

MAKALAH PENDAMPING : PARALEL A



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi
Profesional"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 31 Maret 2012



PEMANFAATAN LIMBAH PADAT BUFFING DARI INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT UNTUK PEMBUATAN BATA BETON (*PAVING BLOCK*) (Buffing Solid Waste Utilization of Tanning Industry to Make Paving Block)

Supraptiningsih^{*)}

Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik
Jl. Sokonandi 9 Yogyakarta, Indonesia

^{*)}Keperluan koresponden: Telp. 0813 2877 6980, email:ningsih1957@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah padat Industri Penyamakan Kulit pada proses *buffing* berupa debu dan mengandung bahan kimia krom. Dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah padat *buffing* sebagai agregat pada pembuatan bata beton (*paving block*). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jumlah maksimum penggunaan limbah padat *buffing* pada pembuatan bata beton agar dapat memenuhi syarat standar Rancangan penelitian dibuat dengan memvariasikan jumlah agregat pasir dan jumlah limbah padat *buffing*. Komposisi semen, pasir dan limbah padat *buffing*, yaitu 1 bagian semen berbanding 8, 9, 10 bagian campuran pasir dan limbah padat *buffing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah maksimum penggunaan limbah padat *buffing* pada pembuatan bata beton yang dapat memenuhi persyaratan standar SNI-03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*) adalah 3 bagian untuk campuran semen : pasir 1:8 dengan komposisi 1 bagian semen : 5 bagian pasir : 3 bagian limbah padat *buffing*. Hasil uji fisis batu beton tersebut adalah kuat tekan sebesar 10,962 MPa (standar min 8,5 MPa), ketahanan aus 0,2010 mm/menit (standar maksimum 0,251 mm/menit) dan penyerapan air sebesar 8,49 % (standar maksimum 10%). Pengujian terhadap lindi dari bata beton dengan metode TCLP ternyata kadar krom berkisar 3,976 - 4,017 mg/l. Ambang batas yang diijinkan adalah sebesar 5,00 mg/l. Hal ini berarti beton tersebut dapat digunakan untuk pemakaian di luar ruangan (terkena air hujan). Pencemaran terhadap tanah dan air tanah tidak akan terjadi.

Kata kunci : industri penyamakan kulit, limbah padat *buffing*, bata beton (*paving block*)

PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi dan merupakan salah satu industri yang didorong perkembangannya sebagai penghasil devisa non migas. Industri Penyamakan kulit sebagai salah satu Industri yang mempunyai limbah yang masih sering dipermasalahkan, karena mengandung B3, dan mempunyai konsekuensi untuk dapat mencemari lingkungan yang ada disekitarnya baik melalui air, tanah, maupun udara. Industri penyamakan kulit

menghasilkan limbah padat yang sampai saat ini masih menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik dan benar. Limbah padat tersebut berupa : bulu, sisa *trimming*, *fleshing*, *shaving*, *buffing* dan lumpur. Limbah tersebut sebelum dibuang ke sungai maupun di tanah harus diolah terlebih dahulu sehingga kadar kromnya memenuhi ambang batas sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh pemerintah. Kandungan krom pada limbah padat *buffing* berkisar 6000-7000 ppm.

Permasalahan pokok yang dihadapi industri penyamakan kulit adalah pengelolaan limbah, baik limbah cair

maupun limbah padat. Permasalahan penanganan limbah padat antara lain adalah masalah transportasi (*handling*) dan biaya yang cukup mahal serta tempat pembuangan / penampungan limbah padat yang memenuhi syarat. Sampai saat ini di Indonesia baru ada satu tempat pembuangan limbah B3 yang direkomendasikan oleh Pemerintah yaitu di PPLI – Cileungsi, Bogor. Oleh karena itu perlu dipikirkan alternatif lain untuk penanganan limbah padat tersebut. Salah satu alternatif untuk pengelolaan limbah padat *buffing* adalah dengan dimanfaatkan menjadi bahan untuk kebutuhan pembangunan seperti batu bata, bata beton, maupun *paving block*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap limbah *buffing* adalah pemanfaatan untuk pembuatan kompon sol karet, dan untuk pembuatan kertas, sedangkan untuk pembuatan *paving block* belum pernah dicoba. Penelitian ini tentang

pemanfaatan limbah padat *buffing* industri penyamakan kulit untuk pembuatan bata beton (*paving block*). Hasil yang diharapkan dapat mengurangi adanya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh industri penyamakan kulit, dan produk yang dihasilkan (bata beton atau *paving block*) dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pembangunan fisik. Diharapkan juga dapat membantu industri penyamakan kulit dalam pengelolaan limbah padat *buffing* dengan biaya yang lebih murah daripada harus dikirim ke PPLI – Cileungsi, Bogor.

