

Analisa Pemanfaatan Limbah Batom ASH dan Serbuk Pecahan Kaca Terhadap Konstruksi Paving Block

Azwar¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Baturaja
Jalan Ki Ratu Penghulu Karang Sari No.02031 Baturaja 32115
Email : azwar@unbara.ac.id¹⁾

ABSTRACT

Paving block is a building material used as a layer or structure of roads other than asphalt or concrete. Now many consumers choose paving blocks compared to other pavements such as concrete or asphalt. Some research and experiments in the field of concrete are done as an effort to improve the quality of paving blocks, increasing the level of destruction of paving blocks from the results of research and experiments intended to answer the increasingly high demands on the use of paving blocks and overcome the obstacles that often occur in the implementation of work in the field. The use of added materials can help solve these problems. For this reason, new innovations for substituting concrete composites from natural resources and renewable natural waste are needed. in daily life. The purpose of this study was to determine the effect of the mixture of cement and sand with batom ash waste and broken glass powder on compressive strength. The composition of the replacement of cement and sand with batom ash waste and broken glass powder is 5%, 10% and 20%. The sample used is hexagon or hexagon shape with 10 cm side and 7 cm height. The number of samples was 18 samples with a mixture of batom ash and broken glass powder and 2 normal samples, samples were tested at 7 days.

Keywords : *Strong Press Paving Block, Batom Ash Waste and Glass Glass Powder*

ABSTRAK

Paving block merupakan salah satu bahan bangunan yang digunakan sebagai lapisan atau struktur jalan selain aspal atau beton. Sekarang banyak konsumen memilih paving block dibandingkan dengan perkerasan lain seperti beton atau pun aspal. Beberapa Penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya meningkatkan kualitas paving block, meningkatkan tingkat kehancuran paving block dari hasil penelitian dan percobaan tersebut dimaksudkan untuk menjawab tuntutan yang semakin tinggi terhadap pemakaian paving block serta mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Penggunaan bahan tambah dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut, Untuk itu perlu inovasi baru untuk bahan pengganti penyusun beton dari sumberdaya alam maupun limbah alam yang dapat di perbaharui, salah satunya dengan memanfaatkan limbah Batom Ash batubara dan juga serbuk pecahan kaca yang volume peningkatan limbahnya meningkat sangat cepat dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh campuran semen dan pasir dengan limbah batom ash serta serbuk pecahan kaca terhadap kuat tekan. Komposisi penggantian semen dan pasir dengan limbah batom ash dan serbuk pecahan kaca sebanyak 5% , 10% dan 20 %. Sampel yang digunakan adalah bentuk segi enam atau hexagon dengan sisi 10 cm dan tinggi 7 cm. Jumlah sampel sebanyak 18 sampel dengan campuran batom ash dan serbuk pecahan kaca dan 2 sample normal, sample diuji pada umur 7 hari.

Kata kunci : *Kuat Tekan Paving Block, Limbah Batom Ash dan Serbuk Pecahan Kaca*

1. Pendahuluan

Sampah / Limbah merupakan salah satu permasalahan yang tengah dihadapi oleh kota-kota sedang berkembang salah satunya seperti di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Provinsi Sumatera Selatan, Khususnya limbah batom ash dan pecahan kaca yang berasal dari rumah-rumah industri, perusahaan perseroan maupun perusahaan dalam bentuk perseroan. Pemanfaatan limbah batom ash dan pecahan kaca merupakan salah satu solusi penanganan limbah yang tepat. Untuk mengurangi pengaruh negative dan mengoptimalkan bahan, maka perlu adanya penelitian dalam pemanfaatannya untuk usaha meningkatkan nilai guna sehingga tidak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, maka penulis mencari solusi dengan memanfaatkan limbah batom ash dan pecahan kaca tersebut sebagai bahan tambahan untuk paving block , serta menganalisa pengaruh penambahan limbah batom ash dan serbuk pecahan kaca pada kontruksi paving block dan membandingkan dengan paving block normal.

Paving block merupakan salah satu bahan bangunan yang digunakan sebagai lapisan atau struktur jalan selain aspal atau beton. Sekarang banyak konsumen memilih paving block dibandingkan dengan perkerasan lain seperti beton atau pun aspal. Paving Block atau balok 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 SNI S-04-1989-F,DPU, Paving block merupakan bahan bangunan yang dikembangkan dari bahan mortar yang diberi perlakuan pada proses pembuatannya seperti di padatkan (cara pressing yang banyak dilakukan), digetarkan, atau keduanya. Untuk itu perlu inovasi baru untuk bahan pengganti penyusun beton dari sumberdaya alam maupun limbah alam yang dapat di perbaharui, salah satunya dengan memanfaatkan limbah Batom Ash batubara dan juga serbuk pecahan kaca yang volume peningkatan limbahnya meningkat sangat cepat dalam kehidupan sehari-hari.

