87	60	32	85	8,16
3	70	32	127	70	32	110	70	32	121	11,08
4	80	32	153	80	32	129	80	32	160	13,99
5	90	32	199	90	32	145	90	32	210	16,91
6	100	32	237	100	32	169	100	32	227	19,83
7	110	32	256	110	32	182	110	32	250	22,74
8	120	32	273	120	32	202	120	32	283	25,66
9	130	32	291	130	32	221	130	32	321	28,57
10	140	32	305	140	32	242	140	32	339	31,49
11	150	32	328	150	32	271	150	32	352	34,40
12	160	32	365	160	32	312	160	32	371	37,32
13	170	32	382	170	32	330	170	32	390	40,23
14	180	32	402	180	32	352	180	32	413	43,15
15	190	32	420	190	32	379	190	32	427	46,06
16	200	32	467	200	32	423	200	32	458	48,98

Dengan melihat kembali data pengujian Tabel 5, dengan komposisi antara abu boiler dengan semen 1 : 1/2, kami melakukan kembali menaikkan temperatur sebesar 10°C setiap langkahnya, dimulai dari 50°C sampai dengan 200°C. Perubahan disisi yang tidak terkena panas masih sama seperti tabel 3 dan 4 yang tidak mengalami perubahan temperatur seperti temperatur lingkungan (32°C). Ini menunjukkan bahwa *paving block* merupakan bahan isolator untuk panas.

Pada komposisi 1 : 1/4, tidak terjadi perubahan temperatur, sehingga temperaturnya seperti temperatur lingkungan. Bahan ini menunjukkan bahwa dapat menahan panas/sebagai bahan isolator untuk panas (sampel No. 3 pecah, maka tidak dilakukan pengujian).

Tabel 6 Data Pengujian *Paving Block* dengan Komposisi 1:1/4

No	Sampel 1			Sampel 2			Perpindahan Panas (W)
	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	
1	50	32	62	50	32	56	5,25
2	60	32	121	60	32	100	8,16
3	70	32	143	70	32	119	11,08
4	80	32	184	80	32	151	13,99
5	90	32	218	90	32	172	16,91
6	100	32	249	100	32	194	19,83
7	110	32	265	110	32	240	22,74
8	120	32	290	120	32	268	25,66
9	130	32	305	130	32	301	28,57
10	140	32	316	140	32	330	31,49
11	150	32	325	150	32	357	34,40
12	160	32	341	160	32	381	37,32
13	170	32	357	170	32	410	40,23
14	180	32	369	180	32	437	43,15
15	190	32	393	190	32	462	46,06
16	200	32	420	200	32	493	48,98

Analisa Perpindahan Panas *Paving Block* Terbuat dari Abu Boiler Sisa Pembakaran Serat dan Cangkang Kelapa Sawit

Perhitungan perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* biasa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$q = \frac{\left(\frac{200^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}}{0,072 \text{ m}}\right)}{(0,72 \text{ W/m.K})(0,02236 \text{ m}^2)} = 37,36 \text{ W}$$

Tabel 7 Data Pengujian *Paving Block* Biasa

No	Tp (°C)	Td (°C)	Waktu (s)	Perpindahan Panas (W)
1	50	32	65	3,80
2	60	32	116	6,04
3	70	32	138	8,28
4	80	32	162	10,51
5	90	32	181	12,75
6	100	32	205	14,99
7	110	32	220	17,23
8	120	32	235	19,46
9	130	32	257	21,70
10	140	32	280	23,94
11	150	32	304	26,17
12	160	32	329	28,41
13	170	32	367	30,65
14	180	32	393	32,89
15	190	32	427	35,12
16	200	32	493	37,36

Pada Tabel 8 menunjukkan terjadi perubahan nilai perpindahan panas yang berbeda dari tabel sebelumnya, ini dikarenakan adanya perbedaan luas penampang yang dilalui oleh panas dan tebal benda, sehingga hasil perpindahan panasnya berbeda.

Pada Tabel 8, dilakukan percobaan pengujian mengukur panas 1 cm dari sumber panas, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara komposisi abu boiler *paving block* dengan yang biasa, dimana dengan menggunakan abu boiler temperatur antara 40 – 43°C. Sedangkan dengan *paving block* biasa dalam pengujian menunjukkan temperatur yang berpindah sebesar 48°C. Ini menunjukkan *paving block* biasa mempunyai perpindahan panas yang lebih daripada bahan abu boiler.