Menurut SNI 03-0691-1996 Bata beton (*paving block*) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis dan sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu. Menurut SNI 03-0691-1996 Bata beton (*paving block*) dikualifikasikan menjadi 4 mutu, yaitu mutu A (digunakan untuk jalan kendaraan), mutu B (untuk tempat parkir), mutu C (untuk pejalan kaki), dan mutu D (untuk taman dan penggunaan lain). *Paving block* adalah bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen, pasir, dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik mortar [1]. Penambahan serat pada adukan beton, mortar maupun pasta semen, dapat menaikkan kuat lentur. Derajat peningkatan sifat-sifat ini akan dipengaruhi oleh jenis, ukuran, bentuk, konsentrasi, dan aspek rasio serat [8]. Pada penelitian ini

digunakan limbah padat *buffing* dengan harapan dapat berfungsi sebagai salah satu dari jenis serat, sehingga dapat menaikkan sifat fisis bata beton tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jumlah maksimum penggunaan limbah padat *buffing* pada pembuatan bata beton agar dapat memenuhi syarat standar SNI 03-0691-1996 Bata beton (*paving block*).

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian terdiri dari semen, pasir, limbah padat *buffing*, dan air sebagai berikut :

- Bahan pasir (agregat halus) yang digunakan adalah pasir dari sungai.
- Bahan semen menggunakan semen *Portland* yang ada di pasaran. Semen mengandung CaO yang berfungsi sebagai perekat / pengikat dan SiO₂ yang berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*). Kandungan zat kimia ini sangat berperan dalam menentukan kekuatan beton.
- Bahan limbah padat *buffing* yang dipakai untuk pembuatan bata beton adalah limbah dari industri penyamakan kulit di Sitimulyo, Piyungan, Yogyakarta.
- Air yang digunakan adalah air bersih dari sumur. Air merupakan unsur yang penting dalam pembuatan bata beton . Air merupakan media untuk terjadinya reaksi kimia dengan semen, yang menyebabkan terjadinya pengikatan dan pengerasan. Air juga berfungsi untuk mengatur kelembaban dalam mortar / campuran, sehingga campuran mudah dicetak dan tidak pecah.

Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan bata beton adalah: alat pencetak bata beton (*paving block*) dari besi dengan ukuran : panjang : 400 mm, lebar : 200 mm, tebal : 100 mm; alat ayakan agregat dengan ukuran lubang 4,6 mm; sekop; alat pencampur bahan pembuat bata beton, timbangan ember plastik, pisau dan palu.

Alat yang digunakan untuk pengujian adalah: oven dan timbangan untuk uji penyerapan air, mesin penekan untuk uji kuat tekan, mesin pengaus untuk uji ketahanan aus.

METODE PENELITIAN

Pembuatan bata beton dilakukan di salah satu industri *paving block* yang ada di Yogyakarta, yaitu UD Wahyu, Jl. Gurameh Raya, Minomartani Yogyakarta. Bata beton (*paving block*) dibuat dengan memvariasikan jumlah pasir dan jumlah limbah *buffing*. Formula bata beton yang dibuat tercantum pada Tabel 1.

Bata beton dibuat dengan mencampur secara manual bahan-bahan tersebut sesuai formulasi yang ditetapkan. Agregat diaduk sampai rata, penambahan air antara 25-70%

berat. Prosentase air dihitung dari berat semen dan agregat lainnya dan disesuaikan kondisi campuran agar homogen. Campuran yang sudah homogen (mortar) siap dicetak menggunakan cetakan besi baja ukuran (10 x 20 x 5) cm, Setelah pencampuran selesai bahan-bahan yang telah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan-tekan dengan alat penekan besi hingga padat dan memenuhi seluruh cetakan. Setelah cetakan penuh dan kelihatan padat kemudian cetakan dibalik dan dibuka untuk mengeluarkan bata beton. Bata beton yang sudah jadi kemudian diberi kode dan nomor urut sesuai dengan formulasi yang dibuat. Bata beton yang sudah jadi dijemur di bawah sinar matahari selama 24 jam, kemudian disimpan di tempat yang teduh. Setelah 28 hari bata beton, siap dilakukan pengujian. Bila lebih 45 hari dan bata beton tersebut kelihatan kering perlu disemprot air setiap 2 hari sekali.