A. Definisi Paving Block

Paving block 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 (SNI 03-0691-1996). Paving block adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, pasir dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik mortar. Mortar adalah bahan bangunan yang dibuat dari pencampuran antara pasir dan agregat halus lainnya dengan bahan pengikat dan air yang didalam keadaan keras mempunyai sifat-sifat seperti batuan (Artiyani 2010).

Paving block memiliki nilai estetika yang bagus, karena selain memiliki bentuk segiempat ataupun segibanyak dapat pula berwarna seperti aslinya ataupun diberikan zat pewarna dalam komposisi pembuatan.

Paving block ini sendiri berfungsi untuk lantai yang banyak digunakan di luar bangunan serta tidak boleh retak-retak dan cacat.

Sehingga bahan perkerasan paving block mempunyai beberapa keunggulan antara lain :

1. Pelaksaaannya mudah sehingga memberikan kesempatan kerja yang luas kepada masyarakat.
2. Pemeliharaanya mudah
3. Bila ada kerusakan, perbaikannya tidak memerlukan bahan tambahan hal ini dikarenakan Paving Block merupakan bahan yang dapat dipakai kembali meskipun telah mengalami pembongkaran.
4. Tanah terhadap beban statis, dinamik dan kejut yang tinggi
5. Cukup Feksibel untuk mengatasi perbedaan penurunan (differential sattlement)
6. Mempunyai duaribilitas yang baik

B. Syarat Mutu Paving Block

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan mutu paving block dimana harus memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sifat Tampak

Paving block memiliki bentuk yang sempurna, tidak boleh mengalami retak-retak atau pun cacat, serta bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan.

2. Bentuk dan Ukuran

Dalam hal ini bentuk dan ukuran paving block untuk lantai bergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Dimana produsen akan memberikan penjelasan mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan paving block untuk lantai.

3. Sifat Fisik

Paving block untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut :

Tabel 1. Kekuatan Fisik Paving Block

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (Kg / Cm ²)		Ketahanan Aus (mm / menit)		Penyerapan rata-rata maks (%)
		Rata2	Min	Rata2	Min	
A	Perkerasan Jalan	400	350	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	200	170	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	150	125	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	100	85	0,2190	0,251	10

Sumber : SNI03-0691-1996

Pemasangan Paving Block dapat dibuat mosaik dengan kombinasi warna sesuai estetika yang dirancang, dapat berupa logo, tulisan dan batasan area parkir atau petunjuk arah pada satu daerah pemukiman, Kombinasi antara pola pemasangan, bentuk, mutu dan tebal dapat dilihat pada tabel.2

Tabel 2. Mutu Dan Tebal Paving Block

No	Pergunaan	Kombinasi		
		Kelas	Tebal (mm)	Pola
1.	Trotoar dan Pertamanan	II	60	SB,AT,T I
2.	Tempat Parkir dan Garasi	II	60	SB,AT,T I
3.	Jalan Lingkungan	II/I	60/80	TI
4.	Terminal Bus	I	80	TI
5.	Container Yard,Taxy Way	I	100	TI

Sumber : SK SNI T-04-1990-F

Catatan Pola : SB = Susunan Bata, AT = Ayaman Tikar, TI = Tulang Ikan

C. Klasifikasi Paving Block

Menurut SK SNI T-04-1990-F, klasifikasi Paving block ini berdasarkan atas bentuk, ketebalan, kekuatan dan warna.

1. Klasifikasi berdasarkan bentuk

Adapun beberapa macam bentuk paving block yang diproduksi, namun diambil secara garis besar bentuk paving block dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Paving block bentuk segiempat (*rectangular*)

b. Paving block bentuk segibanyak

Dalam hal pemakaian dari bentuk paving block itu sendiri dapat disesuaikan dengan keperluan. Baik keperluan konstruksi perkerasan pada jalan dengan lalu lintas sedang sampai berat (misalnya: jalan raya, kawasan industri, jalan umum lainnya), karenanya dalam penggunaan paving block bentuk segiempat lebih cocok.

(Artiyani, 2010) dalam penelitiannya berkesimpulan bahwa pemakaian bentuk segiempat untuk lalu lintas sedang dan berat lebih cocok karena sifat pengunciannya yang konstan serta mudah dicungkil apabila sewaktu-waktu akan diadakan perbaikan. Untuk keperluan konstruksi ringan (misalnya: trotoar plaza, tempat parkir, jalan lingkungan) dapat menggunakan segiempat maupun segibanyak.

2. Klasifikasi berdasarkan Ketebalan

Paving Block yang diproduksi secara umum mempunyai ketebalan 60 mm, 80 mm, dan 100 mm. Dalam penggunaannya dari masing-masing ketebalan paving block dapat disesuaikan dengan kebutuhan sebagai berikut:

- Paving block dengan ketebalan 60 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas pada pejalan kaki dan kadang-kadang sedang.
- Paving block dengan ketebalan 80 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas sedang yang frekuensinya terbatas pada pick up, truck, dan bus.
- Paving block dengan ketebalan 100 mm, diperuntukkan bagi beban lalu lintas berat seperti:

crane, loader, dan alat berat lainnya. Paving block dengan ketebalan 100 mm ini sering dipergunakan di kawasan industri dan pelabuhan.