Tabel 8 Data Pengujian Pengukuran Temperatur dengan Ketebalan 1 cm di atas Sumber

No	Jenis <i>Paving Block</i>	Th	Tp (°C)	Td (°C)	Perpindahan Panas (W)
1	Komposisi 1:1	1	200	41	46,36
		2	200	41	46,36
		3	200	41	46,36
2	Komposisi 1:3/4	1	200	42	46,06
		2	200	42	46,06
		3	200	42	46,06
3	Komposisi 1:1/2	1	200	43	45,77
		2	200	42	46,06
		3	200	41	46,36
4	Komposisi 1:1/4	1	200	42	46,06
		2	200	40	46,65
		3	200	41	46,36
5	<i>Paving block</i> biasa	1	200	48	33,48

Tabel 9 Data Pengujian Berat dan Dimensi *Paving Block*

No	Komposisi <i>Paving Block</i>	Berat (kg)	Dimensi (cm x cm x cm)	Volume (cm ³)	Volume (m ³)	Densitas (kg/m ³)
1	Komposisi 1:1	2,05	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.127,377116
2		2,07	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.138,375917
3		1,85	23 x 11,8 x 5,8	1.574,12	0,00157412	1.175,259828
1	Komposisi 1:3/4	1,95	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.072,383110
2		2,03	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.116,378315
3		1,95	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.072,383110
1	Komposisi 1:1/2	1,80	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	989,892102
2		1,82	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.000,890903
3		1,87	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	1.028,387906
1	Komposisi 1:1/4	1,62	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	890,9028916
2		1,60	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	879,9040905
3		1,60	23 x 11,8 x 6,7	1.818,38	0,00181838	879,9040905
1	<i>Paving block</i> biasa	3,35	21 x 10,5 x 7,2	1.587,60	0,0015876	2.110,1033010

Dengan melihat Tabel 9, *paving block* biasa mempunyai berat yang lebih tinggi (3,35 kg) dibandingkan dengan *paving block* abu boiler, yaitu antara 1,6 kg – 2,05 kg (tergantung perbandingan campuran yang dilakukan). Dengan melihat densitas (kerapatan) yang dimiliki oleh *paving block* (biasa) memiliki kerapat yang besar (2.110,103 kg/cm³) dibandingkan dengan *paving block* abu boiler sebesar 879,91 kg/m³ sampai dengan 1.127,38 kg/cm³. Dengan melihat Tabel 7, 8 dan 9 dapat disimpulkan bahwa dengan kerapatan yang besar, konduktivitas termal bahan yang digunakan, maka perambatan/perpindahan panas yang terjadi semakin lebih cepat dan mudah.

Penutup

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada temperatur panas 200⁰C diperoleh temperatur dingin yang berbeda antara *paving block* abu boiler sebesar 32⁰C dan *paving block* biasa sebesar 33⁰C. Pada ketebalan 1 cm diatas permukaan sumber diperoleh nilai temperatur dingin pada *paving block* abu boiler sebesar

41^oC, 42^oC, 43^oC, sedangkan pada *paving block* biasa diperoleh nilai sebesar 48^oC. Panas lebih cepat merambat pada *paving block* biasa dibandingkan dengan *paving block* abu boiler.

2. Pada *paving block* abu boiler dengan temperatur panas 200^oC dan temperatur dingin 32^oC diperoleh nilai perpindahan panas sebesar 48,69 W dan dengan temperatur panas 200^oC dan temperatur dingin 32^oC nilai perpindahan panas yang terjadi pada *paving block* biasa sebesar 37,36 W. *Paving block* abu boiler mampu menahan panas lebih besar dibandingkan abu boiler biasa.
3. Nilai *density paving block* abu boiler 1.175,26 kg/m³ sedangkan nilai *density paving block* biasa 2.110,10 kg/m³. Massa *paving block* lebih ringan dari pada *paving block* biasa.
4. Pada temperatur maksimal pengujian sebesar 200^oC *paving block* abu boiler tidak mengalami perubahan struktur dan dimensi.

Saran

Untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi dengan temperatur sumber lebih dari 200^oC dan mengetahui titik lebur *paving block* abu boiler diharapkan melakukan kajian lebih sesuai dengan karakteristik *paving block* abu boiler.

Daftar Pustaka

- Aditya, C. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onyx Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air Dan Ketahanan Aus Paving Block. *Widya Teknika*, 20(1).
- Holman, J.P. (1994). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Erlangga.
- Putra, E.A. (2012). *Pembuatan Paving Block Dengan Menggunakan Pasir Limbah Rumah Tangga Sebagai Bahan Pengisi Dengan Perekat Alternatif Tepung Kanji*.
- Riyaldi, A. (2015). Studi Eksperimental Proses Pembuatan Paving Block Komposit Concrete Foam Diperkuat Serat TKKS Akibat Beban Tekan Statik. *Tugas Akhir*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Prestika, M. (2016). Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Uji Kuat Tekan Paving Block Menggunakan Campuran Tanah dan Semen dengan Alat Pematik Modifikasi. *Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Brožovský, J., Matějka, O., & Martinec, P. (2005). Concrete Interlocking Paving Blocks Compression Strength Determination Using Non-Destructive Meth. *The 8th International Conference of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing: Application of Contemporary Non-Destructive Testing in Engineering, September 1st – 3rd, 2005*, 91-97.

St. Nugroho Kristono

Analisa Perpindahan
Panas *Paving Block*
Terbuat dari Abu Boiler
Sisa Pembakaran Serat
dan Cangkang Kelapa
Sawit