Penelitian ini melakukan pembuatan bata beton 3 formulasi perbandingan semen dan pasir. Masing-masing formulasi dikembangkan dengan substitusi limbah *buffing* dalam pasir. Jadi jumlah formulasi yang dibuat 14 buah dan masing-masing dibuat bata beton sebanyak 15 buah, sehingga seluruhnya menghasilkan bata beton sebanyak 210 buah,

Pengujian

Pengujian bata beton dilakukan dengan metode sesuai SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*) meliputi uji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air. Persyaratan mutu disesuaikan dengan bata beton mutu D, yaitu bata beton yang digunakan untuk taman. Data hasil uji yang diperoleh dianalisa secara deskriptif dan analisa regresi. Pertimbangan untuk pemilihan bata beton terbaik berdasarkan

jumlah limbah *buffing* terbanyak yang dapat disubstitusikan dalam bata beton dengan hasil masih memenuhi persyaratan mutu pada standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).

Berdasarkan keputusan Ka. Bapedal No.Kep.04/BAPEDAL/09/1995, hasil bata beton perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik *lindi* untuk mengetahui apakah bata beton yang dihasilkan tersebut masih mengandung limbah B3 di atas ambang batas. Metode uji pelindian yang dianjurkan untuk menguji bata beton tersebut dengan metode *Toxicology Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Limbah dan Lingkungan dan Aneka Komoditi, Balai Riset dan Standardisasi Industri dan Perdagangan Semarang. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui banyaknya kadar krom yang terkandung dalam bata beton hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bata Beton

Kualitas bata beton sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang dipergunakan untuk membuat bata beton, yaitu komposisi semen dengan agregat lainnya (pasir dan limbah *buffing*) dan banyaknya air yang digunakan. Persyaratan kuat tekan dan penyerapan air sangat mempengaruhi kekuatan bata beton tersebut. Pengujian fisika bata beton dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Standar yang digunakan adalah SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*). Adapun hasil uji fisika bata beton terlihat pada tabel 2 dalam lampiran.

Sifat Kuat Tekan

Pengaruh komposisi bahan bata beton terhadap sifat kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2 dalam lampiran. Hasil uji kuat tekan yang ditunjukkan pada Tabel 2, tampak bahwa makin besar pemakaian limbah, nilai kuat tekan menurun. Hasil analisa regresi diperoleh persamaan yang sesuai untuk menggambarkan kuat tekan bata beton dengan jumlah pemakaian limbah adalah persamaan eksponen dengan nilai R-square sebesar 0,9711. Kuat tekan terbesar dicapai oleh bata beton tanpa penambahan limbah *buffing* yaitu 16,571 MPa, dan kuat tekan terkecil dicapai oleh bata beton dengan penambahan limbah *buffing* paling banyak untuk masing-

masing komposisi. Penurunan nilai kuat tekan sejalan dengan jumlah limbah yang ditambahkan. Penurunan nilai kuat tekan ini disebabkan karena limbah *buffing* termasuk agregat ringan dengan volume pori tertutup yang cukup besar, sehingga memiliki kuat hancur yang kurang baik (dengan penekanan, agregat ini akan hancur). Penurunan nilai kuat tekan juga disebabkan karena peningkatan jumlah pemakaian limbah, menyebabkan berat jenis mortar makin turun, sehingga mortar semen yang diperoleh mempunyai kuat tekan yang makin kecil. Hal ini sesuai pernyataan Murdock dan Brook (1981) bahwa penurunan berat jenis mortar, akan diikuti oleh penurunan kuat tekan [5]. Penjelasanannya adalah karena agregat limbah terdiri dari butir-butir yang lebih lunak, sedangkan kuat tekan mortar salah satunya dipengaruhi oleh kekerasan agregat penyusunnya. Kuat tekan dipengaruhi oleh kepadatan, jenis semen, jenis agregat, berat jenis mortar serta umur bata beton. Jumlah kandungan agregat yang normal, jumlah semen per m³ beton berpengaruh terhadap kuat tekan betonnya [6]. Jika faktor air semen sama, beton dengan kandungan semen banyak, mempunyai kekuatan yang lebih rendah, karena makin banyak semen akan makin banyak air yang dibutuhkan, yang berakibat banyak pori dalam beton setelah air menguap. Air yang digunakan untuk mencampur semen dengan agregat lain dalam penelitian ini cukup banyak, karena supaya terjadi proses hidrasi secara lengkap dan untuk memungkinkan gerak dari air dalam adukan semen selama berlangsungnya proses hidrasi. Bata beton hasil penelitian tidak semuanya dapat memenuhi persyaratan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block) mutu D, yaitu sebesar 8,5 MPa (minimal). Penambahan limbah sampai dengan 4 bagian volume masih memenuhi persyaratan standar tersebut, yaitu berkisar 9,305-9,786 MPa.