Dari klasifikasi paving block diatas bukan berdasarkan dimensi, mengingat banyaknya variasi bentuk dari paving block. Dimensi paving block untuk bentuk *rectangular* berkisar antara 105 mm x 210 mm. (Artiyani, 2010) dalam penelitiannya yang berkaitan dengan dimensi paving block tidak terlalu berpengaruh pada penampilannya sebagai perkerasan untuk kepentingan lalu-lintas.

3. Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan

Paving block ini memiliki kekuatan berkisar antara 250 kg/cm² sampai 450 kg/cm² bergantung dari penggunaan lapis perkerasan. Pada umumnya paving block yang sudah banyak diproduksi 10 memiliki kuat tekan karakteristik antara 300 kg/cm² sampai dengan 350 kg/cm².

Dalam memasang paving block, kita harus benar-benar memperhatikan tingkat ketepatannya dan kesesuaian dengan prosedurnya, tujuannya ialah agar struktur pasangan yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, tapi dan awet. Menurut SNI 03-2403-1991 tentang Tata Cara Pemasangan Blok Beton terkunci untuk permukaan jalan, Pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan paving block antara lain pemasangan paving block baru, pembongkaran pasangan paving block lama, perataan tanahdasar di bawah lapisan pasir, pengadaan alat bantu kerja, dan uji laboratorium untuk mengetahui mutu kuat tekan jalan paving block tersebut.

D. Kelebihan dan Kekurangan Paving Block

Dari segi kekuatannya serta segi dampak terhadap lingkungannya terbukti paving block lebih ramah lingkungan, yakni dengan memanfaatkan celah yang ada dari susunan conblock yang telah terpasang tersebut sebagai resapan air dibanding dengan pilihan alternatif pengeras jalan lainnya seperti pengaspalan jalan atau cor beton. Struktur paving block sudah dimulai dipergunakan di Eropa sejak sekitar tahun 1950, sedangkan di Indonesia baru dikenal pada tahun 1977 yaitu pada pembuatan trotoar di jalan Thamrin dan Terminal Bis Pulo Gadung Jakarta. Sejak itu paving block mulai dipakai pada tempat-tempat parkir, trotoar, peralatan gedung, jalan akses di permukaan real estate dan perkerasan jalan pada daerah-daerah tertentu.

1. Keunggulan Paving Block

- Paving block mempunyai daya serap air yang baik sehingga dapat mengurangi genangan air dan mencegah bahaya banjir.
- Pemasangan Paving Block Sangat Mudah, tidak menggunakan spesi pemasangan, pengikat antara masing-masing paving block cukup menggunakan pasir sebagai bahan pengisi.
- Dapat diproduksi secara massal, untuk mendapatkan mutu yang tinggi diperlukan tekanan pada saat pemecatan.
- Tahan terhadap beban vertikal dan horizontal yang disebabkan oleh rem atau kecepatan kendaraan berat

- e. Adanya pori-pori pada paving block dapat meminimalisi aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi dalam tanah.
 - f. Pada saat pengerjaan tidak menimbulkan kebisingan dan gangguan debu
 - g. Mempunyai nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan bentuk warna yang indah.
2. Kekurangan penggunaan Paving block
 - a. Pasangan paving block mudah bergelombang bila pondasinya tidak dipasang dengan kuat.
 - b. Paving block juga kurang cocok dipasang dilahan yang dilalui kendaraan berkecepatan tinggi. Sehingga paving block hanya cocok untuk dipasang dilahan yang dilalui kendaraan berkecepatan rendah saja misalnya dilingkungan pemukiman, taman-taman kota, lahan parkir dan perkotaan yang padat.

Dengan mempertimbangkan keunggulan dan juga kekurangan Paving block tersebut, maka dalam penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan. Bila ingin menggunakan Paving block, maka gunakanlah paving block yang kualitasnya bagus. Paving block yang bagus dan layak dipasang adalah yang mempunyai bentuk sempurna, tidak retak-retak atau cacat, dan bagian sudut rusuknya tidak mudah di hancurkan dengan kekuatan tangan.

E. Bahan penyusun Paving Block

Sebagaimana yang telah diketahui paving block terdiri dari 3 bahan penyusun utama yaitu : semen, air, dan agregat, dengan atau tidak bahan tambahan.

1. Semen

Semen adalah bahan yang bertindak sebagai pengikat untuk agregat, jika dicampur dengan air, semen menjadi pasta (Amriansyah Nasution 2009 : 5), Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi material yang dapat mencegah sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki ketahanan beton yang dihasilkan.

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1 % - 2 %, Pasta semen (semen dan air) sekitar 25 % - 40 % dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60 % - 75 %. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Semen yang digunakan sebagai bahan pembentuk beton adalah semen portland. Yang ditemukan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1816 di Souillac, semen portland pertama kali diproduksi di pabrik oleh David Saylor di Panusylvina. Indonesia telah punya pabrik semen portland modern dengan mutu internasional. Pabrik semen tersebut antara lain : PT.Semen Baturaja, Pabrik Semen Gresik, Pabrik semen Tonsa di Sulawesi

2. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air

yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka perbandingan jumlah air dengan semen atau bisa disebut faktor air semen (water cement ratio). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan mempengaruhi kekuatan beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90 % Jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang dapat menggunakan air standar. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau telaga, sumber mata air, dan lainnya) air laut maupun air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton.

3. Agregat

Dalam SK.SNI T15199103, Agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, krikil, batu pecah, dan kerak tunggu besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Kandungan agregat pada beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60 % - 70 % dari berat campuran beton, walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Karena Perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Tri Mulyono, 2004). Agregat yang digunakan dalam campuran beton yang dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum, Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

F. Bottom Ash

Bottom Ash merupakan abu yang dihasilkan pada proses pembakaran batubara sebagai sumber energi pada unit pembangkit uap (boiler) pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Bottom ash berbentuk partikel halus dan bersifat pozolan. Terdapat tiga type metode pembakaran pada proses penghasilan energi, yaitu Dry bottom boilers, wet-bottom boilers dan cyclon furnace. Apabila batubara dibakar dengan type dry bottom boiler, maka kurang lebih 80 % dari abu meninggalkan pembakaran sebagai fly ash dan masuk dalam corong gas. Apabila batubara dibakar dengan wet-bottom boiler sebanyak 50 % maka dari abu tertinggal di pembakaran dan 50 % lainnya masuk dalam corong gas. Pada Cyclon furnace, dimana potongan batubara digunakan sebagai bahan bakar, 70-80 % dari abu tertahan sebagai boiler slag dan hanya 20 - 30 % meninggalkan pembakaran sebagai dry ash pada corong gas.



Gambar 2. Jenis-jenis limbah batubara

Setelah dikaji lebih jauh ternyata abu batubara dapat dimanfaatkan karena berbentuk partikel halus, bersifat Pozzolan, dapat bereaksi dengan kapur dan membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu solusi yang dapat diterapkan dalam menangani limbah tersebut untuk keperluan bangunan konstruksi penambahan bahan konstruksi paving block. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan baltom ash sebagai material konstruksi maka peneliti akan melakukan penelitian yang berhubungan dengan pemanfaatan baltom ash baik sebagai pengganti semen maupun sebagai campuran konstruksi Paving Block.

1. Sifat Fisik Baltom Ash.

Sifat fisik baltom ash berdasarkan bentuk, warna, tampilan, ukuran, specific gravity, dry unit weight dan penyerapan dari wet dan dry baltom ash dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Sifat Fisik Baltom Ash

Sifat Fisik Baltom Ash	Wet	Dry
Bentuk	Angular / Bersiku	Berbutir kecil /granular
Warna	Hitam	Abu-Abu Gelap
Tampilan	Keras , Mengkilap	Seperti pasir halus, sangat berpori
Ukuran (% lolos ayakan)	No.4 (90 – 100 %)	1,5 s/d ¾ In (100 %)
	No. 10 (40-60 %)	No.4 (50-90%)
	No.40 (10 %)	No. 10 (10-60 %)
	No.200 (5%)	No.40 (0-10 %)
Specific Grativity	2,3-2,9	2,1-2,7
Dry Unit Weight	960-1440 Kg/M ³	720-1600 Kg/M ³

Sumber : Coal Baltom Ash / Boiler Slag-Material Description, 2000

Material baltom ash memiliki beberapa karekteristik dimana sifat dan susunan senyawa kimia penyusun baltom ash dipengaruhi oleh cara penyimpanan, metode pembakaran dan perbedaan mutu batubara. Karakteristik tersebut dapat diketahui dengan melakukan uji laboratorium.

Baltom ash dianggap dapat menjadi pengganti semen dan campuran konstruksi paving block karena mempunyai salah satu unsur kimia semen yang penting pada proses peningkatan yaitu silika. Setelah dilakukan pengujian material baltom ash maka dapat dilakukan unsur kimia penyusun baltom ash . Kemudian data tersebut dapat dibandingkan dengan unsur kimia yang dikandung semen. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kandungan silikia baltom ash mencapai 20.04 %. Jumlah tersebut mendekati jumlah kandungan semen yang berkisar antara 17 – 25 %. Sehingga baltom ash tersebut diharapkan dapat bekerja sebagai pengganti semen pada pembuatan konstruksi Paving Block .