Air dan agregat yang digunakan dalam proses pembuatan bata beton harus bersih dari zat organik, garam sulfat, lumpur, lemak, protein dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan limbah *buffing* dari industri penyamakan kulit sebagai pengganti sebagian agregat pasir. Menurut pendapat dari Alloy, M.A bahwa limbah yang dihasilkan dari proses penyamakan yang menggunakan bahan penyamak *full krom* akan menghasilkan limbah yang mengandung *krom* lebih banyak

dibandingkan dengan proses penyamakan yang menggunakan bahan penyamak kombinasi (*krom* dengan *nabati*, dll) [2]. Limbah *buffing* yang dihasilkan oleh industri penyamakan kulit banyak mengandung krom yang akan mengganggu kekuatan ikatan semen dengan agregat lain, sehingga menyebabkan turunnya kekuatan tekan bata beton tersebut [4]. Tambahan limbah *buffing* akan menimbulkan banyaknya pori-pori dalam bata beton, yang akan menyebabkan pula tingginya serapan air sehingga menyebabkan mutu bata beton tersebut rendah [5]. Pada pembuatan bata beton biasanya menggunakan air sebanyak 25% dari jumlah semen dan agregat lainnya untuk mencapai adukan yang homogen. Pada penelitian ini menggunakan air sekitar 25% - 70%, karena limbah *buffing* yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat pasir bentuknya padat sehingga untuk mencapai homogenitas campuran tersebut memerlukan air yang cukup banyak sehingga bata beton yang dihasilkan banyak mengandung pori-pori, akibatnya bata beton tersebut rapuh dan lunak.

Berdasarkan analisa statistik terhadap hasil uji kuat tekan dengan tingkat signifikan 0,05%, penggunaan formulasi semen; limbah *buffing*; pasir dan air, dengan komposisi limbah *buffing* sampai dengan 4 bagian, ternyata hasilnya berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap kuat tekan dari bata beton tanpa limbah.

Sifat Ketahanan Aus

Hasil uji ketahanan aus pada Tabel 2, terlihat bahwa dengan penambahan limbah padat *buffing*, bata beton makin tidak tahan aus. Hal ini disebabkan karena pemakaian jumlah limbah yang makin banyak menyebabkan ikatan antar molekul pada agregat pasir semen terganggu, sehingga makin tidak kuat menahan aus. Penambahan limbah sampai 3 bagian pada formula 1 (campuran semen 1 bagian, pasir 8 bagian) bata beton mempunyai nilai ketahanan aus sebesar 0,2010 mm/menit, sehingga masih dapat memenuhi persyaratan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*) mutu D, yaitu sebesar 0,251 (maksimum). Penambahan limbah *buffing* lebih dari 3 bagian tidak dapat memenuhi persyaratan standar tersebut.

Sifat Serapan Air (%)

Hasil uji penyerapan air pada Tabel 2 menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan nilai penyerapan air pada bata beton dengan limbah padat yang lebih banyak. Hal ini dapat dijelaskan bahwa limbah padat *buffing* mempunyai pori-pori yang dapat menyerap molekul air, sehingga makin banyak limbah yang ditambahkan akan lebih banyak molekul air yang dapat terserap. Pembuatan bata beton formula III (campuran semen 1 bagian, pasir 10 bagian) mempunyai nilai penyerapan air yang cukup tinggi, walaupun tanpa limbah, yaitu sebesar 9,97%. Persyaratan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*) mutu D, adalah maksimum 10%. Penambahan limbah *buffing* 2 bagian pada formula ini telah menyebabkan bata beton tidak dapat memenuhi persyaratan tersebut. Bata beton yang dibuat pada penelitian ini, formula I dan formula II dapat memenuhi standar.

Kualitas bata beton juga sangat dipengaruhi oleh hasil uji bata beton terhadap serapan air. Makin sedikit sifat serapan air yang dimiliki, maka bata beton tersebut makin kuat (PUBI-1982). Tabel 2 menunjukkan, bata beton yang dibuat dengan menggunakan makin banyak limbah padat *buffing* sebagai pengganti agregat pasir, maka akan makin tinggi serapan airnya. Adanya pori-pori pada limbah padat *buffing* menyebabkan serapan air tinggi, yang berarti mutu bata beton tersebut rendah [5].

Berdasarkan analisa statistik dengan tingkat signifikansi 0,05%, penggunaan formulasi semen; limbah *buffing*, pasir dan air, dengan komposisi limbah sampai dengan 4 bagian, ternyata hasilnya sangat berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap serapan air dari bata beton yang tidak menggunakan limbah.

Pengujian *Leached* / Lindi dari Bata Beton

Pada bata beton hasil penelitian dilakukan pengujian lindi. Guna memenuhi keputusan Ka. Bapedal No.Kep.04/BAPEDAL/09/1995, hasil bata beton perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik *lindi* untuk mengetahui apakah bata beton yang dihasilkan tersebut masih mengandung limbah B3 di atas ambang batas. Metode uji pelindian yang dianjurkan untuk menguji bata beton tersebut dengan metode *Toxicology Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Setelah diadakan

pengujian terhadap sampel bata beton hasil penelitian ternyata hasilnya berkisar 3,976 - 4,017 mg/l. masih berada di bawah ambang batas (maksimum 5,00 mg/l). Hal ini berarti bata beton tersebut dapat digunakan untuk pemakaian di luar ruangan(terkena air hujan), karena tidak akan mencemari tanah dan air tanah.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan tentang pemanfaatan limbah padat *buffing* dari limbah industri penyamakan kulit sebagai bahan pengganti agregat pasir untuk pembuatan bata beton dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bata beton yang dapat memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*) adalah bata beton dengan formula I, yaitu bata beton yang dibuat dengan semen 1 bagian, pasir 5 bagian, dan limbah *buffing* 3 bagian. Sifat fisika bata beton ini adalah kuat tekan 10,962 MPa, ketahanan aus 0,201, dan serapan air 8,49%. Bata beton ini termasuk kualitas D, sehingga hanya dapat digunakan untuk lantai taman.
2. Bata beton hasil penelitian yang lain tidak dapat memenuhi sifat ketahanan aus, sedangkan sifat kuat tekan dan serapan air dapat memenuhi persyaratan standar SNI 03-0691-1996 Bata Beton (*Paving Block*).
3. Limbah padat *buffing* yang dihasilkan oleh industri penyamakan kulit masih mengandung kadar krom yang sangat tinggi melebihi ambang batas yang ditentukan, namun setelah dimanfaatkan menjadi bata beton, kadar kromnya berada di bawah ambang batas yang dipersyaratkan.
4. Hasil uji lindi terhadap bata beton hasil penelitian menggunakan analisa TCLP logam C_r ternyata hasilnya di bawah ambang batas yang ditentukan yaitu berkisar antara 3,976 - 4,017 mg/l (ambang batas $< 5,00$ mg/l). Bata beton yang dihasilkan dapat digunakan untuk pemakaian di luar ruangan(terkena air hujan), karena tidak akan mencemari tanah dan air tanah.
5. Limbah padat *buffing* yang dihasilkan sebagai limbah padat

- dari industri penyamakan kulit dapat dimanfaatkan menjadi bata beton sebagai pengganti agregat pasir maksimum sebesar 3/5 bagian dari jumlah pasir yang digunakan.
6. Penambahan limbah padat *buffing* tidak dapat berfungsi menaikkan sifat fisis bata beton.
 7. Masalah lingkungan yang diakibatkan adanya limbah padat *buffing* yang makin banyak dihasilkan oleh industri penyamakan kulit, dapat teratasi.

[7]. SNI, 2003, 03-0691-1996 ICS 91.100.30, Bata Beton (*Paving Block*), Dewan Standardisasi Nasional

[8]. Sudarmoko dan Haryanto,T, 2001, *Genteng Beton dengan Substitusi Tras*, Forum Teknik, Jilid 25, No.2, Juli 2001

[9]Tjokrodimulyo, Kardiono, 1996, *Teknologi Beton*, hal 51-61, Penerbit Nafiri, Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

[1]Akmaluddin, Muji Wahyudi, Joedono, 1998. *Penggunaan Serat Kelapa, Ijuk dan Jerami Sebagai Bahan Pengisi Campuran Beton Bahan Paving Block*, Laporan Penelitian, Fak. Teknik, Universitas Mataram hal 1-3, 13-15.