2. Sifat Kimia Baltom Ash

Komposisi kimia dari baltom ash sebagian besar tersusun dari unsur-unsur Si, Al, Fe, Ca, serta Mg, S, Na dan unsur kimia yang lain [1,5]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Moulton, didapat bahwa kandungan garam dan pH yang rendah dari baltom ash dapat menimbulkan sifat korosi pada struktur baja yang bersentuhan dengan campuran yang mengandung baltom ash. Selain itu rendahnya nilai pH yang ditunjukkan oleh tingginya kandungan sulfat yang terlarut menunjukkan adanya kandungan pyrite (iron sulfide) yang besar

3. Sifat Mekanis Baltom Ash

Besarnya nilai kehilangan pada test keausan dengan Sodium Sulfat menunjukkan adanya kandungan pyrite yang ditunjukkan dari kandungan sulfat terlarut yang berlebihan dalam baltom ash. Pyrite yang ada dalam baltom ash harus dibuang dengan elektromagnet sebelum digunakan, sebab pyrite merupakan partikel yang ekspansif dan apabila terkena air dalam waktu lama akan mempercepat kerusakan jalan . Adapun sifat mekanis dari dry dan wet baltom ash dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Sifat Mekanis dari Baltom Ash

Sifat Mekanis	Baltom Ash	Boiler Slag
Max. Dry Density	1210-1620 Kg / m ³	1330-1650
Kelembaban Optimum	12-24 % (umumnya <20)	8-20 %
Test Abrasi LA (5 Kehilangan)	30-50	24-48
Sodium Sulfat Soundness test (% kehilangan)	1,5 10	1-9
Kuat geser (sudut geser)	38-42 ° 38-45 ° (ukuran butir < 9,5 mm)	38-42 ° 38-46 ° (ukuran butir < 9,5 mm)
CBR (%)	40 – 70	40-70
Koofesien permeabilitas	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm / det	10 ⁻² - 10 ⁻³ cm / det
Fariable Partikel (kerak batu bara)	Ada	Tidak Ada

Sumber : Caol Bootom Ash/Boiler Slag-Material Description, 2000

Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu adanya friable partikel (mudah pecah), umumnya pada baltom ash yaitu kerak batu bara yang berbentuk seperti kembang (pop-corn partikel). Partikel ini mudah hancur akibat pemadatan dan sangat berpori sehingga akan banyak

menyerap aspal, dimana hal ini akan menyebabkan meningkatnya kadar aspal optimum yang diperlukan.

G. Pecahan Kaca

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang merupakan gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya (Noor Wibowo, 2013).

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Dipandang dari segi fisika, kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (*cooling*) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak sempat menyusun diri secara teratur. Kaca merupakan hasil penguraian senyawa-senyawa organik yang mana telah mengalami pendinginan tanpa kristalisasi. Unsur pokok dari kaca adalah silika (Noor Wibowo, 2013) Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Sifat sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan *silica* (SiO₂) dan proses pembentukannya.

1. Sifat-Sifat Kaca

Beberapa sifat-sifat kaca secara umum adalah:

- a. Padatan amorf (*short range order*);
- b. Berwujud padat tapi susunan atom-atomnya seperti pada zat cair;
- c. Tidak memiliki titik lebur yang pasti ada (*range tertentu*);
- d. Transparan, tahan terhadap serangan kimia, kecuali *hidrogen fluorida*. Karena itulah kaca banyak dipakai untuk peralatan laboratorium;
- e. Efektif sebagai isolator;
- f. Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan.

Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO₂) dan proses pembentukannya. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan kaca secara ringkas pada persamaan dibawah ini (Noor Wibowo, 2013):



Kaca mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan pengisi pori yang lainnya (Noor Wibowo, 2013), yaitu:

- a. Mempunyai sifat tidak menyerap air (*zero water absorption*),
- b. Kekerasan dari gelas menjadikan beton tahan terhadap abrasi yang hanya dapat dicapai oleh sedikit agregat alami,

- c. Pecahan Kaca memperbaiki kandungan dari beton segar sehingga kekuatan yang tinggi dapat dicapai tanpa penggunaan *superplasticizer*,
- d. Pecahan Kaca yang baik mempunyai sifat *pozzoland* sehingga dapat berfungsi sebagai pengganti semen dan *filler*.
- e. Kandungan dalam Kaca.

2. Kandungan Kimia Pecahan Kaca

Ada beberapa kandungan kaca berdasarkan jenis-jenis kaca, yaitu: *clear glass*, *amber glass*, *green glass*, *pyrex glass*, dan *fused silica* (Setiawan, 2006). Kandungan di dalam jenis-jenis kaca tersebut akan dijelaskan pada Tabel 5 seperti berikut ini :

Tabel 5. Kandungan Kaca dalam Persen

Jenis Kaca	Clear Glass	Amber Glass	Green Glass	Pyrex Glass	Fused Silica
SiO ₂	73,2 – 73,5	71,0 – 72,4	71,27	81	99,87
Al ₂ O ₃	1,7 – 1,9	1,7 – 1,8	2,22	2	-
Na ₂ O+K ₂ O	13,6 – 14,1	13,8 – 14,4	13,06	4	-
CaO+MgO	10,7 – 10,8	11,6	12,17	-	-
SO ₃	0,2 – 0,24	0,12 – 0,14	0,052	-	-
Fe ₂ O ₃	0,04 – 0,05	0,3	0,599	3,72	-
Cr ₂ O ₃	-	0,01	0,43	12,0 – 13,0	-

Kandungan kimia di dalam Pecahan kaca didapat dari pengujian di Laboratorium FTS Universitas Baturaja dengan hasil seperti terdapat pada Tabel 6 :

Tabel 6. Kandungan Serbuk Kaca

Tabel 4. Kandungan Serbuk Kaca Unsur	Serbuk Kaca
SiO ₂	91,0080%
Al ₂ O ₃	0,1273%
Fe ₂ O ₃	0,0026%
CaO	0,1084%

3. Pengaruh Sifat Reaktif Silika pada Kaca

Penggunaan agregat halus kaca yang dibuat dari jenis kaca leburan *indrustri rumah tangga*, mulai dikembangkan untuk membuat beton kinerja tinggi. Agregat halus kaca ini dibuat dalam bentuk bubuk dengan ukuran dan distribusi yang serupa agregat halus/pasir alam. Penggunaannya diharapkan dapat memanfaatkan limbah dari hasil samping industri untuk komponen industri konstruksi dan untuk mengatasi kekurangan pasir alam yang tersedia. Berdasarkan ASTM C289-87 dilakukan tes kimia dan tes kereaktifan agregat didapat bahwa bubuk kaca masih layak digunakan sebagai agregat walaupun memiliki sifat "merugikan" karena mengandung silika reaktif yang dapat bereaksi dengan alkali semen, sehingga mengakibatkan terjadinya ekspansi beton (Noor Wibowo, 2013).

Pada penelitian ini, bahan kaca yang dipakai untuk Paving Block adalah Pecahan kaca dari berbagai jenis kaca termasuk pada golongan kaca Nako.

Tujuan dilakukannya penelitian ini:

- a. Mengetahui variasi komposisi campuran pecahan kaca untuk campuran paving block.
- b. Mutu paving block yang dihasilkan variasi komposisi campuran pecahan kaca yang optimal sesuai SNI.

Manfaat yang diharapkan akan dihasilkan dari penelitian ini adalah penggunaan pecahan kaca untuk dimanfaatkan pada pembuatan Paving Block agar

menghasilkan paving block varian baru yaitu paving block yang memiliki kualitas tinggi dibandingkan bata konvensional terutama pada kuat tekan dan daya serap air sehingga memberikan kenyamanan lebih pada penghuni bangunan. pecahan kaca diharapkan dapat memberikan nilai ekonomis sehingga dapat diterapkan pada Industri Kecil Menengah, dengan memperhatikan kajian tekno ekonomis untuk melihat kelayakan untuk dikelola secara komersial.

2. Pembahasan

A. Metode Analisa

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di aboratorium Universitas Baturaja , dengan menggunakan bahan :

- a. Pasir yang digunakan adalah pasir dari daerah Martapura
- b. Limbah Battom Ash Batubara yang diperoleh dari PT.PASIFIC GLOBAL UTAMA
- c. Limbah Serbuk Pecahan Kaca yang berasal dari industri rumah tangga masyarakat di Kota Martapura

2. Teknik Analisa Data

Dalam Analisa data penelitian ini menggunakan teknik analisis **deskriptif kualitatif**. Aplikasi penelitian kualitatif dalam penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah yang merumuskan masalah sebagai fokus penelitian, mengumpulkan data lapangan, menganalisis data, merumuskan hasil studi.

B. Hasil Analisa

1. Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat Halus

Tujuan pemeriksaan kadar lumpur agregat halus : Menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Syarat kadar lumpur <5%.

Peralatan pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

Bahan pemeriksaan kadar lumpur agregat halus
Contoh : pasir seukupnya dalam kondisi lapangan dengan bahan pelarut air biasa.

Prosedur pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

- a. Contoh benda uji dimasukkan kedalam gelas ukur.
- b. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
- c. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
- d. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap selama 24 jam.
- e. Ukur tinggi pasir dan tinggi lumpur.