[2]Alloy,M.,Folachier, A., and Vulliermet,B, 1993, *Tannery and Pollution*, Centre Technique du Cuir, France.

[3]ASTM ,2003, 3666-01-2003, Standard Spesification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials, p. 396-374.

[4]Yassin, Hendro, 1990, *Interlocking Block Sebagai bahan Perkerasan Jalan Jakarta-Cikampek Khususnya di Daerah Perkotaan*, PT. Conblock Indonesia, Jakarta.

[5]Murdock,L.J and Brook,K.M., 1981, *Concrete Materials and Practice*, fifth edition, Edward Arnold, London

[6]Shackel B, 1990, *Design and Contruction of Interlocking concrete Block Pavement*, Elsevier Applied Science, London, England

LAMPIRAN

Tabel 1. Formulasi bata beton penelitian

Formulasi	Semen (bagian,satuan volume)	Pasir (bagian,satuan volume)	Limbah buffing (bagian, satuan volume)
I.	1	8	0
	1	6	2
	1	5	3
	1	4	4
II.	1	9	0
	1	7	2
	1	6	3
	1	5	4
	1	4	5
III.	1	10	0
	1	8	2
	1	7	3
	1	6	4
	1	5	5

Tabel 2. Hasil uji fisika bata beton

Formulasi	Kuat tekan (MPa)	Ketahanan (mm/menit)	aus	Penyerapan air (%)
I				
1.8.0	13,384	0,1078		6,310
1.6.2	10,664	0,1462		6,405
1.5.3	10,962	0,2010		8,490
1.4.4	9,305	0,6798		9,325
II				
1.9.0	14,531	0,1953		5,710
1.7.2	10,987	0,3774		7,869
1.6.3	10,354	0,3396		8,850
1.5.4	9,786	1,5366		7,988
1.4.5	7,595	1,6546		8,976
III.				
1.10.0	16,571	0,2004		9,970
1.8.2	10,564	1,3366		11,697
1.7.3	8,413	1,7816		12,890
1.6.4	6,374	1,8516		13,650
1.5.5	6,263	0,8346		15,695
SNI. 03-0691-1996	Min 8,5	Maks. 0,251		Maks.10

Catatan:

Hasil uji adalah hasil rata-rata dari 10 bata beton tiap kode.

Tanya Jawab :

Nama Penanya 1 : Widinda Normalia Arlianty (UNS)

Pertanyaan :

Dari hasil pembuatan paving beton dengan kualitas D, kira-kira akan bertahan berapa lama paving tersebut dan apa kandungan di dalamnya yang mampu menjaga paving tersebut dapat bertahan?

Jawaban :

Basa beton (paving block) kualitas D tetap bisa bertahan seperti paving block biasa asal digunakan sesuai fungsinya (bentuk taman). Basa beton hasil penelitian telah sesuai SNI. 03-0691-1996. Basa beton (paving block). Adanya limbah buffing tidak mengurangi ketahanan dalam pemakaian, karena Cr yang ada telah terikat secara kimia.

Nama Penanya 2 : Windi Rosiana

Pertanyaan :

Pada hasil percobaan ternyata tidak dihasilkan perbandingan limbah yang sesuai dengan keempat kriteria SNI. Berarti pada perbandingan mana yang dirasa paling optimal dan apa alasannya?

Jawaban :

Perbandingan yang optimal adalah komposisi semen : pasir : limbah = 1 : 5 : 3. Alasannya adalah jumlah maksimum limbah padat buffering yang dapat ditambahkan pada pembuatan basa beton, dan basa beton dapat memenuhi persyaratan standard SNI. 03-0691-1996. Basa beton (paving block).

Nama Penanya 3 : Martini (FK UNS)

Pertanyaan :

Limbah padat buffering yang mengandung bahan kimia krom adalah merupakan B3. Mengapa setelah dicampur dengan pasir, semen dalam pembuatan "paving block" tingkat aktivitas sebagai B3 menurun/hilang?

Jawaban :

Pada saat diproses dengan pasir, semen, dan air terjadi proses hidrolisis yang mengikat Cr, sehingga kadar Cr berkurang.

Reaksi : $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (mengeras)

Nama Penanya 4 : Dwi Handayana (UNDIP)

Pertanyaan :

Cara sampling mendapatkan Lindo?

Jawaban :

Mengambil Lindo dari Mangunharjo, direndam air selama 30 hari lalu airnya diuji.