Tabel 7. Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat Halus

Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat Halus	
Hasil Analisa Bahan 1	
Tinggi Pasir (V1)	50 ml
Tinggi Lumpur (V2)	0.8 ml
V1+V2	50.8 ml

$\text{Kadar Lumpur (KL 1)} = \frac{v2}{W5v1+v2} \times 100\%$ $= \frac{0.8}{50+0.8} \times 100\% = 1.57\%$	
Hasil Analisa Bahan 2	
Tinggi Pasir (V1)	50 ml
Tinggi Lumpur (V2)	0.6 ml
V1+V2	50.6 ml
$\text{Kadar Lumpur (KL 2)} = \frac{v2}{W5v1+v2} \times 100\%$ $= \frac{0.6}{50+0.6} \times 100\% = 1.07\%$	
$\text{Kadar Lumpur Rata-rata} = \frac{KL 1 + KL 2}{2}$ $= \frac{1.57 + 1.07}{2} = 1.32\%$	
Kesimpulan layak digunakan (Dalam Batas Normal < 5%)	

Sumber : Hasil Pengamatan dan perhitungan 2018

2. Pemeriksaan Zat Organik pada Buttom ash

Tujuan pemeriksaan zat organi pada agregat halus : Tes ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar bahan organik yang terkandung dalam buttom ash yang akan digunakan bahan campuran paving block.

Peralatan

- a. Botol organic
- b. Larutan NaOH 3 %
- c. Standar Warna
- d. Sampel splitter

Prosedur pemeriksaan zat organic pada agregat halus:

- a. Ambil contoh buttom ash dalam keadaan asli (dari lapangan) lalu masukkan kedalam sampel splitter agar pembagian butir merata.
- b. Masukkan buttom ash yang sudah dibagi kedalam botol organic sebanyak 130 ml
- c. Tambahkan larutan NaOH 3 % sampai batas 200ml
- d. Tutup botol tersebut, lalu kocok-kocok selama 10 menit supaya benar-benar tercampur.
- e. Biarkan selama 24 jam agar terjadi reaksi sempurna antara larutan NaOH dan bahan Organic
- f. Bandingkan warna larutan dengan standar warna.

Kandungan bahan organik, Warna pembanding 1(hijau) & 2 (kuning) dapat digunakan tanpa dicuci. Warna pembanding 3(coklat muda) & 4 (coklat tua) harus dicuci dahulu, Warna pembanding merah 5 tidak dapat digunakan sama sekali

Tabel 8. Pemeriksaan Zat Organik pada Buttom ash

Pemeriksaan Zat Organik pada Buttom ash	
Hasil Percobaan :	
1. Hasil percobaan standar warna di laboratorium pada buttom ash tidak diketahui karena cairan yang digunakan untuk penguji yaitu NaOH tidak bereaksi pada buttom ash.	

2. Kesimpulan : Buttom ash tidak memenuhi syarat campuran beton/Paving Blok

Sumber : Hasil pengamatan dan perhitungan 2018

3. Pemeriksaan Zat Organik pada Pecahan Kaca

Tujuan pemeriksaan zat organik pada agregat halus : Tes ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar bahan organik yang terkandung dalam pecahan kaca yang akan digunakan bahan campuran paving block.

Peralatan

- a. Botol organic
- b. Larutan NaOH 3 %
- c. Standar Warna
- d. Sampel splitter

Prosedur pemeriksaan zat organic pada agregat halus:

- a. Ambil contoh Peahan kaca dalam keadaan asli (dari lapangan) lalu masukkan kedalam sampel splitter agar pembagian butir merata.
- b. Masukkan pecahan kaca yang sudah dibagi kedalam botol organic sebanyak 130 ml
- c. Tambahkan larutan NaOH 3 % sampai batas 200ml
- d. Tutup botol tersebut, lalu kocok-kocok selama 10 menit supaya benar-benar tercampur.
- e. Biarkan selama 24 jam agar terjadi reaksi sempurna antara larutan NaOH dan bahan Organic
- f. Bandingkan warna larutan dengan standar warna.

Tabel 9. Pemeriksaan Zat Organik pada Pecahan Kaca

Pemeriksaan Zat Organik pada Pecahan kaca	
Hasil Percobaan :	
1.	Dari hasil pemeriksaan zat organik pada pecahan kaca, alat standar menunjukkan warna No.2, hasil ini menunjukkan terdapat zat organik pada pecahan kaca.
2.	Kesimpulan : Pecahan kaca memenuhi syarat campuran beton/Paving Blok

Sumber : Hasil pengamatan dan perhitungan 2018

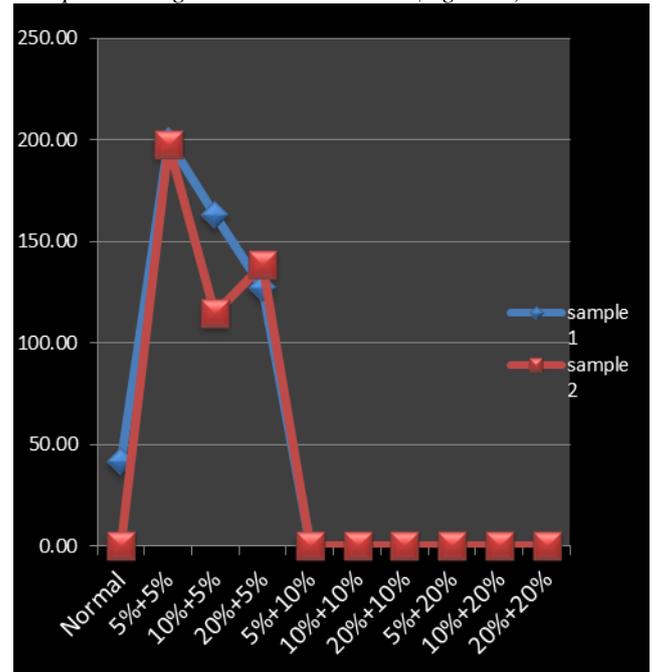
4. Hasil uji kuat tekan paving block

Tabel 10. Hasil uji kuat tekan paving block umur 7 hari

Keterangan Adukan	No. Sample	Berat (Kg)	Luas (Cm2)	Beban Pukulan	Beban Kuat tekan
Normal	1	3,600	259,750	12,000	41,480
	2	3,500	259,750	10,000	0,000
5%+5%	1	4,524	259,750	21,720	199,410
	2	4,432	259,750	21,550	197,760
10%+5%	1	4,524	259,750	19,770	162,990
	2	4,382	259,750	17,720	114,750
20%+5%	1	4,198	259,750	18,830	127,500
	2	4,283	259,750	19,110	138,660
5%+10%	1	4,154	259,750	0,000	0,000
	2	4,167	259,750	0,000	0,000
10%+10%	1	4,070	259,750	0,000	0,000
	2	4,058	259,750	0,000	0,000
20%+10%	1	4,398	259,750	0,000	0,000
	2	3,942	259,750	0,000	0,000
5%+20%	1	4,019	259,750	0,000	0,000
	2	3,898	259,750	0,000	0,000
10%+20%	1	4,220	259,750	0,000	0,000
	2	4,185	259,750	0,000	0,000
20%+20%	1	4,160	259,750	0,000	0,000
	2	4,010	259,750	0,000	0,000

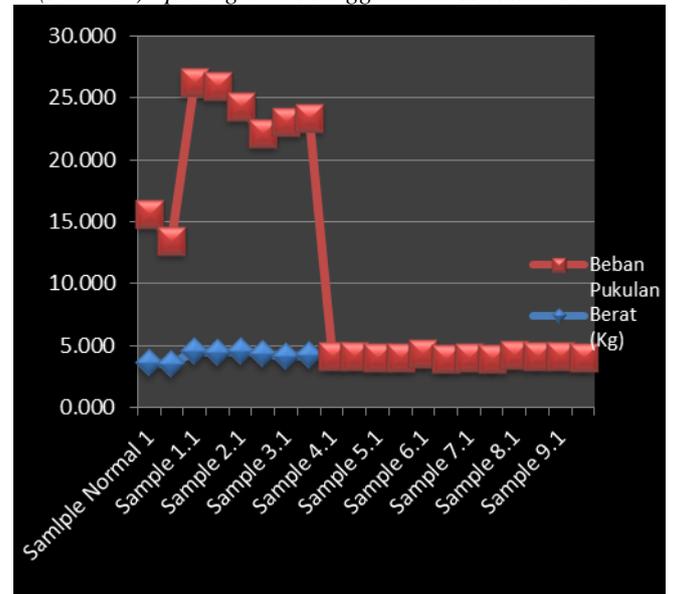
Sumber: Hasil pengamatan dan perhitungan 2018

Grafik 1. Korelasi Komposisi Paving block Normal dan Campuran dengan Hasil Kuat Tekan (Kg/Cm2)



Sumber : Hasil pengamatan dan perhitungan 2018

Grafik 2. Korelasi Nilai Berat (Kg) dan Beban (Pukulan) paving blok Menggunakan Hammer Test



Sumber : Hasil pengamatan dan perhitungan 2018C

3. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Terjadi peningkatan kuat tekan pada paving block dengan tambahan *buttom ash* dan pecahan kaca.
- b. Setelah dibandingkan dengan kuat tekan *paving block* normal dengan campuran 1 semen dan 4 pasir dengan tambahan *buttom ash* dan pecahan kaca lebih kuat tapi hanya 3 sample yaitu 5%+5%, 10%+5%, 20%+5%.

- c. Peningkatan kuat tekan paving block campuran hanya sampai komposisi pecahan kaca 5%, semakin banyak ditambahkan maka kuat tekannya semakin turun.

Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional, *Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci* SNI 03-2403-1991
- Badan Standar Nasional. *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung* SKSNI T15199103
- Badan Standar Nasional, *Bata Beton (Paving Block)* SNI 03-0691-1996
- Syarif Hidayat, 2009, *Semen, Jenis dan Aplikasinya*, Kawan Pustaka
- Noor Wibowo, 2013 *Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*, Fakultas Teknik, UNSRAT, Manado
- Artiyani, (2010), *Pengaruh Penggunaan Battom Ash Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Paving Block Terhadap Kuat Tekan Paving Block*